

**Univerzita Karlova**

**Filozofická fakulta**

**Ústav pro klasickou archeologii**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Martin Balda**

**Využití pigmentů k přípravě listů a k malbě  
antické keramiky**

**Use of pigments for covering and painting of ancient ceramics**

**Praha 2023**

**Mgr. Petra Tušlová, Ph.D.**

## **Poděkování**

Chtěl bych zde poděkovat svojí rodině za podporu během studia a během psaní této práce. Zároveň chci poděkovat Mgr. Petře Tušlové, Ph.D. za vedení této práce a její věcné připomínky a rady.

## **Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Využití pigmentů k přípravě listů a k malbě antické keramiky“ vypracoval samostatně a vyznačil všechny citace z použité literatury a pramenů.

V Praze dne 31. července 2023

.....

*Martin Balda*

## **Abstrakt:**

Tato bakalářská práce se zabývá zpracováním a aplikací pigmentů na keramické vázy v období antiky. Cílem práce je podat ucelený souhrn znalostí o antických pigmentech a analyzovat vliv materiálů, technologických postupů, výpalu keramiky a pecních struktur na tyto pigmenty. Práce se v první kapitole zabývá získáváním a zpracováním keramických jíílů a tvorbou keramických nádob. V druhé kapitole je věnován prostor procesu výpalu a vypalovacím strukturám. Třetí kapitola shrnuje veškeré pigmenty objevující se na antické keramice a rozděluje je na pigmenty aplikované před výpalem a na studené pigmenty aplikované po výpalu. Poslední tři kapitoly se věnují třem velkým skupinám antické keramiky a jejím zástupcům – černě listrované keramice (černofigurová a červenofigurová keramika), červeně listrované keramice (korálová červeň a terra sigillata) a bílým lekythům. Práce vychází ze monografií světových expertů na antickou keramiku a také z článků shrnující nejnovější poznatky.

## **Abstract:**

This bachelor thesis deals with the processing and application of pigments on ceramic vases in antiquity. The aim of the thesis is to provide a comprehensive summary of the knowledge on ancient pigments and to analyse the influence of materials, technological processes, pottery firing and kiln structures on these pigments. The first chapter of the thesis deals with the extraction and processing of ceramic clays and the formation of ceramic vessels. The second chapter deals with the firing process and firing structures. The third chapter summarizes all pigments appearing on ancient ceramics and divides them into pigments applied before firing and cold pigments applied after firing. The last three chapters are devoted to three major groups of ancient pottery and their representatives-black-listed pottery (black-figure and red-figure pottery), red-listed pottery (coral red and terra sigillata), and white lekythoi. The work is based on monographs by world experts on ancient ceramics and also on articles summarizing the latest findings.

## **Klíčová slova:**

antická keramika, listr, pigmenty, malba, technologie, pece

## **Key words:**

ancient ceramics, slip, pigments, paint, technology, kilns

# Obsah

Úvod .....	7
<b>1 Tvorba keramické nádoby.....</b>	<b>9</b>
1.1 Jíl a barva surových jílu .....	9
1.2 Voda a její interakce s jílem.....	11
1.3 Příměsi a neplastické složky .....	13
1.4 Získávání a zpracování jílu .....	14
1.5 Vytvarování keramické nádoby .....	15
1.6 Vysoušení a finální úpravy.....	16
<b>2 Vypalovací struktury a technologie výpalu.....</b>	<b>18</b>
2.1 Definice a zařazení vypalovacích struktur .....	18
2.2 Otevřené struktury.....	18
2.3 Pecní struktury .....	19
2.4 Typologie a členění dvoukomorových pecí .....	20
2.5 Palivo.....	20
2.6 Teplota, čas a atmosféra .....	21
2.7 Změny v keramice.....	22
2.8 Třífázový výpal .....	23
<b>3 Dekorace a pigmentace keramické nádoby.....</b>	<b>24</b>
3.1 Dekorace .....	24
3.2 Pigmenty a barviva.....	25
3.3 Pigmentace v antice.....	26
3.4 Pigmentace před výpalem .....	27
3.5 Listr .....	28
3.6 Techniky pigmentace před výpalem .....	29
3.7 Výpal pigmentů nanesených před výpalem .....	31
3.8 Pigmentace po výpalu .....	31
3.9 Malba.....	32
3.10 Druhy studených pigmentů .....	33
3.10.1 Černé pigmenty .....	34
3.10.2 Zemité a okrové pigmenty .....	35
3.10.3 Další červené, žluté a oranžové pigmenty .....	38
3.10.4 Bílé pigmenty.....	39
3.10.5 Modré a zelené pigmenty.....	40

<b>4</b>	<b>Černě listrovaná keramika .....</b>	<b>42</b>
4.1	Složení černého listru .....	42
4.2	Aplikace a výpal černého listru.....	43
4.3	Černofigurová keramika.....	45
4.4	Červenofigurová keramika.....	46
<b>5</b>	<b>Červeně listrovaná keramika .....</b>	<b>49</b>
5.1	Korálová červeň .....	49
5.2	Terra Sigillata.....	50
5.3	Složení a výrobní techniky.....	50
5.4	Výrobní centra.....	51
<b>6</b>	<b>Bílé lekythy.....</b>	<b>54</b>
6.1	Technika bílých lekythů .....	54
6.2	Bílá podkladová vrstva.....	54
6.3	Polychromní pigmentace.....	55
	<b>Závěr .....</b>	<b>57</b>
	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>59</b>

# Úvod

Výrobky z keramické hlíny patří k prvním materiálním projevům lidstva. Keramika a z ní vyráběné keramické nádoby jsou tu s námi už tisíce let, a tak není divu, že během tak dlouhé doby prošly velmi rozmanitým vývojem, a to jak tvarovým, tak vývojem v oblasti dekorace a pigmentace. Vedle tvaru je právě dekorace – proužky, ornamenty, figurální scéna atd. a od ní se odvíjející kompozice barev to, co člověka uchvátí jako první, když se na keramickou nádobu podívá. Hrnčíři v průběhu staletí museli vyvinout značné úsilí v pozorování a neustálém zkoušení nových postupů, aby našli, osvojili si a dál zdokonalili techniky a procesy výroby keramických nádob. A i v tomto dlouhém procesu hrají pigmenty, nositelé různorodých barev, velmi důležitou úlohu.

