

Kamen kot pisalo in papir

- V starem Rimu so za pisanje uporabljali svinec, ki so ga pridobivali iz galenita, v sredini 16. stoletja pa so iznašli svinčnik
- Barva mineralov je lahko njihova lastna barva, lahko pa jo prispevajo primesi barvajočih ionov ali vključki v mineralu gostitelju
- Naravni pigmenti se še vedno uporabljajo, čeprav so jih v glavnem nadomestili umetni

Tekst: dr. **Miha Jeršek** in **Martina Peljhan**



Fotografije: Shutterstock

Mineralni pigmenti, kakršne so uporabljali nizozemski slikarji v 17. stoletju

Ljudje želimo že od nekdaj izraziti svoja čustva, opažanja ali trenutne navdihe in jih ohraniti – v besedi ali sliki. Pri tem je imel kamen v zgodovini pomembno vlogo, saj je bil ena glavnih surovin, ki je človeško civilizacijo spremljala (in navdihovala) skozi njen celotni razvoj.

Pisava je začela nastajati v mlajši kameni dobi, nekako od 9. tisočletja pr. n. št., ko so na glinaste žetone zapisovali število živine ali drugega blaga, ki je pripadalo posamezniku. Med ene prvih zapisov štejemo klinopis. Izumili so ga Sumerci v staroveški Mezopotamiji v poznem 4. tisočletju pr. n. št., ko so v mehko glinasto tablico, tablico »iz kamna«, s prirezanim trsom ali podobnim pripomočkom vtisnili klinasto oblikovane znake. Klinopis so uporabljali več kot tri tisočletja.

Egipčani so v 3. tisočletju pr. n. št. pisali na papirus, les in seveda na kamen. Njihova slikovna pisava se imenuje hieroglifi. Na papirus so pisali s trsteno paličico, za črnilo pa so uporabljali sajast prah (ogljje), vodo in utrjevalec gumiarabikum. Na Kitajskem so vklesali pisavo med drugim v plemeniti žad – ta način velja za predhodnika tiskarskih črk.

Razvoj pisave spremljamo skozi feničansko pisavo (100 let pr. n. št.), iz katere so se razvile hebrejska, arabska, indijska in grška. Iz grškega črkopisa izvirajo štiri družine pisav: cirilica, latinica ter gruzijska in koptska pisava. Z razvojem pisave so se razvijali tudi materiali, na katere so pisali, in sama pisala. V starem Rimu so za pisanje uporabljali svinec, ki so ga pridobivali iz minerala galenita (PbS), v sredini 16. stoletja pa so iznašli svinčnik.

Svinčnik ostal v uporabi do danes

Okoli leta 1546 so pri mestu Borrowdale na severozahodu Anglije rudarji našli temno sivo svetlečo snov, ki je za seboj puščala temno sivo sled. Mnogo bolj temno, kot jo je za seboj puščal svinec, ki je bil do tedaj še v uporabi kot pisalo. Poimenovali so jo »črni svinec«.



■ Malahit je naravni mineral z njemu lastno zeleno barvo.

Iz njega so naredili tanke palčke in jih ovili z vrvjo. Tako so iznašli svinčnik, ki ga uporabljamo še danes. Da ne gre za vrsto svinca, ampak povsem drug mineral, so odkrili šele leta 1779. Črni svinec je iz čistega ogljika, ki so ga poimenovali grafit. Kljub temu je svinčnik ohranil svoje prvotno ime, zaradi številnih dobrih lastnosti pa je ostal v uporabi do danes.

Grafitni svinčnik pušča za seboj sled, ki je odporna proti vlagi, večini kemikalij in ni občutljiva za ultravijolično sevanje, kakor tudi ni podvržena naravnemu staranju. Po potrebi ga z radirko zlahka zberemo. Prvotne palčke iz grafita so v svinčniku okoli leta 1662 nadomestili z mešanico uprašenega grafita, žvepla in antimona.

