

Liścień

Żelazo (1), Fe, to pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 26. Jest to metal ciężki, dość twardy, o barwie srebrzystobiałej. Rozpowszechniony na Ziemi i w kosmosie.

Galas (2) to kulista narośl, którą czasem można znaleźć na spodzie liścia. Pojawia się kiedy owad, na przykład osa, złoży jajo w tkankach rośliny. Ta – w odpowiedzi – wytwarza narośl, w której następnie dojrzewają larwy, korzystając z niego jako ochrony i źródła pożywienia. Rozdrobnione i poddane obróbce cieplnej galasy służą do produkcji atramentu żelazowo-galusowego, najpopularniejszej w historii Europy cieczy pisarskiej wykorzystywanej w celach piśmienniczych i artystycznych.

Tanina (3) to garbnik pochodzenia roślinnego. Z galasów pozyskuje się taninę chińską, która używana bywa w medycynie, do produkcji atramentu i przetwarzania skór.

Atrament (4) to roztwór lub zawiesina barwnika służąca do pisania lub twórczości artystycznej. Składa się z barwnika, rozpuszczalnika, czasem też środka zapewniającego odpowiednią konsystencję i dodatków konserwujących. Dokładna data wynalezienia atramentu nie jest znana, natomiast pierwsza wzmianka o atramencie zawierającym jednocześnie żelazo i taninę zawarta jest w pismach Filona z Bizancjum z II w. p.n.e.

Witriol (5) to dawna nazwa związków chemicznych będących solami kwasu siarkowego, w tym siarczanu żelaza, który najczęściej używany jest do produkcji atramentu żelazowo-galusowego.

Pigment (6) to substancja zapewniająca barwę, kryjąca. Dostępność i cena naturalnych pigmentów, takich jak będący tlenkiem żelaza hematyt, wpływała na gamę kolorystyczną w malarstwie dawnym. Pojawienie się pigmentów syntetycznych zdemokratyzowało dostęp do wszystkich kolorów tęczy, wpływając zarówno na sztukę, jak i kulturę materialną.

Tlenek żelaza (7) to związek żelaza z tlenem. W zależności od stopnia utlenienia żelaza może mieć czarną lub czerwoną barwę, stanowiąc popularny pigment, taki jak czerwień hematytowa (8), czern magentytowa (9), czy caput mortuum (10).

Pył meteorytowy (11). Przestrzeń kosmiczna jest pełna gruzu. Kiedy trafia on do atmosfery, staje się meteoroidem. Większość meteoroidów jest mała, nie większa niż ziarno piasku. Kiedy taki obiekt rozpada się, tworzy pył, który unosi się w atmosferze przez kilka tygodni zanim spadnie na Ziemię. Meteoryty, czyli ciała niebieskie, które dotarły do powierzchni planety lub księżyca, składają się w dużej mierze z żelaza, pierwiastka powszechnego tak na Ziemi, jak i w kosmosie.

Regolit (12) to warstwa luźnej, zwietrzałej skały pokrywająca skaliste planety i satelity. Częścią ziemskiego regolitu jest gleba.

Erozja (13) jest procesem niszczenia powierzchni planety pod wpływem wody, wiatru, słońca, grawitacji i działalności organizmów żywych. Podobne czynniki – lodowce, wiatr, organizmy, czy woda – powodują powstanie osadów (14), czyli utworów powstałych na powierzchni planety w wyniku nagromadzenia różnorodnych substancji.

Żyły (15) wypełniają szczeliny skalne. Mogą powstawać z zastygniętej lawy lub skupienia minerałów.

Ziemia (16) to trzecia planeta od Słońca. Jej jądro (17) składa się głównie z żelaza.

Ciepłe, płytkie morze (18) pokrywało teren dzisiejszej Polski kilkakrotnie. Około 160 milionów lat temu, czyli w późnej jurze, morze zalało niemal cały teren współczesnej Polski. Żył tam liczne zwierzęta, w tym amonity o zwiniętych muszlach i belemnity o muszlach prostych oraz inne skorupiaki, których pozostałości w formie skamielin (19) znajdujemy dziś na terenach pokopalnianych w Łęczycy, wydobyte na wierzch podczas drążenia skorupy Ziemi w poszukiwaniu rud żelaza. Te pokłady jurajskie (20) są śladem geostorii (21), czyli historii pisanej z perspektywy Ziemi.

Piryt (22) jest siarczkiem żelaza. Przypomina metal szlachetny, dlatego nazywany jest „złotem głupców”. Składa się z żelaza i siarki, dlatego w przeszłości był ważną rudą do produkcji zarówno samej siarki, jak i kwasu siarkowego, jak to miało miejsce w portugalskim Barreiro (33). Piryt wydobywano także między innymi we francuskim Saint-Pierre-la-Palud (32).

Magnetyt (23) to minerał o silnych właściwościach magnetycznych, z wysoką zawartością żelaza. Ta druga właściwość sprawia, iż jest to najbogatsza i najlepsza dla przemysłu ruda żelaza. Bogate pokłady magnetytu znajdują się w szwedzkiej Kirunie (30), skąd – po uszczupleniu lokalnych złóż – importowano surowiec do huty w Starachowicach (29). Kiruna to najbardziej wysunięte na północ szwedzkie miasto i jednocześnie największa podziemna kopalnia rudy żelaza na świecie. Ponieważ rozrastające się podziemne macki kopalni zagrażają centrum miasta, zdecydowano się je przenieść, wraz z zabytkową architekturą.

Syderyt ilasty (24) to skała osadowa składająca się głównie z minerału syderytu (25) oraz minerałów ilastych. Jest to uboga ruda żelaza wydobywana w Polsce m. in. w okolicach Łęczycy (28) i Starachowic (sferosyderyt), gdzie od XVIII do XX wieku (Starachowice) i w XX wieku (Łęczycza) działały kopalnie rud żelaza. Syderyt, którego nazwa pochodzi od greckiego *sídēros*, czyli żelazo, jest kruchy, czerwony lub żółtawy. Tworzy się w wodnym środowisku.