Mohou nám prozradit technologické postupy jejich přípravy, technologii vypalování keramiky v keramických pecích nebo proces jejich získávání. Pokud je např. známé naleziště určitého pigmentu, je možné ho dát do kontextu s nově nalezenou nádobou s tímto pigmentem o několik kilometrů dál. Tak lze rekonstruovat i třeba celé výrobní nebo obchodní trasy. Zkoumání pigmentů je tedy mimořádně prospěšné vzhledem k tomu, že díky němu můžeme lépe pochopit dávné civilizace – jejich chování a myšlení. Zvláště, když v dnešní době nabírá výzkum starověkých pigmentů a polychromních objektů celkově na intenzitě.

Tato bakalářská práce se zaměřuje, jak je z názvu a předchozího odstavce patrné, na pigmenty používané v období starověkého Řecka a Říma k dekoraci keramických váz. Cílem práce je objasnit, jaké technologie a procesy se používaly ve výrobě a k aplikaci pigmentů na keramické vázy, jaké materiály se používaly pro daný pigment, a jakou roli v procesu hrál výpal keramických váz. Práce se dělí do šesti kapitol. První kapitola je věnována získávání jílu, jejich zpracování, a to od přerodu v keramický materiál až po keramickou vázu připravenou k dekoraci. Druhá kapitola pokračuje zkoumáním procesu vypalování vytvarované a vysušené keramické nádoby a zároveň se soustřeďuje na objekty, kde k přeměně keramiky za vysokých teplot docházelo, totiž na keramické pece, jejich typy a členění. Třetí kapitola se věnuje vztahu dekorace a pigmentace a zkoumá pigmenty v antickém světě. Zbylá část této kapitoly se věnuje pigmentům a pigmentačním technikám před vypalováním jako je např. listr nebo technika redukce železa a následně studeným pigmentům po vypalování. Tato část obsahuje přehled nejpoužívanějších pigmentů v antice. Čtvrtá kapitola se věnuje černě listrované keramice. Nejprve se zaměřuje na složení a aplikaci listru, a také na průběh výpalu, který je zde velmi zásadní. Nakonec se věnuje dvěma nejdůležitějším tradicím černě listrovaných nádob –

černofigurové a červenofigurové keramice. Pátá kapitola pojednává o další velké skupině keramiky, a to červeně listrované. Nejprve se stručně zabývá technikou korálové červeně a následně se detailně zabývá keramikou zvanou terra sigillata. Opět zkoumá složení a aplikaci listru a typická výrobní centra a jejich specifika a zvláštnosti. Poslední kapitola se zabývá technikou bílých lekythů, která se vyznačuje různorodou polychromií.

Bakalářská práce se snaží vycházet z monografií, sborníků i nejnovějších článků, které byly v minulosti publikovány. Jedná se hlavně o monografie Roberta B. Heimanna a Marina Maggettiho (2014), Prudence Rice (1987) nebo Carly M. Sinopoli (1991). Z článků z nedávné doby je možné zmínit Richarda Jonese (2021), Georgiose P. Mastrotheodorose a Konstantinose Beltsiose (2022) nebo článek na téma terra sigillata od Phillippe Sciau, Corinne Sanchez a Elisabetty Gliozzo (2020).



# 1 Tvorba keramické nádoby

Pochopení výrobního procesu, který přetváří surové materiály do stavu v podobě hotových keramických nádob, je pro archeologické zkoumání nádob samých i všeho, co je s keramickou produkcí spojeno (včetně pigmentace), velmi důležité (ORTON – TYERS – VINCE 1993, 113). Výrobní proces je v jádru založen na vlastnostech třech surovin, které se navzájem ovlivňují, a jejichž charakteristika a role v procesu výroby, od získání surovin po hotovou nádobu čekající na pigmentaci a výpal, bude předmětem prvních podkapitol této kapitoly. Jedná se o **jíl, příměsi** (neplastické, minerální nebo organické materiály) a **vodu**. Až po těchto třech surovinách přichází na řadu další materiály jako barvicí prostředky, pigmenty nebo také palivo při výpalu (SINOPOLI 1991, 9). Ty budou předmětem následujících kapitol.

Výrobní proces lze definovat jako sled po sobě jdoucích fází, které formují finální produkt a ovlivňují jeho vlastnosti. Celkový výsledek výrobního procesu se tak odvíjí od složitých vzájemných vztahů mezi těmito fázemi i jednotlivými kroky. Záleží např. na složení materiálu, použitých nástrojích, schopnostech hrnčíře nebo výrobním prostředí, ale také na tom, jaké vlastnosti má mít požadovaný finální produkt. Jedná se o těchto sedm fází: 1) **získávání** surových materiálů, 2) **příprava** surových materiálů, 3) **vytvarování** nádoby, 4) **úprava** nádoby **před výpalem**, 5) **sušení**, 6) **výpal** a 7) **úprava** nádoby **po výpalu** (ORTON – TYERS – VINCE 1993, 114). Tato kapitola se věnuje všem fázím v procesu, kromě výpalu samotného a pigmentace před ním a po něm. Vyjmuté fáze jsou totiž samostatně rozpracovány v následujících kapitolách.