Kasneje, okoli leta 1795, pa so uprašen grafit zmešali z glino, vodo in nekaterimi drugimi kemikalijami in naredili tanke palčke, ki so jih vdelali v leseno držalo. Razmerje med količino grafita in gline ustvarja različno trdoto svinčnika, kar posebej cenijo risarji umetniških in tehniških risb. Evropski standardi trdote svinčnikov jih razvrščajo v 20 razredov s tem, da pomeni oznaka 9H najtrši svinčnik, 9B najmehkejši svinčnik, HB pa je običajen svinčnik s srednjo trdoto.

Radirka namesto skorje kruha

Danes, ko največkrat pišemo z računalnikom, je popravljanje besedila ali risbe sila enostavno. Nekoč pa je bil to kar velik izziv. V glino ali kamen vklesano pisavo je bilo skoraj nemogoče popraviti. Za odstranjevanje sledi oglja ali svinca s papirja so uporabljali poseben vosek. S pergamentnih papirjev ali papirusov so črnilo odstranjevali z grobim kamnom, kot sta na primer plovec in peščenjak. Za brisanje sledi svinčnika pa so ponekod uporabljali skorjo starega kruha. Leta 1770 je angleški inženir Edward Nairne namesto skorje kruha vzel kos »gume« in ugotovil, da lahko z njo elegantno briše sled svinčnika. Tako je iznašel enega izjemno uporabnih in do danes nepogrešljivih produktov: radirko.

Danes poznamo že več kot 5600 naravnih mineralov. Za vsakega sta značilni določena kemijska sestava in zgradba. Ogljik je lahko kot grafit ali diamant. Med seboj se razlikujeta po kristalni zgradbi, to je v načinu, kako se atomi ogljika povezujejo med seboj v prostoru. Iz tega izvirajo tudi njune povsem različne lastnosti. Grafit je eden najmehkejših kamnov, je siv, neprozoren in za seboj pušča sled. Diamant je najtrša naravna snov, je prozoren, običajno brezbarven in za seboj ne pušča barvne sledi, četudi je obarvan. Katere so torej tiste lastnosti, ki vplivajo na fizikalne lastnosti minerala, da je uporaben kot naravno barvilo?



Foto: Wikipedia

Ženska z bisernim uhanom (Johannes Vermeer, 1665) je narisana s pigmenti iz mineralov; modra je iz lapisa lazuli.

V naravi imajo minerali številne vključke in ti lahko zelo vplivajo na barvo pigmenta. Zato imajo nekateri naravni pigmenti iz mineralov po dva, tri ali celo do deset odtenkov ene barve.



■ Tutankamonova maska ima vdelano modro steklo in moder lapis lazuli. Najstarejša uporaba pigmenta lapisa lazuli izvira iz 6. in 7. stoletja pr. n. št. v jamskih poslikavah in budističnih templjih v Afganistanu.

Barva mineralov je tista lastnost, po kateri jih najprej prepoznamo. Za mnoge je barva celo tako značilna lastnost, da so poimenovani po njej. Na primer azurit, iz perzijske besede *lazward*, ki pomeni modra, malahit iz grščine (*molochitus*), ki odraža zeleno barvo tega minerala ... Toda niso vsi barvni minerali primerni za izdelavo naravnih bavi. Velika večina se namreč ob drobljenju spremeni v bel in ne barvit prah. Razlog za to so značilnosti v kristalni zgradbi in predvsem vzroki za obarvanje mineralov.

Barva mineralov je lahko njihova lastna barva, lahko pa jo prispevajo primesi barvajočih ionov ali vključki v mineralu gostitelju. Minerali, ki imajo svojo lastno barvo, imenujemo jih tudi

idiokromatski minerali, ohranijo barvo, tudi če jih zdrobimo v droben prah. Njihova barva je povezana s strukturo minerala in kemično sestavo, ki jo zapišemo v kemijski formuli minerala. Primeri takih mineralov so malahit, azurit in seveda tudi cinabarit.