Ekstraktywizm (26) to model gospodarki oparty na wydobyciu zasobów naturalnych. Era przemysłowa opierała się na ekstrakcji paliw kopalnych oraz żelaza, z którego produkowano stal i żeliwo (35) (stopy żelaza z węglem). Za opracowywanie metod otrzymywania metali z rud odpowiedzialna jest metalurgia (27) żelaza zajmująca się otrzymywaniem surowca, przerabianej następnie na stal. Postęp w metalurgii uwarunkował rozwój hutnictwa, czyli gałęzi przemysłu zajmującej się m. in. otrzymywaniem metali z rud. Obecnie, w epoce informacji, gospodarka opiera się także na ekstrakcji tak zwanych metali ziem rzadkich, potrzebnych do produkcji baterii i urządzeń elektronicznych. Ekstraktywizm sięga także poza naszą planetę, kiedy inne ciała niebieskie są przeszukiwane pod kątem użytecznych surowców lub z myślą o ich kolonizacji. Stąd badania nad marsjańskim regolitem, który mógłby posłużyć za materiał do budowy cegieł, czy pod uprawy roślinności w sytuacji kiedy ludzkość osiedliłaby się na Czerwonej Planecie.

Mars (31) to czwarta planeta od Słońca, zwana Czerwoną Planetą. Jest to kolor regolitu Marsa, czyli warstwy luźnej, zwiędzłej skały pokrywającej planetę. Marsjański regolit zawdzięcza swoją barwę warstwie tlenku żelaza stanowiącej jego najbardziej zewnętrzną część.

Morasko (34) to zalesione przedmieścia Poznania. Znajdują się tam kratery powstałe najprawdopodobniej w wyniku uderzeń odłamków meteoroidu, które spadły tam około 5 tysięcy lat temu. Fragmenty tego żelaznego meteorytu są znajdowane w okolicznym lesie od 1914 roku.

Żużel (36) zwany także szlaką to produkt uboczny procesów metalurgicznych. Może przypominać szkło i krzemień albo porowaty pumeks.

Hałda (37) to wysypisko odpadów przemysłowych usuwanych z kopalni. Z czasem hałdy pokrywa warstwa ziemi i zaczyna porastać je roślinność. Pod spodem kryją się jednak pozostałości skał, które powinny znajdować się głęboko pod ziemią, wypatroszone z głębokości pokłady jurajskie lub kruche syderyty.

Korozja (38) to proces niszczenia metali (i innych materii) zachodzący na granicy powierzchni oraz środowiska. Korozja wytworzonych w procesie przemysłowym metali polega na ich stopniowym powrocie jako pierwiastków do stanu, w którym występują w rudach. Korozja pod wpływem kontaktu z wodą lub ziemią jest procesem elektrochemicznym. Mogą ją zainicjować czynniki fizyczne, takie jak obciążenie, albo biologiczne, jak na przykład działanie bakterii i grzybów. Czyste żelazo, które jest lśniące, srebrzyste i dość twarde, rzadko występuje w stanie wolnym – wyjątkiem są meteoroidy i środowiska o małej zawartości tlenu. Wynika to z tego, iż żelazo reaguje z tlenem i wodą, dlatego na wolnym powietrzu żelazo utlenia (39) się tworząc uwodnione tlenki żelaza, czyli tak zwaną rdzę (40). Koroduje także papier. W wyniku przemieszczania się atramentu, w miejscach liter występują przebarwienia. Z czasem przenikają one na drugą stronę kartki osłabiając papier. W rezultacie w miejscach gdzie gromadził się atrament mogą tworzyć się ubytki, tak zwane wżery.

Pasem rdzy (41) określa się północno-wschodnią części Stanów Zjednoczonych, gdzie przez większość wieku XX rozwijał się przemysł ciężki. Wtedy miejsce to nazywano „pasem stalowym”. Zamknięcie wielu zakładów przemysłowych i przeniesienie produkcji w inne, tańsze rejony świata, spowodowało powolną degradację tych rejonów, stąd symbolika rdzy. Wymownym przykładem jest miasto Detroit, niegdysiejsze centrum przemysłu motoryzacyjnego USA, w którym Henry Ford wprowadzał ruchomą taśmę produkcyjną. W wyniku dezindustrializacji i niepokojów społecznych Detroit utraciło ponad połowę swojej populacji w porównaniu do stanu z lat 50. XX wieku. W 2013 roku miasto ogłosiło upadłość.

Obszary postindustrialne (42) to tereny, na których zaprzestano produkcji przemysłowej lub wydobywczej, które jednak wciąż noszą ślady tej działalności w postaci pozostałości infrastruktury i zmian w środowisku – najczęściej zdewastowanym. Takie tereny to elementy ruin nowoczesności (43), pozostałości po śnie o nieskończonym postępie umożliwionym przez rozwój nauk ścisłych (fizyka i chemia), przemysłu i koncepcji gospodarczych (kapitalistycznych i tych związanych z państwowym socjalizmem). Tereny poprzemysłowe mogą być poddane ochronie jako element dziedzictwa historyczno-kulturowego lub rewitalizacji (44), a nawet regeneracji – na przykład przez tworzenie parków miejskich, czy ogrodów botanicznych. Powodem dewastacji terenów zagospodarowanych niegdyś przez przemysł jest XIX- i XX-wieczny paradygmat „od kołyski do grobu” polegający na eksploatacji surowców na rzecz produkcji dóbr, czy infrastruktury, które ostatecznie ulegają zniszczeniu lub porzuceniu i stopniowej degradacji. Alternatywą dla tego systemu jest cyrkularność (45) polegająca na takim gospodarowaniu, by każdy odpad był surowcem do czegoś nowego. Jest to podejście analogiczne do cyrkularności w przyrodzie, gdzie materia i pierwiastki krążą, stając się pożywieniem lub zasobem dla kolejnych bytów.

Epoka żelaza (46) to okres w dziejach ludzkości kiedy głównym surowcem do wytwarzania narzędzi staje się żelazo. Z perspektywy historycznej epoka żelaza trwa do dziś. Pierwotnie (VI-III tysiąclecie p.n.e. w Egipcie i Azji Zachodniej) wykorzystywano żelazo z meteorytów. W II tysiącleciu p.n.e. zaczęto pozyskiwać surowiec z rud. Były to rudy darniowe (47), zwane też łąkowymi, z których pozyskiwano żelazo w procesie dymarkowym z użyciem węgla drzewnego. Rudy te powstają w wyniku wytrącania się związków żelaza ze współudziałem bakterii na podmokłych łąkach, torfowiskach, bagnach i jeziorach.