## 1.1 Jíl a barva surových jílu

Základní surovinou potřebnou k výrobě keramických nádob je jíl. **Obecná definice** jílu jej považuje za „velmi jemnozrnný sediment s velikostí částic menší než dvě tisíce milimetrů“ (SINOPOLI 1991, 10). Detailnější jsou definice Rice (1987, 36) i Shepard (1965, 6), které jíl definují jako jemnozrnný zemitý materiál, který se po kontaktu s vodou stává plastickým. Plasticita umožňuje jílovou masu formovat do požadovaných tvarů, ve kterých po vyschnutí zůstává, a pokud je vystavena po určitou dobu vysokým teplotám, ztvdne v trvanlivý předmět (SINOPOLI 1991, 10).

Přírodní jíly jsou, jakožto sedimenty, produkty zvětrávání hornin často vyvřelého původu v zemské kůře. Nejen minerální složení tzv. mateční horniny, ale i další minerály (např. křemen, živec nebo slída) ovlivňují výsledné složení jílu (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 22). Velký vliv

na složení a vlastnosti jílu (i např. na barvu) má totiž způsob sedimentace, který je dělí na dvě základní skupiny. **Primární** jíly (také reziduální) zůstávají v kontaktu se svojí mateční horninou, ze které vznikly, a vyznačují se složením z tvrdších minerálů a méně organického obsahu. Tvorba takových ložisek je velmi časově náročná, a přestože mohou být velmi hluboká, často jsou velmi úzká a pro těžbu nevhodná (SHEPARD 1965, 11). **Sekundární** jíly (také transportované nebo sedimentární) byly zaneseny na místo sedimentace pomocí řek, větru, ledovců nebo moře. Do této kategorie spadá většina jílu vhodných pro výrobu keramiky (ORTON – TYERS – VINCE 1993, 114). Vlastnosti těchto jílu se liší v závislosti na způsobu sedimentace. Například jíly uložené v řekách mají vysoký podíl písku a bahna (SHEPARD 1965, 11).

Většina jílu se **chemicky** skládá z poměru produktů zvětralých křemičitanů (*silikátů*) – oxidu křemičitého ( $SiO_2$ ) a oxidu hlinitého ( $Al_2O_3$ ) spolu s vodou ( $H_2O$ ). Kromě nich se v tropických oblastech objevují ještě jíly vzniklé laterizací v acidním prostředí složené z vodnatých oxidů železa a hliníku (RICE 1987, 40). Chemické složení je důležitou informací při identifikaci původu keramických nádob. Díky odlišnostem v chemickém složení, minerální skladbě a vzorcům uspořádání různých minerálních částic lze přímo definovat určité druhy jílu a určit jejich výskyt v prostoru.

**Mineralogicky** jsou tak nejčastější tzv. dvouvrstvé a třívrstvé jíly (podle počtu vrstev sítí ve vnitřní struktuře) ze skupiny vrstevnatých silikátů (*fylosilikátů*) složených z čtyřstěnnů (*tetraedrů*) v krystalické mřížce. Nejčastějším zástupcem **dvouvrstvých** jílu je kaolinit, produkt zvětrávání živců v humidním prostředí (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 29). **Třívrstvé** jíly jsou typicky smektity a illity, které často byly používány hrnčíři na tvorbu listru (*slipu*) a jiných dekorativních prvků. Jílové minerály mají odlišnou sílu vazeb ve vnitřní struktuře, což ovlivňuje absorpci vody i plasticitu. Navíc ovlivňují výsledné vlastnosti keramické nádoby jako např. míru smrštění, barvu, pevnost nebo reakci na teplo (SINOPOLI 1991, 10).

Jíl má přirozenou barvu, která závisí na několika proměnných jako druh mateční horniny, místo a způsob sedimentace atd. **Barva v surovém stavu** se může odlišovat od barvy po výpalu keramiky a závisí především na míře obsažených organických **příměsí** a sloučenin železa. Organické příměsi v závislosti na povaze a množství zabarvují jíl do šeda až černa. Sloučeniny železa, ve kterých je železo plně zoxidované, jako oxid železitý ( $Fe_2O_3$ ) obsažené v hematitu nebo vodnatých oxidech jako goethit nebo limonit jíl zbarvují do červena, žluta a světle až tmavě hněda. Minerály s ne plně zoxidovaným železem jako magnetit, pyrit nebo siderit

dodávají šedé odstíny. Silikáty obsahující železitý stav železa jako glaukonit nebo chlorit dodávají jílu nazelenalou barvu, velmi vzácné fosforečnany železa zase zelenou, modrou a červenou (SHEPARD 1965, 16). Výsledný odstín barvy záleží nejen na příměsích, ale také na **jílu** – na velikosti zrn a jejich distribuci. Např. oxid železitý se vyskytuje v jílu jako povlak na jílových zrnech. Tedy čím menší zrna budou, tím více bude potřeba oxidu železitého k pokrytí větší celkové plochy. Barva jílu se ale mění jen málo a není z ní možné odvodit množství dané příměši (IBIDEM, 16).