Napake, ki določajo barvo

Druga velika skupina mineralov je obarvana zaradi napak v strukturi ali zaradi primesi barvajočih ionov. Ti ioni, krom, vanadij, železo, mangan ..., vplivajo na absorpcijo vidne svetlobe, čeprav jih je v mineralu gostitelju običajno manj kot 0,1 mas %. Zato niso del splošne kemijske formule minerala. Primer takšnega minerala je korund. Če je draguljarske kakovosti in ima primes kroma, je rdeč (rubin), če ima primes titana, pa je moder (safir). Če kristale korunda, ne glede na to, ali so rdeči ali modri ali kakorkoli drugače obarvani, zdrobimo, bo nastal bel prah. Takšni minerali so alokromatski minerali in seveda niso primerni za uporabo kot naravni pigmenti. Tretja skupina mineralov ima barvo zaradi vključkov, ki so lahko drugi minerali, dvojčične lamele itd. Primer iz prakse so minerali



■ Grafit v obliki, primerni za svinčnik

iz Alincev v Makedoniji, kjer so v pegmatitnih žilah najprej kristalili igličasti kristali arfvedsonita, kasneje pa še kristali mikrokлина, albita, kremen in drugi. Albit, mikroklin in kremen so brezbarvni minerali. V Alincih pa so temno zeleni do črni, saj vsebujejo številne temnozeleno do črne vključke arfvedsonita. Podobno je rdeči

jaspis kot drobnozrnat kremen rdeč zaradi vključkov hematita. Ta je lahko rdeč ali siv, ko ga zdrobimo, pa je vedno rdeč. Za naravna barvila so torej primerni minerali, ki imajo svojo lastno barvo, ki jo ohranijo tudi potem, ko mineral spremenimo v droben prah. Izdelava pigmentov iz naravnih mineralov je razmeroma preprosta. Najprej je treba izbrati čim bolj čiste, enovite in barvno enake vzorce ustreznega minerala. Sledi drobljenje minerala v čim bolj fin prah. Če se sliši preprosto, pa v praksi ni tako. V naravi imajo minerali številne vključke in ti lahko zelo vplivajo na barvo pigmenta. Zato imajo nekateri naravni pigmenti iz mineralov po dva, tri ali celo do deset odtenkov ene barve. Nekateri pigmenti so obstojni, drugi se sčasoma spreminjajo, tretji so lahko precej strupeni.

Od zlatega sijaja do rudniškega prahu

Avripigment je arzenov sulfid značilno rumene barve s skoraj zlatim sijajem. Veliko so ga uporabljali v srednjem veku tako za pisanje kot risanje. Primeren je za risanje z jajčno tempero, oljno slikanje in

NARAVNI MINERALI, KI SO UPORABNI KOT NARAVNO BARVILO ALI PISALO

avripigment	As_2S_3	svetlo rumena z zlatim nadihom
azurit	$Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$	temno modra
cinabarit	HgS	rdeča
dioplas	$CuSiO_3 \cdot H_2O$	zeleno
galenit	PbS	siva
grafit	C	temno siva
greenockit	CdS	(svetlo) rumena (in rdeča)
hidrocercusit, beli svinec	$Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$	bela
krizokola	$(Cu,Al)_2H_2Si_2O_5(OH)_4 \cdot n H_2O$	zelenkasto modra
lazurit (lapis lazuli: (lazurit, hauyn, kalcit, pirit)	$Na_7Ca(Al_6Si_6O_{24})(SO_4)(S_3) \cdot H_2O$	modra
limonit, okra	Fe oksidi in hidroksidi	svetlo do temno rjava
magnetit	Fe_3O_4	črna
malahit	$Cu_2(CO_3)(OH)_2$	zeleno
realgar	As_4S_4	rdečkasto oranžna
vivianit	$Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$	modrikasta
volkonskoit	$Ca_{0.3}(Cr,Mg,Fe)_2((Si,Al)_4O_{10})(OH)_2 \cdot 4 H_2O$	zeleno

■ Številni zidovi v Pompejih so pobarvani s cinobrom.