Ziemia (48) zawiera zwykle kilka procent żelaza. Ten mikroelement konieczny jest do prawidłowego rozwoju roślin. Tlenki żelaza, takie jak hematyt, barwią ziemski regolit na czerwono. Żelazo jest pierwiastkiem niezbędnym do życia dla prawie wszystkich organizmów, w tym zamieszkującego glebę edafonu – całości organizmów żyjących pod ziemią. Żelazo zawiera także mumio, organiczno-mine-ralna wydzielina pochodzenia biologicznego, powstająca w szczelinach górskich i jaskiniach, wydobywana m. in. w Himalajach i na Kaukazie, stosowana w ajurwedzie jako remedium na wiele dolegliwości.

Woda (49) podziemna może zawierać znaczne ilości żelaza, które przenika do niej z utworów geologicznych: węglanów, siarczków, tlenków. Woda zawierająca dużo żelaza uważana jest za nienadającą się do picia. Żelazo rozpuszczone w wodzie może też znajdować się na powierzchni Ziemi, jak w przypadku silnie toksycznej Río Tinto w Hiszpanii. Ta czerwono-pomarańczowa rzeka ma niezwykle wysokie stężenie żelaza i metali ciężkich oraz kwaśny odczyn. Ta właściwość może być związana z działalnością licznych znajdujących się w sąsiedztwie kopalni, może mieć też przyczyny naturalne. Żelazo może spadać na powierzchnię planety w formie deszczu (50) – tak się dzieje na planecie WASP-76b w gwiazdozbiorze Ryb. Jest tam tak gorąco, że żelazo wyparowuje i skrapla się tworząc chmury z płynnego metalu.

Bakterie żelazowe (51) to tak zwane chemoautotrofy, to znaczy organizmy, które do produkcji związków organicznych z dwutlenku węgla i wody nie używają światła – jak w przypadku organizmów fotosyntetyzujących, jak np algi, czy rośliny – lecz energii z reakcji utleniania różnych związków chemicznych. Bakterie żelazowe w procesie utleniania żelaza tworzą rdzawy osad wodorotlenku żelaza, który barwi na rudo wodę, a także wyposażenie łazienek.

Pył saharyjski (52), który podróżuje tysiące kilometrów, odpowiada za bajecznie pomarańczowo-fioletowo-różowe zachody słońca, a także pomarańczowy nalot na samochodach i budynkach. Dzięki wysokiej zawartości żelaza, użyźnia on także Ocean Atlantycki, stymulując wzrost fitoplanktonu (53). Żelazo, potrzebne do rozwoju niemal wszystkich organizmów żywych, trafia do oceanów z rzek, lodowców, procesów hydrotermalnych i z wiatrem. Jednak nie każde żelazo jest równie dobrze przyswajalne. Im dalej podróżuje ono z Sahary, tym bardziej bioreaktywne się ono staje.

Śluzowce (54) potrzebują żelaza, podobnie jak inne organizmy, do procesów metabolicznych. Umieją one także akumulować żelazo ze środowiska. Dobrze znoszą środowiska pełne żelaza i metali ciężkich, co być może wynika z ich umiejętności izolowania lub detoksykacji. Dzięki temu, że reagują na stężenie żelaza w środowisku, mogą służyć za bioindykatory i informować o stężeniu pierwiastków śladowych w glebie lub martwej materii organicznej. Odgrywają one także rolę w obiegu żelaza w ekosystemach, przyspieszając jego rozkład i przyswajanie przez inne organizmy.

Hemoglobina (55) to czerwone białko występujące w erytrocytach kręgowców i hemolimfie niektórych bezkręgowców, którego funkcją jest transport tlenu w organizmie. Niedobór żelaza w organizmie może powodować anemię. Żelazo dostarczane jest do organizmu wraz z pożywieniem. Może być ono pochodzenia zwierzęcego – wtedy jest to żelazo hemowe (56) od hemu, składnika hemoglobiny – lub roślinnego. W tym przypadku przyjmuje się żelazo niehemowe. Nie oznacza to jednak, że hem nie występuje także u roślin. U tych organizmów żelazo potrzebne jest w procesie syntezy chlorofilu (57), zielonego barwnika niezbędnego w procesie fotosyntezy. Objawem niedoboru żelaza u roślin jest chloroza wynikająca z braku zielonego barwnika. U roślin żelazo występuje także w innych związkach chemicznych i, oprócz fotosyntezy, bierze udział także w oddychaniu i symbiozie z bakteriami brodawkowatymi. Duże ilości żelaza znajdują się m. in. w algach (58), pokrzywach (59) i ziemniakach (60).

12, 31 A

Regolit marsjański

Powierzchnię Marsa pokrywa warstwa tlenku żelaza. Być może byłaby dobrym pigmentem. Przy bliższym poznaniu marsjański regolit rozczarowuje. Jest bury, daleko mu do czerwieni, zdecydowanie traci w porównaniu z czerwoną od żelaza ziemią ze Starachowic. Próbką regolitu marsjańskiego nie pochodzi z kosmosu, lecz z ziemskiego laboratorium NASA i Laboratorium Napędu Odrzutowego (JPL), gdzie bada się powierzchnię Marsa pod kątem potencjalnej przydatności przy kolonizacji Czerwonej Planety przez Ziemian. Jak dotąd na marsjańskiej „glebie” udało się wyhodować koniczynę. Bada się także przydatność marsjańskiego regolitu jako materiału budowlanego i – wreszcie – źródła do ekstrakcji tzw. surowców krytycznych. Zarówno produkcja jedzenia, jak i budownictwo i technologie są niezbędne do funkcjonowania potencjalnych stacji badawczych, zapewniając im względną samowystarczalność. Surowców krytycznych, czyli najpotrzebniejszych gospodarce, zaczyna brakować też na Ziemi, a eksploracja pozaziemskej gleby pod kątem ich pozyskiwania jest krokiem w kierunku kolonizacji kosmosu w ramach ekstraktywistycznej gospodarki rabunkowej.