Také není příliš možné předvídat barvu vypálené keramiky z barvy surového jílu, a to především proto, že do procesu vstupuje **fáze výpalu**, během které probíhají různé chemické reakce (např. oxidace, dehydratace nebo dekompozice), které mění konečný odstín. Archeologie tak umí odhadnout původní barvu surového jílu z nalezené nádoby jen velmi obecně (IBIDEM 1965, 16-17).

Barva a textura jsou důležité aspekty finálního vzhledu nádoby a jsou mimo jiné závislé na **chemickém složení** jílu a typu výpalu. Dále záleží na množství a distribuci železných minerálů a organických příměsí. Pokud tyto příměši jílu neobsahuje, jeho barva po výpalu bude krémová až bílá. Železné příměši zbarvují jílu do červena až hněda pokud jsou vystaveni oxidaci, při redukci mění barvu na šedou až černou. Neplně oxidované organické příměši zbarvují tělo keramiky do tmavě hnědé, černé nebo šedé barvy. Pokud se organika objeví na povrchu, při výpalu shoří a zanechá na místě černý důlek. Protože v tradiční peci nejsou stejné podmínky ani v kontextu jednoho výpalu, mohou jednotlivé nádoby vykazovat odlišné barevné odstíny (SINOPOLI 1991, 12-13). Proto barva již vypálených jílu závisí spíše na průběhu výpalu (doba výpalu, teplota, způsob) než na barvě surového jílu.

## 1.2 Voda a její interakce s jílem

Voda je v celém procesu zcela zásadní, protože jen ve spojení s ní se jílu stává plastický. Kromě toho hraje roli i když jílu opouští (viz dále). **Plasticita**, základní vlastnost jílu, je schopnost jílu být vyformován tlakem do určitého tvaru a zachovávat ho poté, co tlak přestane. Vzniká při kontaktu s vodou, která vytvoří vrstvu okolo jílových částic. Voda se chová jako lubrikant umožňující jílovým částicím po sobě klouzat (SINOPOLI 1991, 11). Jílu přichází o plasticitu při vypařování vody, při zvlhčení ji opět získává, při výpalu tuto schopnost ztrácí a stává se odolným vůči okolním vlivům. Velmi záleží na velikosti a tvaru částic. Kvalitnější jíly s menšími částicemi disponují větší plasticitou, protože částice disponují větší celkovou plochou

povrchu, která může být lubrikována vodou. Naopak hrubé jíly s příměsemi s relativně velkými částicemi jsou ze stejného důvodu méně plastické (RICE 1987, 58).

Když voda, nejčastěji během **sušení**, jílu opouští, dochází k vypařování vody a **smršťování**. Při tom dochází ke snížení objemu a váhy keramické hmoty. V keramické hmotě se nacházejí čtyři typy vody, které ji opouštějí za odlišných podmínek. Nejdůležitější typ je **smršťovací voda** (*shrinkage water*) oddělující od sebe částice jílu podstatnými vzdálenostmi, což způsobuje nízkou hustotu jílové masy. Při vysychání se částice zase přibližují k sobě a celá masa se smršťuje. Když na sebe částice dosednou, smršťování už neprobíhá, voda ale v nádobě zůstává pořád (IBIDEM, 64). Jde o **pórovou vodu** obsaženou v kapilárách jílu, kterou sice lze vypařit i při pokojové teplotě, ale proces je pomalý a neefektivní. Dále se v jílu nachází voda povrchově absorbovaná a voda v krystalických mřížkách, které vysychají až při teplotách od 110 do 600 °C (viz kapitola 3) (IBIDEM, 65).

**Proces** vysoušení a smršťování probíhá ve dvou fázích. V první fázi probíhá vysychání konstantním tempem až do kritického bodu, kdy vznikne kožovitý stav. V této fázi se snižuje objem výrobku i hmotnost. Ve druhé fázi vysychá pórová voda, objem ani hmotnost se už nemění, protože váhu vody přebírá vzduch. V této fázi dochází k tlakům a praskání. Protože je v **hrubších jílech** více příměsí, mající větší kapiláry, je třeba méně vody. Proto voda opouští hrubší jíly lépe a nádoby tak méně praskají (IBIDEM, 66). **Jemné jíly** je naopak těžké sušit, protože díky různě rychlému schnutí v různých částech nádoby dochází k napětí, které vytváří pohledem neviditelné praskliny, jejichž následek je praskání nádob (IBIDEM, 67). Způsob vytvarování nádoby může vést k smršťování v určitém směru, určeném podle směru jílových částic. Nejvíce se to týká ostrých změn směru tvaru nádoby. Způsob tvarování může vést k nerovnoměrnému sušení a praskání. Napětí také vzniká tím, že dříve schnou vnější a vrchní povrchy, protože jsou vystaveny vzduchu. Vnitřní a spodní části nádoby schnou déle (IBIDEM, 67–70).

Pro výrobu keramiky může být použita také **slaná voda**. Ta může obsahovat různé typy rozpuštěných solí, nejčastěji chlorid sodný (*NaCl*). Dochází k tomu v případě, že je při výrobě použita mořská voda. Ta je buď přímo přimíchaná ve směsi nebo se v ní namáčejí hotové nádoby před výpalem. Tyto soli se stávají součástí směsi a v kombinaci s jílem bohatým na vápno může vzniknout bílá povrchová vrstva na nádobě, která se občas zaměňuje za listr (*slip*) (ORTON – TYERS – VINCE 1993, 115-116).