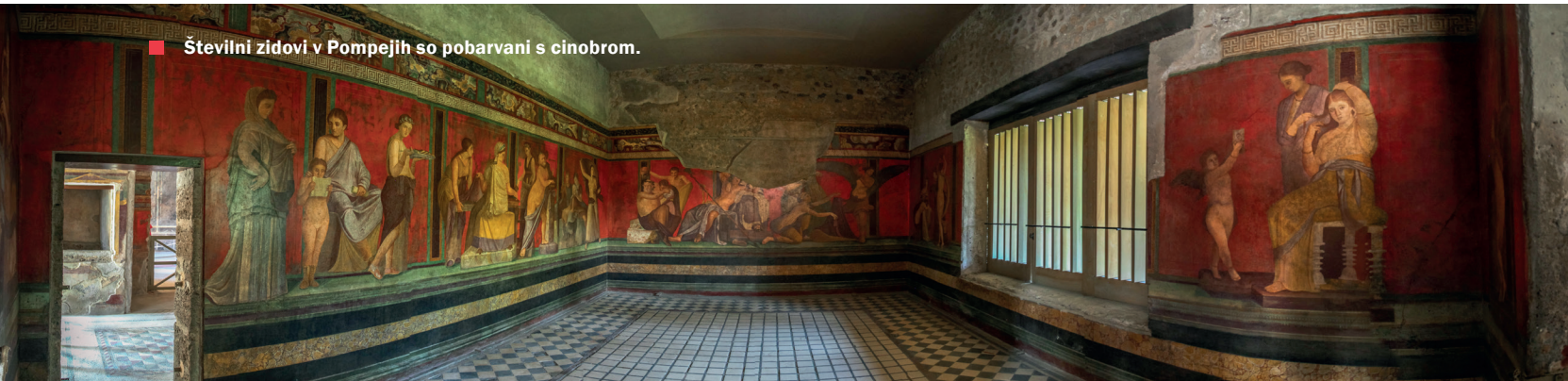




Foto: Miha Jeršek

■ **Realgar je bil cenjen vir naravnega pigmenta (Alšar, Severna Makedonija).**

akvarelno slikanje. Samostojno ali kot dodatek k drugim pigmentom so ga uporabljali antični in srednjeveški slikarji. Njegova uporabnost je predvsem zaradi navidezne podobnosti z zlatom, ki je od nekdaj zelena barva slikarjev. Ker vsebuje arzen, je pigment iz avripigmenta strupen.

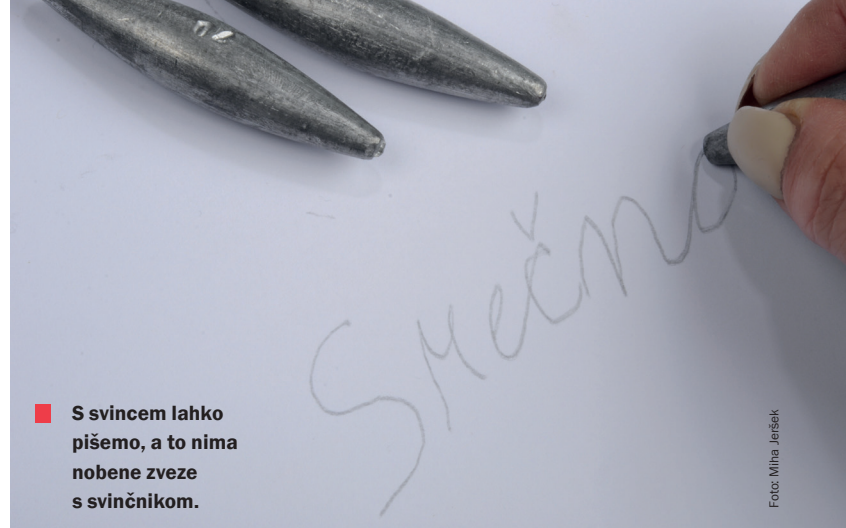
Realgar je, podobno kot avripigment, arzenov sulfid. Njegovo ime izvira iz arabske besede *raḥj al-gahr*, ki pomeni rudniški prah. Kot naravni mineralni pigment rdečkasto oranžne barve so ga uporabljali vsaj od začetka 13. stoletja v vzhodnem delu Azije in na Balkanskem polotoku, sicer pa so ga uporabljali vse od Egipta, preko Azije, Indije in na Kitajskem. Primeren je za risanje z jajčno tempero, oljno in akvarelno slikanje. Klasično nahajališče tega minerala je bilo v Alšarju v Severni Makedoniji.

Beneški prodajalci pigmentov so spodbujali uporabo novih pigmentov in med njimi sta bila tako avripigment kot realgar zelo cenjena in sta postala značilni barvi beneškega slikarstva v 16. stoletju. Nizozemski slikarji so v 17. stoletju z realgarjem slikali cvetove, v Angliji pa so ga uporabljali v 17. in 18. stoletju tudi kot pastelno barvo.