Opakowanie syntetycznego regolitu marsjańskiego opracowanego przez NASA i JPL

35, 38, 39, 40, 54 B

Śluzowiec

Stalowe pręty szybko rdzewieją. To zaskakujące, że stal – obok węgla główny budulec nowoczesności – tak szybko podlega rozkładowi. W XX wieku węgiel i stal były surowcami strategicznymi w Europie. Uważano, że ten, kto posiada największe ich zasoby, dominuje na kontynencie. W 1951 roku, w celu uniknięcia konfliktu zbrojnego spowodowanego walką o zasoby oraz zadawnioną rywalizacją francusko-niemiecką, powołano Europejską Wspólnotę Węgla i Stali, wspólny, kontrolowany rynek surowców: węgla, stali i żelaza. Współpraca tak dobrze się układała, że kraje członkowskie postanowiły kontynuować proces integracji gospodarczej i w 1958 roku powołały Europejską Wspólnotę Gospodarczą oraz Euratom, które z czasem przeobraziły się w dzisiejszą Unię Europejską. W międzyczasie europejskie żelazo, stal i węgiel straciły na ważności, a surowcowa historia początków UE zatarta się. Tutaj pręt stalowy został zasiedlony przez śluzowca, który akumuluje żelazo ze środowiska, a także dobrze reaguje na takie stężenie żelaza i metali ciężkich, które dla innych organizmów staje się niekorzystne. Tym samym pochłania on resztki nowoczesności zbudowanej z węgla i stali.

Stalowe pręty, воск pszczeli, pigment

35, 38, 39, 40, 42, 43 C

Beton

Znaleziony na hałdzie w Łęczycy kawałek betonu wraz ze zbrojeniem jest pozostałością po przemysłowym krajobrazie. Zbrojony beton to fundament XX- i XXI-wiecznego budownictwa. W materiał budowlany wpuszcza się stalowe pręty, które wzmacniają konstrukcję, przejmują naprężenia rozciągające i zapobiegają uszkodzeniom konstrukcji. Rozrzucone na hałdzie kawałki betonu zbrojonego pokazują kruchość tego materiału, a rdzewiejące pręty ujawniają delikatną naturę stali, która czeka tylko na okazję, by oddać żelazo do formy, w której funkcjonuje ono w rudach.

Beton, stalowe pręty, воск pszczeli, pigment

12, 16, 28, 29, 31, 48 D

Sfera

Kluska z mieszanki błot z Łęczycy, Starachowic i Marsa inspirowana jest japońską sztuką tworzenia dorodango, czyli twardych, błyszczących i kruchych sfer pieczętowanie wykonanych z formowanej w dłoniach ziemi. Te czerwone regolity, pełne tlenków żelaza, opowiadają o przemysłowo-kopalnianej przeszłości Łęczycy i Starachowic i potencjalnej przemysłowej przyszłości Marsa, który może stać się kolejnym obszarem eksploatacji surowców.

—
ziemia, woda, mikrobiom skóry, kurz

18, 19, 20, 21, 24, 25, 28 E

Syderyt

Ten kawałek skały został znaleziony na hałdzie w Łęczycy. Od momentu zamknięcia kopalni w 1992 roku zdążyła ona zarosnąć trawą i krzewami, wszędzie rosną drzewa owocowe posadzone zapewne przez ptaki. Jednak wciąż w wielu miejscach hałdy dominuje osuwisko z kruchych odłamków skał. Można je rozłupać gołymi rękami. Przypominają ciało kręgowca: czerwone, z obecnymi gdzieś żyłami. Podobieństwo nie jest przypadkowe: wszakże za czerwień syderytu i mięśnia odpowiada ten sam pierwiastek, czyli żelazo. Między syderytowymi ciałami można znaleźć pozostałości ciał organizmów zamieszkujących ten teren około 160 milionów lat temu: amonitów, czy belemnitów.

—
Syderyt

29, 42, 48 F

Bryła

W Starachowicach trudno jest znaleźć rudę żelaza. Ta bryła została zabrana z terenów pokopalnianych. Wcześniej zainteresowały się nią inne organizmy: mszaki i bezkręgowce skrywające się pod jej ciężarem. Najprawdopodobniej zawiera w sobie sporo żelaza, choć rudą nie jest.

—
Bryła z okolic kopalni, воск pszczeli, pigment

28, 35, 40, 49 G

Woda

Zalewy miejskie w Łęczycy powstały na terenach pokopalnianych, gdzie – po zamknięciu zakładu – pozwolono podmywającej kopalnię wodzie nareszcie wypełnić pozostawiony teren. Woda pobrana z zalewu jest w związku z tym bogata w żelazo. Dodatkowo, pod wpływem spotkania ze stalową igłą, w wodzie znalazł się osad z rdzy.

—
Woda, stal, rdza

19, 20, 21, 24, 25, 28 H

Skamieliny

Hałdy nieczynnej kopalni rud żelaza ŁZG „Łęczyckie Zakłady Górnicze”, częściowo porośnięte roślinami, w wielu miejscach pokazują swoje wnętrza składające się z pokładów skalnych, które podziemne przedsiębiorstwo wydobyło na wierzch i pozostawiło. Są to głównie syderyty, łupki ilaste i muszlowce. Fragmenty skał są kruche, można je rozdzielić, rozłupać ręcznie lub z użyciem narzędzia. Okazuje się wtedy, że kryją w sobie pozostałości zwierząt pochodzące z czasów jurajskich, kiedy teren ten pokrywało ciepłe morze. Syderyty skrywają spiralne amonity, proste belemnity, ramienionogi, ślimaki. Rozdzielanie, delikatne zagłębienie w skał daje wgląd w geostorię, czyli historię opowiedzianą z perspektywy Ziemi i jej mieszkańców.

—
Syderyt ze skamielinami

28, 35, 38, 39, 40, 42, 43 I

Niecały kilogram hufnali

Kupiony pod Łęczycą kilogramowy odważnik pokrywa rdza. Prawdopodobnie waży on już dużo mniej niż obiecuje. Jeśli proces korozji będzie postępował, z czasem jego masa zmniejszy się do 500 gram, potem do 100 gram, w końcu, w dalekiej przyszłości, odważnik zniknie, a żelazo w nim się znajdujące wróci do formy, z której człowiek je wytopił z rudy. Rdza pozwalałaby nieuczciwemu handlarzowi na oszustwo, zadając kłam stabilności bryły metalu. Z kolei znalezione w Starachowicach hufnale, czyli gwoździe służące do przybijania podków koniom, przypominają o trwającej wiele dekad pracy nie-ludzi, a zwłaszcza koni, w kopalniach. Ciągnęły one wagony z urobkiem, spędzając większość swojego życia pod ziemią.

—
Odważnik, hufnale, woda, rdza

35, 38, 39, 40, 42, 51 J

Rdza

Rdza pojawia się na styku żelaza i stali ze środowiskiem: powietrzem, wodą, ziemią. Układa się płacami, stopniowo zjadając materiał i pozostawiając na powierzchni brudzącą substancję składającą się z tlenków żelaza. Opiłki stalowe błyskawicznie rdzewieją, rozszczepiane i kruszone. Mają dużą powierzchnię styku ze środowiskiem, są delikatne, rdza ma zatem pole do popisu. Zamienia żelazo ostatecznie w pył, który unosi się przy najlżejszym podmuchu. Między opiłkami grasują bakterie żelazowe, pozostawiając charakterystyczny zapach.