### 1.3 Příměsi a neplastické složky

Poslední složku hlíny tvoří **nečistoty** (*impurities*) a **příměsi** (*tempers*). Čisté jíly jsou v přírodě totiž vzácné. Většinou se hlavní materiál mísí během pohybu se sedimenty. Primární jíly obsahují nejčastěji kombinaci zbytků mateční horniny s dalšími horninami. Sekundární jíly mohou obsahovat minerály z několika zdrojů, také soli a organickou složku. Existují dvě skupiny příměsí – velké hrubé částice a jemný koloidní materiál (částice pod 1  $\mu\text{m}$ ). **Hrubé příměsi** vytváří strukturu jílu v daném poměru k hmotě, mají danou velikost a tvarovou strukturu. Textura a velikost příměsí se měří geologickými škálami – největšími jsou kamínky, pak štěrk, písek a nakonec kal. Běžnými příměsemi jsou křemičitý písek, vápenec, sopečný písek, směsi materiálů (slída, živec, rohovec, železité materiály), zbytky bláta (sedimenty pod 0,6 mm) a bahna (sediment s alespoň 50 % organiky) (RICE 1987, 72). Tvarová struktura je důležitá pro držení materiálu pohromadě. Kulaté povrchy drží pohromadě hůře a nádoba je pak křehčí. Ploché povrchy (např. slídy) jsou náchylné z úhlu kolmého na směr příměsí. Optimální jílu potřebuje příměsi hranaté a v různých velikostech. Příměsi se spojí s jílem svými hranami, menší příměsi vyplní prázdná místa a nádoba bude silná. Příměsi také hrají roli při výpalu nádoby (IBIDEM, 74).

Příměsi uměle přidané se dělí na tři skupiny podle svých vlastností. **Ostřiva** snižují objem smršťování, snižují dobu vysoušení, možnost deformace a zlepšují vypalovací schopnosti (IBIDEM, 75). Měla by mít ostré hrany a být různé velikosti. Vytvářejí vnitřní uspořádání zabraňující deformacím během výpalu (TOMS 2019a). Ostřiva mohou být rostlinná vlákna, písek, sopečný popel, zlomky ulit, kamínky, keramika. V moderním hrnčířství se používá jílu s agregátem s přesnými poměry živce, jílu a křemene. Jako ostřivo je možné použít i rozemletá vypálená keramika (*grog*) (IBIDEM, 75–76).

**Taviva** slouží jako tmelící komponenta během výpalu (IBIDEM, 75). Na počátku se chovají jako ostřiva, ale při vysokých teplotách tají. Tím snižují porozitu a propustnost tekutin. Nevýhodou je, že nádoba měkne, takže může dojít i k jejímu kolapsu. Taviva jsou přírodního nebo umělého původu. Mezi přírodní se řadí živec, vápenaté minerály (vápenec, dolomit, sádrovec, mramor nebo křída) a další horniny. Do umělých patří frity nebo nežáruvzdorné šamoty (TOMS 2019b).

**Lehčiva** obdobně snižují plasticitu, snižují objem smršťování a usnadňují vysušení výrobku. Rozdíl je ten, že lehčiva zvyšují pórovitost struktury. Lehčiva jsou totiž hořlavá a během výpalu se z hmoty odstraní, čímž vznikne množství dírek a dutinek. Jsou organického a anorganického původu. Do organických řadíme piliny, hobliny, třísky, dřevitý prach, jehličí, semena, slámu,

zvířecí srst, rostlinná vlákna, kalafunu atd. Do anorganických patří saze, grafit, uhlí, dřevěné uhlí, koks nebo zuhelnatělé organické zbytky (TOMS 2019b).

## 1.4 Získávání a zpracování jílu

Jíl se hojně objevuje v mnohých částech světa. Nalézání nových jílových ložisek vyžaduje cestování, odkrývání a jejich transportování. To se týká nejen jílu, ale také příměsí, paliva, materiálů na nástroje a pigmentů pro dekorování, přičemž tyto materiály jsou často transportovány na větší dálku než jíly. Získávání surových materiálů a tím i jejich využití hrnčířem je ovlivněno několika faktory jako distribuce materiálu v prostoru, jeho cena a přístupnost, potřebné množství, náklady na dopravu a v neposlední řadě kulturní vnímání jeho hodnoty (SINOPOLI 1991, 15-16).

V praxi hrnčíři patrně **těžili** jíl na své výrobky lokálně (COOK 1997, 231) (asi 1–6 km podle ARNOLD 1985 In SINOPOLI 1991, 15). K dílně byl jíl **dopraven** zřejmě pěšky nebo pomocí zvířat s koši nebo jinými zásobníky, jak to bylo běžné v předindustriálních společnostech (SANTACREU 2014, 66). Vytěžený jíl se pak hromadil na dvoře u dílny, kde byl **skladován** a ponechán vlivu počasí (IBIDEM, 231). Jen málo přírodních jílu je tvárných bez jakékoli předchozí přípravy. Proto bylo nutné před zpracováním jílu **vyčistit** a zbavit jej určitých složek. Většinou se jednalo o hrubé minerální a organické materiály větší než 5 mm, které narušují strukturu materiálu a následně celé nádoby. Odstranění takových materiálů je prováděno buď **mechanicky** tj. ručně nebo **levigací** (*levigation*) (SANTACREU, 2014, 67-68). Jíl se smísí s vodou v sedimentační nádrži (PEACOCK in ORTON – TYERS – VINCE 1993, 117), kde se nechá odstát, dokud se hrubší a těžší složky neusadí na dno. Jemnější částice zůstávají navrchu v suspenzi, odkud je možné po vypuštění nádrže a vyschnutí odebrat jemný jíl (COOK 1997, 231). Poté jíl „**zrál**“ a **vysychal** patrně v řádu měsíců, Folsom (1967, 40) uvádí okolo šesti.