Lapis lazuli ni mineral, temveč kamnina, ki jo sestavlja lazurit, poleg pa so še hauyn, pirit, kalcit in drugi. Glavni mineral, ki daje modro barvo tej kamnini, je lazurit. Nahajališč tega plemenitega kamna ni veliko; najdemo ga v Afganistanu, Rusiji in Čilu. Najkakovostnejši lapis lazuli kopljejo že več kot 7500 let v Afganistanu. Ročno prebirajo kose kamnine, tako da izberejo najboljše dele brez vključkov drugih mineralov, ki lahko zelo vplivajo na odtenek modre. Primeren je za risanje z jajčno tempero, oljno slikanje in akvarelno slikanje.

Najstarejša uporaba pigmenta lapisa lazuli izvira iz 6. in 7. stoletja pr. n. št. v jamskih poslikavah in budističnih templjih v Afganistanu. Kleopatra je uporabljala prah lapisa lazuli kot senčilo za oči. V kitajskem slikarstvu je prisoten v 10. in 11. stoletju, kasneje pa tudi v japonskem lesorezu, kjer so ga uporabljali vse do začetka 20. stoletja. V Evropo so ga prinesli italijanski trgovci v 14. in 15. stoletju. Pigment iz lapisa lazuli, tradicionalno imenovan tudi ultramarin, je bil v renesansi najkakovostnejši in obenem najdražji modri pigment. Leta 1826 so iznašli sintetični ultramarin.

Malahit in azurit sta dva bakrova minerala iz skupine karbonatov, ki ju v naravi pogosto najdemo skupaj. Malahit se pogosto izloča v natečnih oblikah, ki spominjajo na kapnike. Tako nastanejo precej debeli masivni kosi malahita, ki so sestavljeni iz raznih zeleno



■ **S svinčcem lahko pišemo, a to nima nobene zveze s svinčnikom.**

Foto: Miha Jeršek

obarvanih plasti. Lahko so temno zelene ali svetlo zelene barve, odvisno od primesi glinenih mineralov. Zdrobljen zelen prah je bil v preteklosti eden najpomembnejših naravnih pigmentov.

Azurit je v naravi nekoliko redkejši. Kot modri pigment so ga uporabljali že v starem Egiptu, v Evropi pa je bil glavni modri pigment v slikarstvu od 15. pa vse do sredine 17. stoletja. Pigment iz azurita velja za najobstojnejši naravni pigment sploh. Ima pa to slabo lastnost, da je včasih pretemen ali pa vsebuje primesi malahita, kar mu daje zelenkast pridih.

Cinobar iz Idrije

Cinobar je sijajen rdeč prah, ki je že od pradavnine zelo cenjeno in obstojno barvilo. Risbe iz cinobra v Pompejih so se kljub katastrofalnemu vulkanskemu izbruhu leta 79 našega štetja in zasutjem mesta z vulkanskim prahom zelo dobro ohranile. Zanimiv je tudi zato, ker so ga pridobivali prav pri nas, v Idriji – naravnega z mletjem bogate cinabaritne rude, umetni cinobar pa iz živega srebra in žvepla. Cinobar so v Idriji izdelovali že od začetkov rudarjenja. Leta 1782 so postavili sodobno opremljeno tovarno cinobra na desnem bregu Idrijce, ki je z vmesnimi prekinitvami delovala do leta 1918. V njej so cinobar izdelovali po suhem in mokrem postopku. Izdelava cinobra pomeni začetek kemične industrije na Slovenskem. Izdelovali so ga v kar dvanajstih odtenkih rdeče.

Naravni pigmenti, narejeni iz mineralov, se še vedno uporabljajo, čeprav so jih v glavnem nadomestili umetni. Toda svinčniku se ne bomo odpovedali, kar pomeni, da bodo minerali, naravni ali predelani, vseskozi spremljali našo civilizacijo, in to ne glede na uporabo računalnikov in drugih medijev. Ljudje pač radi pišemo in ustvarjamo tudi »na papirju«.

■ **Cinobar iz Idrije, zapakiran v papirnat ovoč.**