—
Opiłki żelazne, żelazne bryły, rdza

27

Skapiny

Ta mieszanka metalu i kamieni, produkt uboczny działalności huty, może służyć do przewidywania przyszłości 30 listopada.

—
Metalowo-kamienny obiekt znaleziony

48

Edafon

Gleba składa się z trzech materii: stałej, ciekłej i gazowej. Tę pierwszą współtworzą składniki mineralne – w tym żelazo –, związki organiczne i żywe organizmy. Gleba to gęsto zamieszkane środowisko, a organizmy w niej występujące noszą wspólną nazwę edafonu. W ziemi urzędują geofile, czasowi mieszkańcy błota, którzy spędzają w nim tylko część swojego życia. Mogą pojawiać się tam sporadycznie lub zamieszkiwać w glebie tylko w jednym okresie swojego rozwoju. Miłośnicy ziemi to skorki, wije i ślimaki, muchy i mrówki, a także rośliny, których nasiona wpadają w ziemię, by z niej zacząć kiełkować. Geobionty stale żyją w glebie. Są to grzyby, bakterie, glony, pierwotniaki, roztocza, krety i dżdżownice. Geoksen natomiast znalazł się w glebie przypadkowo. Mógł wpaść w szczelinę ziemi lub zostać w niej zakopany. Może to być larwa owada, która spadła z drzewa lub inne zwierzę lądowe, na przykład człowiek.

Edafon jest laboratorium życia, to tam – w środowisku lądowym – następuje przemiana jednej materii w drugą, w znoju pracują destruenci, by przemienić szczątki organizmów i produkty ich przemiany materii w substancje, z których następnie wzrasta nowe życie. Cykl obiegu materii organicznej na lądzie zaczyna się i kończy na edafonie.

—
Rysunek grafitem na papierze pergaminowym

56, 57

Mięta meksykańska

Przywieziona z Ćmielowa mięta meksykańska, zwana też kubańskim oregano, to uparta roślina. Rozrasta się gdzie chce, ma silne, mięsiste liście, chętnie kwitnie, poruszona wydziela intensywny zapach. Jest źródłem żelaza, a także wapnia, magnezu oraz witamin A, C i E.

—
Mięta meksykańska

7, 16, 31, 40, 49, 56, 57

Liścień

Liścień to liść powstający w rozwijającym się zarodku. Kiedy roślina tworzy kolejne, dorosłe już liście, liścień obumiera i odpada. Zdarza się, że liścienie pełnią funkcję magazynową, przechowując substancje pokarmowe dla rozwijającej się rośliny. U niektórych gatunków taki załączek nigdy nie wydostaje się z nasienia. U innych – wyziera na zewnątrz, zazielenia się i zaczyna fotosyntetyzować. Proces ten byłby niemożliwy bez obecności żelaza. Schemat liścienia jest jednocześnie narzędziem geodezyjnym, badającym Ziemię: odległości, ukształtowanie terenu. Jest to też pipeta do pobierania i badania wody i życia w niej obecnego. Albo rakieta, która służy eksploracji i być może eksploatacji kosmosu lub Obcy, którego tam się napotka. Liścień został namalowany czernią syntetyczną z dodatkiem rdzy i tlenków żelaza.

—
Rysunek pigmentem syntetycznym, rdzą i tlenkiem żelaza na ścianie

48

Ruch

Film został nagrany w czasie rzeczywistym podczas stereoskopowych obserwacji próbki gleby spod jabłutki na warszawskiej Woli. Badania były prowadzone w Centrum Nauki Kopernik. Zaobserwowano ruch, prawdopodobnie fragmentu korzenia. Taniec części rośliny hipnotyzował. Trudno jednoznacznie wyjaśnić jego genezę, zdecydowanie jest to jednak ruch samoczynny, pochodzący z wnętrza korzenia, niezwiązany z przesuwaniem się powietrza i obecnością innych organizmów. Jest spokojny i miarowy, jest w nim jakaś celowość. Czy wynika on z procesów biochemicznych? A może jest to ruch niejako fantomowy, odruchowy, zapamiętany z czasów, kiedy korzeń rozrastał się w ziemi poszukując wody, składników mineralnych, czy strzępek grzybni?

—
Video, 3:17

28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 40

Mapa / rdza

Mapa opowiada o miejscach-bohaterach wystawy: Starachowicach, Łęczycy, Barreiro, Saint-Pierre-La-Palud, Kirunie, Morasko, wreszcie – Warszawie. Pokazuje ich splątane relacje, połączone wspólnym pierwiastkiem: żelazem. Rysunek został wykonany rdzą pochodzącą z różnych miejsc: tych wymienionych i tych anonimowych. Schemat mapy odzwierciedla formę stalowego kołtuna, który został znaleziony w zakładzie sprzedającym stal w warszawskiej Falenicy.

—
Rysunek rdzą na ścianie

29, 36, 42, 48

Szlaka / żużel

Ziemia starachowicka mieni się „szmaragdami”, „agatami”, „opalem”. To żużel / szlaka, produkty uboczne procesów hutniczych. Mieszają się one płynnie z glebą, betonem, żelazem i innymi pozostałościami z wielkiego pieca. Na takim gruncie posadowiono całe miasto – pełne hałd i wzniesień zbudowanych z rud i odpadów hutniczych. Te mineralno-organiczne hybrydy współegzystują z edafonem: mrówkami, żukami, bakteriami, grzybami i innymi organizmami. O tej organiczno-mineralnej wspólnocie przypominają wykonane z wosku pszczelego jaja owadzie umieszczone na pohutniczym konglomeracie.

Szlaka / żużel, ziemia, wosk pszczeli, pigment

23, 29, 30

Magnetyt

Magnetyt to najlepsza z perspektywy przemysłu ruda żelaza. W dotyku jest zimna i twarda. Ma właściwości magnetyczne. Jest ciężka. Wydobywane na terenie Polski sydereity nie są – w porównaniu z magnetytem – zbyt użyteczne, dlatego kopalnie, jak ta w Łęczycy, były często przedsiębiorstwami deficytowymi. W Starachowicach, gdzie oprócz kopalni istniał wielki piec do wytopu surówki z rudy, po wyczerpaniu lokalnych złóż, importowano pełen żelaza magnetyt między innymi ze szwedzkiej Kiruny, gdzie podziemne korytarze drążone są do dziś. By nie rezygnować z intratnej eksploatacji, mieszkańcy tego wysuniętego na północ miasta, które przez lwią część roku pogrążone jest w ciemnościach, zdecydowali przenieść się razem ze swoim starym miastem, któremu grozi zniszczenie pod wpływem rozrastających się podziemnych korytarzy.