Během zrání se do jílu **přimíchávaly** (kromě jiných jílu) nejílové příměsi pro zlepšení keramických vlastností. Jednalo se o organické materiály (popel, slupky semen, sláma atd.) i neorganické materiály (písek, vápencová nebo jiná drť). Tyto příměsi musely mít správnou velikost zrn a být ve správném poměru k plastické složce (SINOPOLI 1991, 16). Nakonec se celá směs ještě **prohnětla** (*kneading*) a válela, aby se lépe spojila a zmizely vzduchové bubliny (COOK 1997, 231). Následně byl jíl připravený k vytvarování.

## 1.5 Vytvarování keramické nádoby

Vytvarování keramické nádoby je nejdůležitějším krokem před vypálením. Existují dva základní způsoby, jak řemeslně vytvarovat keramickou nádobu. Jde o techniku tvarování v ruce a vytočení pomocí hrnčířského kruhu (SINOPOLI 1991, 17). Prvotní technikou **tvarování keramiky v ruce** je způsob prostého **dloubání** (*pinching*). Nádoba je vyrobena jednoduše dloubáním prsty v jednom místě na povrchu keramické koule a dotvarováním do podoby nádoby. Takto byly vyrobeny nejstarší, velmi malé, keramické nádoby. O trochu náročnější jsou technika **válečkování** (*coiling*) a technika **tvorby z plátů** (*slab building*). Při válečkování se nádoba vytvoří vytvarováním spirály z ručně vymodelovaných hliněných válečků do požadovaného tvaru. Při tvorbě z plátů jsou zase jednoduše k sobě spojovány dva obdélné pláty tak, aby utvořily tvar nádoby, tj. dutého válce. Poslední metodou ptařící ještě do rušní tvorby keramiky, ale překrývající se i s použitím hrnčířského kruhu, je technika **vtačení do forem** (*moulding*). Při této metodě je nutné vyrobit formu, do které se keramická hlína vtačí a čímž získá určitý tvar. Takové formy se vyráběly z několika materiálů jako např. sádry, kamene nebo keramiky. Formy sloužily k rychlé produkci téměř identických tvarů s možností reliéfní dekorace (IBIDEM, 17-20).

**Hrnčířský kruh**, jako otočná plošina, umožňuje hrnčířům využívat principy odstředivé síly (IBIDEM, 21). Vznikl na blízkém východě asi okolo roku 4000 př. n. l. a umožnil produkci velkého množství keramiky. V Řecku se objevil přibližně okolo roku 1800 př. n. l. a v jižní Itálii okolo roku 750 př. n. l. (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 43). Přes jeho všeobecné rozšíření jsou ale archeologické nálezy velmi fragmentární. Díky těmto, a především dalším historickým a etnografickým pramenům jsou rozlišovány dva základní druhy keramického kruhu lišící se konstrukcí a účelem (ORTON – TYERS – VINCE 1993, 120). První **jednoduchý** (*simple/single*) typ je kruh přímo rotující na vystouplém centrálním bodě. Roztočený kruh je v rovnovážné poloze, v klidu zůstává buď v rovnováze nebo v určitém úhlu na straně. Na povrchu má obvykle malou prohlubeň, do které se zasouvá tyč, kterou se kruh roztáčí (ORTON – TYERS – VINCE 1993, 120). Druhý **kopací** (*kick/double*) typ je tvořen z dvou kruhů připevněných na dlouhou centrální osu ukotvenou vespod v důlku a nahoře, pod jedním z kruhů, uchycen v platformě. Horní menší kruh slouží k vytáčení a spodní větší, upevněný nad důlkem, udržuje hybnost vzniklou hrnčířovým kopem (IBIDEM 121-122).

**Tvorba keramiky** vytáčením na kruhu je náročným procesem. Je potřeba jemnější keramická hmota a větší množství vody než při tvorbě v ruce, a to hlavně proto, aby mohl hrnčíř hmotu lépe vytahovat a neměl neustále suché ruce. Proces začíná položením keramické koule na kruh a jejím vycentrováním. Je nutné, aby častým vlhčením rukou udržovali hrnčíři během celého procesu hlínu vlhkou. Koule se poté otevře a stěny nádoby se rovnoměrným tlakem zevnitř i zvenku zvedají a tvarují. Po vytvarování se nádoba sejme z kruhu pomocí drátu. Alternativou ke kouli je vytáčení z masy, kdy se nádoby formují z velkého bloku připravené hlíny. Tato technika je účinná při výrobě podobných nádob a jejím výsledkem je charakteristický spirálovitý vzor na dně nádoby (SINOPOLI 1991, 21-23).

## 1.6 Vysoušení a finální úpravy

Po vytvarování nádoby je možné přistoupit k **sušení** (*drying*). Během něj je mechanicky se vylučuje voda spjatá s jílovými částicemi. Sušení probíhá na volném vzduchu nebo k tomu určeným přístřeškům. Během sušení nastává **smršťování** (*shrinkage*), tedy stav, kdy nádoba nerovnoměrně ztrácí objem a váhu, v důsledku čehož nastávají tlaky, které mohou vyústit od prasklin na povrchu až po prasknutí celé nádoby. Na tomto místě je nutné zmínit, že během sušení se na povrchu koncentrují jemné jílové částice a rozpuštěné soli, které mohou ovlivnit barvu nádoby během výpalu. Jde tak o další jev (odlišný od listru, malby atd.) vstupující do procesu pigmentace (ORTON – TYERS – VINCE 1993, 126). Po vysušení většiny vody si nádoba zachovává svůj tvar, čímž ztratila velkou část své plasticity. V tento moment nastává **kožovitý stav** (*leather-hard state*) (SINOPOLI 1991, 23). Kožovitý stav je poslední fáze před výpalem, a proto se při ní provádí konečné úpravy a následně mechanická a pigmentová dekorace.

Za **konečné úpravy** se považují různé úpravy povrchu a tvaru nádoby, hlavně zbavení povrchu nerovností či ztenčení stěn. Typicky se používají techniky **seřezávání** nadbytečného jílu (*scraping*) nebo **odkrojování** (*trimming*) různými nástroji podobnými noži (ORTON – TYERS – VINCE 1993, 126). Následně jsou prováděny techniky jako **hlazení** (*burnishing*) nebo jemnější **leštění** (*polishing*). Nakonec se přidávají na tělo nádoby ouška, apliky apod. (SINOPOLI 1991, 24-26).

Jsou dva základní typy dekorace: mechanická a pigmentová. **Mechanická dekorace** je starší a skládala se z činností jako rytí (*incising*), česání (*combing*) nebo razítkování (*stamping*) atd. (ORTON – TYERS – VINCE 1993, 126) (SINOPOLI 1991, 26). V rámci **pigmentové dekorace** se užívala barviva neboli pigmenty obsažené v nosném médiu. Patří sem techniky glazury, listru (*slipu*) a malby. Glazury se skládají z oxidu křemičitého a oxidů kovů určujících její barvu. Při



vysokých teplotách dochází k vitifikaci a glazura se stává sklovitou. Navíc se nanáší na už vypálenou keramiku, takže je zapotřebí dvou výpalů. Dále se však glazurám tato práce nevěnuje a soustředí se na zbývající dvě techniky (IBIDEM, 26-27).

## 2 Vypalovací struktury a technologie výpalu

Výpal je kvůli své nevratnosti a významným fyzicko-chemickým změnám považovaný za jednu z nejdůležitějších fází v celém výrobním procesu (stejně jako procesu pigmentace). Dva základní faktory ovlivňují výslednou podobu keramické nádoby. Prvním z faktorů je složení keramického těsta (viz kapitola 1), které je velmi různorodé, co se týče jílu a příměsí, ale obecně by mělo být dostatečně homogenní a kompaktní, aby stěny nádoby fázi vypalování vydržely. Druhým faktorem je strategie keramického výpalu. Ta zahrnuje hlavně **volbu typu vypalovací struktury a průběh výpalu** (SANTACREU 2014, 87).

### 2.1 Definice a zařazení vypalovacích struktur

Vypalovací struktura je pyrotechnologický objekt sloužící k výpalu za pomoci vysokých teplot a nabývá podob od prostých ohnišť až po sofistikované pece (THÉR – MANGEL 2015, 48). Dělí se proto v základu na struktury **otevřené** (*open firings*), ve kterých je keramika smíšena s palivem, a v **peci** (*kiln firings*), kde je oddělena (což ale nemusí vždy být) (ORTON – TYERS – VINCE 1993, 127). Tyto struktury byly používány v rámci širšího spektra aktivit, mezi které patří také tavení skla a rud nebo rafinaci kovů. Doklady o těchto strukturách obvykle vycházejí z etnologických a archeologických výzkumů (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 103). Zatímco jednoduché struktury jsou dobře zdokumentovány etnologicky, archeologicky jsou těžko prokazatelné vzhledem k tomu, že nezanechávají jednoznačné pozůstatky. Naproti tomu interpretace komplexnějších struktur je snazší v tom, že vychází z jejich specifické podoby, která je doložená v tradičním hrnčířství i antické ikonografii (THÉR – MANGEL 2015, 48). Z řeckého prostředí se zachoval unikátní soubor hliněných plaket z korintské lokality Penteskoufia, na kterých jsou vyobrazení pracující hrnčíři při těžbě v lomu, s hrnčířským kruhem nebo u vypalování keramiky (STISSI 2002, 76).

### 2.2 Otevřené struktury

Nejjednodušší formou otevřeného výpalu je **milíř** (*bonfire*). Obvykle probíhá tak, že je na kupu dřeva naskládána keramika, která se přikryje další, rychleji hořící vrstvou (dřeva, roští, trávy, hnoje atd.). Následně se zapálí spodní vrstva milíře a během hoření je často dodáváno další palivo. Po dohoření jsou nádoby buď ihned odebrány nebo se nechají vychladnout v popelu. Tímto způsobem je možné vypálit jednu, ale i stovky nádob (RICE 1987, 153). Hlavní výhodou milíře je jeho jednoduchost a dostupnost. Jinak má ale milíř mnoho negativ, především nízké

dosažené teploty (600-800 °C dle RICE (1987, 156)) a velkou spotřebu paliva v důsledku velkých tepelných ztrát. Milíř také nemá žádnou kontrolu přístupu vzduchu, a tak nádoby pod vlivem nerovnoměrně rozložených teplot praskají. Nádobám nedělá dobře ani přímý kontakt s hořícím palivem, které ovlivňuje barvu povrchu a zanechává na nich různé pruhy a šmouhy (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 105).

Zvláštní formou milíře je tzv. **zahloubený milíř** (*pit firing*). Jde v podstatě o milíř, u kterého jsou nádoby vloženy do vykopané prohlubně s průduchy pod palivem. Celý výpal je tak o něco efektivnější než u obyčejného milíře díky lepší izolaci tepla, takže má stabilnější atmosféru a je palivově úspornější. Je zde i možnost redukční atmosféry a tím pádem produkce černých hrnců (viz dále) (SINOPOLI 1991, 31). Nevýhoda je omezená kapacita prohlubně a malá možnost výpal řídit (VELDE – DRUC 1999, 108).