Magnetyt

Mars Series

Moje zainteresowanie obecnością żelaza w środowisku jest efektem pobytu na rezydencji artystycznej w lipcu 2023 roku w PADA Studios, w portugalskim mieście Barreiro. PADA Studios znajduje się w strefie przemysłowej Baia do Tejo, która w XX wieku była częścią największego w Portugalii koncernu przemysłowego (CUF). Przestrzeń jest tu zanieczyszczona m.in. pozostałościami po produkcji nawozów, do której pozyskiwano siarkę z pirytu. Wrażenie wręcz nieziemskie robią ogromne, ciągnące się po horyzont połacie ziemi, zabarwione purpurą (tlenek żelaza III), pełne wykwitów siarkowych, utleniającej się miedzi i wielu innych pierwiastków. Krajobraz jest tu równie zjawiskowy, co szkodliwy dla człowieka.

Wizyta w miejscu, które nosi piętno industrialnej historii, może budzić skojarzenia z eksploracją surowego środowiska na innych planetach. To zainspirowało mnie do myślenia o materiałach odpadowych, tak jak o regolicie myślą naukowcy, badający powierzchnie sfer pozaziemskich. Zebrałam próbki materiałów tego specyficznego miejsca i stworzyłam z nich niewielkie moduły - kafle o formie rombów (inspiracją była romboedryczna struktura pirytu). Formy zostały wykonane z mieszanki: caput mortuum (tlenku żelaza III), siarki, mikro plastiku zmieszanego z ziemią oraz cementu i wody - użytych jako spoiwo. Piryty, nazywany „złotem głupców” (bo mylono go z prawdziwym złotem), stał się dla mnie symbolem odpadków, które – paradoksalnie – kryją w sobie potencjał „nowego złota”.

Moje najnowsze eksperymenty to opowieść wizualna, w której utopia korzystania z zasobów i cudu rozwoju gospodarczego XX wieku miesza się z utopią marzenia o ekspansji kosmicznej. Przenika się tu kilka historii i lokalizacji. Dwa zbadane miejsca: Baia do Tejo w Barreiro, Muzeum Przyrody i Techniki w Starachowicach oraz jedno hipotetyczne: Krater Jezero na Marsie. We wszystkich tych przykładach inspirujące są dla mnie procesy geologiczne, ślad obecności wody oraz regolit lub/i residuum ziemne, wraz z odpadkami poprodukcyjnymi. Regolit i inne pyły, w sytuacji ograniczonego dostępu do zasobów, są oczywistym materiałem do stworzenia nowych form, a w tym infrastruktury zasiedlania i być może obiektów sztuki. Idąc tymi tropami, kontynuuję proces wiązania materiałów odpadowych, rozpoczęty w Portugalii. Tym razem używam pyłu z tlenkiem żelaza i gliny ceramicznej jako bazy i spoiwa. Tworzę serię płaskorzeźb, których powierzchnia jest zainspirowana zapisem wody w materiale skalnym (odcisk fali, a nawet kropli deszczu - Starachowice, morze triasowe). Te płaskorzeźby są również nawiązaniem do „próbek ziemnych”, które mogłyby pochodzić z nasyconej żelazem powierzchni Marsa (łazik Perseverance, krater Jezero).

Szukam paradoksów wynikających z połączenia projektowania wernakularnego (związanego zasobami danego miejsca), współczesnych technik cyfrowych (jak skanowanie, druk 3D) i technik analogowych (wykorzystanie umiejętności manualnych). W strukturze powierzchni Marsa (kierunek potencjalnej ekspansji człowieka) widzę metaforę naszej całkiem niedalekiej przyszłości – świata wyczerpanych zasobów naturalnych, w tym słodkiej wody, bez której życie człowieka i wszelkich innych organizmów jest niemożliwe.

Ceramiczne płaskorzeźby to wybrane fragmenty trzech geologicznych skanów 3D. Na wystawie są zaprezentowane matryce z materiału PLA (druk 3D) i formy wykonane z ceramicznej masy leśnej oraz gliny, z dużą zawartością tlenku żelaza III. W tym formy: wysuszone i niewypalone, wypalone na biskwit i na wysoką temperaturę i takie, które Fe_2O_3 wypłyły.

Agnieszka Wach

Obiekty ceramiczne powstały przy współpracy z Karoliną Grzegorzczak z Ronja Ceramics.
Wideo powstało przy współpracy z Veroniką Peat (autorka zdjęć).

W owczej skórze

W owczej skórze to wieloelementowa instalacja opowiadająca o związkach między drzewami, ludźmi, owcami i żelazem. Opowieść jest usytuowana zarówno lokalnie – w małej wiosce we Francji, gdzie znajduje się zamknięta kopalnia parytu żelaza. W tym samym miejscu mieszkają dwie owce, Maja i Grabi, których wełnę i portrety można zobaczyć na wystawie. Obecna tu wełna pochodzi z tego-rocznego golenia owiec. Uniwersalny wymiar wynika z planetarnej skali procesów górniczych i hodowlanych.

Nieoczywiste splątanie żelaza i owiec pojawiło się podczas wizyty w muzeum kopalni w Saint-Pierre-la-Palud. Okazało się, że górnicy nosili wełniane bluzy i koszule, ponieważ wełna była wówczas jedynym materiałem odpornym na kwaśne środowisko kopalni. Owce i żelazo to gatunki z nami stowarzyszone. Wpływamy na siebie nawzajem w procesie koewolucji. Siły, praktyki, wartości wyływające z relacji ludzi z owcami oraz ludzi z żelazem wydają się przeciwstawne. Oprowadzą nas po nich główne bohaterki instalacji: ciała ludzkie, owcze, skalne, roślinne traktowane jako zasoby i zaprzęgane do zbiorowej pracy.

Anna Siekiera

Wideo oraz zdjęcia wykonane zostały we współpracy z Damien Brailly.

Górnik – człowiek, najczęściej mężczyzna, wykonujący pracę polegającą na dziurawieniu ziemi i wydobywaniu z jej wnętrza minerałów. W tym procesie następuje szereg nieodwracalnych zmian w warstwach geologicznych i hydrologicznych. Raz wydobyte złoża minerałów nie odnawiają się. Z górnictwem związany jest etos postępu. Ciało górnika jest podatne na zranienie. Do niedawna podczas pracy w kopalni było chronione wełnianym okryciem. Obecnie coraz częściej górników zastępują maszyny.

Owca – jest zwierzęciem ostrożnym, wrażliwym, budującym bliskie relacje i, tak jak inni roślinożercy, zawsze gotowym do ucieczki. Gatunek owcy domowej jest stowarzyszony z człowiekiem od tysięcy lat. Wiele miejsc na Ziemi zostało skolonizowanych z użyciem owiec. Naszą planetę zamieszkuje obecnie ok 1 mln 300 tys owiec głównie w Chinach, Australii, Indiach, Nowej Zelandii. Pracują w przemyśle wełniarskim i mięsnym. W mniejszej skali są zaangażowane na rzecz regeneracji krajo-
brazów.

Wełna – zewnętrzna warstwa owcy, która rośnie nieustannie. Utrzymuje jej ciało w cieple i chroni przed wilgocią. Wełna umożliwiła ludziom dotarcie do najdalszych, najzimniejszych miejsc i przetrwanie w nich. Wykonywano z niej okrycia, żagle, namioty. Jest bardzo wytrzymałym, odpornym, antybakteryjnym, samoczyszczącym się materiałem, który był używany w ekstremalnych środowiskach. Dziś wełna wielu owiec stała się odpadem, a hodowcy podejmują próby odtworzenia ras produkujących mniejsze jej ilości.

Merino – rasa owcy domowej stworzona przy pomocy hodowli selektywnej. Merynosy produkują ogromne ilości wełny. Ze względu na delikatność włókien, wełna merynosów wyparła z rynku światowego inne, lokalne włókna owcze. W Europie przestała działać większość zakładów przetwórstwa wełny. Czyszczenie, mycie, przędzenie wełny stało się za drogie. Wobec przemysłowej hodowli owiec rasy Merino, drobni pasterze borykają się z problemem utylizacji wełny własnych owiec, które ze względów bezpieczeństwa powinny być golone raz w roku.

Żyła – kanał transportowy oraz miejsce depozytu materii. Zwierzęta, rośliny i skały mają żyły. By móc je penetrować,, należy je dziurawić.

Przędka – kobieta zajmująca się przędzeniem, czyli splataniem nici z luźnych włókien. Proces ten jest znany od co najmniej 10 tysięcy lat. Świadczy o silnych związkach między ludźmi, innymi zwierzętami i roślinami. Przędzenie jest pracą cykliczną, bazującą na odnawialnych materiałach.

Piryt – minerał żelaza z gromady siarczków. Powstaje w końcowych fazach krystalizacji magmy, w procesach hydrotermalnych. Tworzy kryształy przyjmujące postać sześciątów i wielościanów, które łączą się w rozbudowane zgeometryzowane zbiorowiska. Ze względu na barwę i połysk bywa nazywany złotem głupców. Z pirytu otrzymuje się żelazo i kwas siarkowy, który jest niezbędny do produkcji nawozów sztucznych i środków wybuchowych.

Przepis na atrament

18 g galasów

130 ml gorącej wody

20 ml świeżo zagotowanej wody

7 g. guma arabska w proszku

8 g. witriol (FeSO_4)

Rozdrobnij galasy w młóźnie, aż uzyskasz bardzo drobny pył. Im drobniejszy pył, tym więcej kwasu galusowego będziesz miał(a) do przygotowania atramentu. Następnie zagotuj rozdrobnione galasy w 130 ml gorącej wody przez 60 do 90 minut, często mieszając, aby zapobiec ich przypaleniu. W trakcie gotowania powinno się dolewać wodę, aby uzupełnić tę, która odparowała. Po tym czasie ostudź i przefiltruj roztwór, używając plastikowego lejka z kawałkiem waty lub papierowego filtra do kawy w odpływie.

W osobnym naczyniu przygotuj 20 ml świeżo przegotowanej wody i dodaj do niej sproszkowaną gumę arabską. Mieszaj, aż guma całkowicie się rozpuści, a następnie przefiltruj roztwór przez bawełnianą szmatkę lub filtr do kawy. Dodaj witriol do tej mieszanki i ponownie dobrze wymieszaj, aż utworzy się gęsta pasta.

Na koniec przefiltruj całość przez bawełnianą szmatkę, dokładnie wyciskając resztki i połącz roztwór z galasówek z mieszanką gumy arabskiej i witriolu. W ten sposób powstaje czarny atrament galusowo-żelazowy.

Galasy (dębianki) to charakterystyczne narośle występujące na liściach, gałęziach lub pąkach drzew – najczęściej dębów, ale mogą pojawiać się również na częściach innych gatunków roślin. Powstają na skutek działania galasówek, czyli owadów należących do rodziny galasówkowatych (Cynipidae). Samica galasówki składa jaja w tkankach roślinnych, co wywołuje reakcję obronną drzewa i prowadzi do wytworzenia narośli (galasów). Kilka rodzajów owadów – w tym mszyce, muchy i osy – może powodować powstawanie galasów. Na przykład samica osy żółciowej przebija gałązki młodych dębów, aby złożyć jaja. Wyklute larwy żerują na drzewie, wydzielając substancję drażniącą, która skłania drzewo do tworzenia narośli wokół larwy. Gdy larwa przekształci się w osę, wydostaje się z galasy. Małe otwory w galasach wskazują, gdzie owad uciekł. Osy, które nie wydostały się na zewnątrz, można czasem znaleźć wewnątrz galasów po ich otwarciu. Gdy larwa lub owad nadal znajduje się w galasie, zawartość garbników jest wyższa niż w przypadku, gdy owad uciekł. Narośle te służą jako ochrona oraz źródło pożywienia dla rozwijających się larw. Każdy gatunek galasówki wywołuje charakterystyczne dla siebie galasy o różnych kształtach, wielkości i kolorach.

Witriol to dawna nazwa określająca różne związki chemiczne będące solami kwasu siarkowego, zwłaszcza siarczan metali, takich jak żelazo, miedź czy cynk. W starożytności witriol nazywany był przez Greków *chacantum* („krwią miedzi”), a przez Rzymian *attramentum* („czernią” lub „powodującym czernienie”). Ten ostatni termin odnosił się zarówno do soli, jak i koloru, który tworzyła ona w połączeniu z taniną. Jeszcze bardziej mylące jest bliskie powiązanie między siarczanem miedzi a siarczanem żelaza – przez wieki nie rozróżniano tych soli. Oba produkty były pozyskiwane z minerałów zawierających wiele innych metali, takich jak miedź, glin, cynk i magnez. W średniowieczu słowo „witriol” było często używane w kontekście alchemicznym i odnosiło się m. in. do siarczanu żelaza, który nazywano zielonym witriolem. Zielony witriol (siarczan żelaza, FeSO_4) używany najczęściej przy produkcji atramentu był również szeroko stosowany w dawnej medycynie – jako źródło żelaza, a także podczas gotowania. W alchemii witriol był uważany za symbol czystości i transformacji.

Guma arabska to naturalna żywica roślinna pozyskiwana głównie z drzew akacji (*Acacia senegal* i *Acacia seyal*) rosnących w Afryce, szczególnie w regionie Sahelu. Wypływająca z drzewa guma tworzy grudki, które czasami osiągają rozmiar orzecha włoskiego. Guma arabska z wyglądu przypomina bursztyn i występuje w kolorach od bladożółtego po głęboki złocisty oranż. W atramentach guma arabska pełni istotną funkcję poprzez zapewnienie właściwej stabilizacji pigmentu (równomierne rozprowadzanie barwnika podczas pisania), a także poprawę lepkości (równomierne rozprowadzanie atramentu), nasycenia koloru i trwałości.

Atrament żelazowo-galusowy był najpopularniejszą cieczą pisarską w Europie. Gdy jest świeży, ma niebiesko-fioletowy odcień, który z czasem brązowieje. Atrament powstaje na skutek reakcji zachodzącej pomiędzy kwasem galusowym lub taniną i solą żelaza (II), przy udziale tlenu z powietrza. W przeszłości pisarze sami sobie przygotowywali atrament, najczęściej według własnej lub zastyszonej receptury, często także mieszając przypadkowe składniki w przypadkowy sposób. Atramenty były na ogół przechowywane w stanie wysuszonym, w postaci proszku, który w miarę potrzeby był rozrabiany odpowiednim rozpuszczalnikiem. Rozpowszechniony był zwyczaj posypywania świeżo napisanego tekstu drobnym piaskiem, co zapobiegało jego rozmywaniu się. Ziarenka piasku na powierzchni liter, szczególnie w miejscach, gdzie atrament był grubo naniesiony, identyfikuje się niekiedy przy mikroskopowym badaniu.

Historia

Atrament żelazowo-galusowy jest bez wątpienia najważniejszym atramentem w historii Zachodu. Znany był już Rzymianom. Pliniusz Starszy (23-79 n.e.) opisuje eksperyment, w którym zakrapiał roztwór soli żelaza na papirus, który wcześniej namoczono w roztworze taniny. Jasnobrązowy papirus natychmiast czerniał po kontakcie z solą żelaza. Powszechne użycie tej cieczy pisarskiej nastąpiło po okresie późnego średniowiecza. Trwałość i odporność na usuwanie sprawiały, że atrament żelazowo-galusowy stał się oczywistym wyborem do sporządzania wszelkiego rodzaju dokumentów. Biblioteki i archiwa na całym świecie posiadają ogromne zbiory rękopisów (np. notatki Leonarda da Vinci), dokumentów (wczesne wersje Konstytucji Stanów Zjednoczonych), zapisów urzędowych (np. administracja Kompanii Wschodnioindyjskiej – VOC) oraz kompozycji muzycznych (partytury J.S. Bacha), które zostały sporządzone tym atramentem. Od XV wieku był on również popularnym atramentem rysunkowym, cenionym przez artystów za swoje głębokie, aksamitne tony. Rembrandt, Guercino, Lorraine i Van Gogh, regularnie stosowali atrament żelazowo-galusowy.

Korozja

Korozja na papierze początkowo objawia się przebarwieniami w miejscach liter, co jest efektem przemieszczenia się atramentu. Z czasem przebarwienia te przenikają na drugą stronę kartki, a papier w tych miejscach staje się coraz twardszy, kruchy i łamliwy. W rezultacie traci swoje właściwości wytrzymałościowe. Te zmiany mogą prowadzić do powstania większych ubytków, obejmujących nawet całe fragmenty tekstu. Papier często wypada wzdłuż krawędzi liter, gdzie podczas pisania gromadził się nadmiar atramentu. To właśnie ta sytuacja bywa określana jako wżery atramentowe

Rzeczy, które musimy utracić

Prezentowane w ramach wystawy cykl prac na papierze pt. Rzeczy, które musimy utracić, zainspirowane są korozją atramentu galusowo-żelazowego. Od wczesnego średniowiecza aż po czasy współczesne atrament galusowo-żelazowy był najpopularniejszą cieczą piśmienniczą. Atrament ten jest znany ze swojej trwałości, a jednocześnie z charakterystycznej degradacji. Atrament żelazowo-galusowy, choć na początku intensywny i wyrazisty, w wyniku utleniania i hydrolizy żelaza, zaczyna blaknąć, dziurawić papier, prowadząc do jego całkowitego rozpadu. Ten proces, znany jako "korozja atramentowa", polega na powolnym przenikaniu atramentu przez strukturę papieru, co powoduje jego kruszenie się i łamliwość. Z czasem, to co zostało zapisane staje się trudne do odczytania, a w niektórych przypadkach całkowicie znika, pozostawiając jedynie ślady. Prace prezentowane na w cyklu zostały zainspirowane właśnie tym procesem: powolnym, ale nieubłagany rozkładem papieru pod wpływem atramentu żelazowo-galusowego. Każda z prac odzwierciedla ten proces – od pierwszych oznak blaknięcia, przenikania atramentu przez podłoże przez pojawienie się niewielkich dziur, aż po kompletny rozpad papieru, który przypomina bardziej koronkową sieć niż solidny materiał. Przyczyny niszczenia degradacji papieru pod wpływem atramentu galusowo-żelazowego nie są jeszcze w pełni zrozumiałe, mimo że wiele teorii próbuje wyjaśnić ten proces.

Pracom towarzyszyć będzie tekst objaśniający, czym jest atrament galusowo-żelazowy, jakie są jego właściwości oraz historia.

Anna Tomkowska