Nejpokročilejší formou otevřeného výpalu je struktura připomínající pec bez střechy (*oven* u SINOPOLI (1991, 31) nebo *pit-type kiln* u VELDE – DRUC 1999, 109). Jde o zahloubené i nezahloubené **struktury ohrazené** kruhovou nebo obdélnou ohradou z kamene nebo hlíny (SINOPOLI 1991, 31-32). Ohrada slouží jako další tepelná bariéra, a navíc dovoluje delší dobu výpalu (VELDE – DRUC 1999, 109). Keramika se zde stále mísí s palivem a kvůli permanentní konstrukci je možné tuto pec použít vícekrát (SINOPOLI 1991, 31-32).

## 2.3 Pecní struktury

Základní dělení podle umístění paliva rozlišuje pece jednokomorové (*single-chamber*) a dvoukomorové (*double-chamber*). V **jednokomorových** pecích je palivo spolu s keramikou jako u předchozí ohrazené pece, ale jsou zde dvě změny. První změnou je klenutá konstrukce navrhu a druhou skutečnost, že keramika již není pod, ale vedle paliva. Hrnčíři se tak do vynalezení roštu snažili předejít pádu keramiky, který by způsobil během výpalu její rozbití, pokud by ji umístili nad palivo (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 108).

Nejefektivnější a v antice velmi rozšířená byla pec **dvoukomorová** (dále už jen pec). Pec je kruhová nebo obdélná částečně zahloubená struktura se dvěma prostory. Ve spodním probíhá spalování paliva a do horního prostoru se ukládá keramika. Oba prostory jsou odděleny perforovaným roštem, který umožňuje přenos tepla do horního prostoru (HASAKI 2002, 1). Pece přináší mnoho výhod, zejména dosahují vyšších teplot, umožňují lepší regulaci teplot a snižují spotřebu paliva. Nejstarší známá keramická pec tohoto typu se objevuje v 6. tisíciletí př. n. l.

na lokalitě Yarim Tepe v dnešním Iráku (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 108). Do Evropy se pece rozšířily v průběhu neolitu a eneolitu (THÉR – MANGEL 2015, 48).

Pece se stavěly na místech vhodných pro keramickou dílnu. Byla to místa s blízkým zdrojem hlíny a paliva, dostupnou vodou a dobrou obchodní polohou. Pece byly často zapouštěny do svahů, aby si hrnčíři usnadnili práci, zlepšili stabilitu stavby a zlepšili izolační vlastnosti. Podle toho, jak byl svah strmý, mohla být v něm i komora na keramiku. Některé pece byly obehnány zdmi, a to nespíše proto, že patřily mezi nejdůležitější vybavení hrnčířské dílny (HASAKI 2002, 73-74).

## 2.4 Typologie a členění dvoukomorových pecí

Nejčastější a nejjednodušší pecí je **pec s vertikálním tahem** (*updraft kiln*), vzduch a teplo v ní proudí otvory v roštu nahoru do komory s keramikou a dále odchází otvorem v klenbě (SINOPOLI 1991, 32-33). Takový modelový typ se **člení** na několik částí, z nichž některé již byly zmíněny. Hlavní části pece se nazývají topeniště a peciště. Topeniště je složeno ze spalovací komory spojené s nakládací komorou (překrytou čelem pece), která je pomocí vyústění topeniště spojena s předpecní jámou, tj. obslužným prostorem pro přikládání, vymetání atd. V topeništi se nachází podpěra roštu (uprostřed) spolu s osazením roštu (na krajích) podpírající rošt. Nad roštem se nachází peciště vymezené pláštěm peciště, ve kterém je umístěn vývod spalin. Občas se objevuje ještě nakládací otvor ve stěně peciště. (THÉR – MANGEL 2015, 49).

Pece mají vlastní **typologii**, která se v průběhu času měnila. První typologii navrhla Cuomo di Caprio v roce 1971 a vycházela z půdorysu (kruhový, obdélný), umístění podpěr a kouřovodů římských pecí v Itálii a římských provinciích. Na její práci pak navázal Davaras, kterého zajímala přítomnost oddělených komor a typ podpěry roštu. V roce 2002 vznikla syntéza těchto typologií v práci Hasaki (2002) (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 108). Typologie dělí pece primárně dle jejich kruhového a obdélného půdorysu a sekundárně dle typu a počtu podpěr roštu (HASAKI 2002, 149). Pece s kruhovitým nebo hruškovitým půdorysem (I) se dělí na pět typů: I.a (kulatá), I.b (podélná), I.e (dvě podélné), I.f (bez podpěry), I.g (zesílení osazení). Pece s obdélným půdorysem (II) se dělí na čtyři typy: II.a (čtvercová), II.b (podélná), II.c (paralelní z protějších stěn), II.e (paralelní z jedné strany) (HASAKI 2002, 150-151).

## 2.5 Palivo

Na výpal má kromě jiného vliv také **palivo**. Množství a kvalita použitého paliva může významně ovlivnit jeho vhodnost pro konkrétní účel, protože se liší rovnoměrností tepla, které

poskytuje, a množstvím produkovaného kouře. Paliva produkují teplo různého charakteru, což může ovlivnit postup výpalu a ovlivnit konečný výrobek. Rozdíly v palivu mohou mít za následek také změny v barvě povrchu. Kromě ovlivnění produktu je podstatná i spotřeba. Heimann a Maggetti (2014, 127-128) demonstrují, že pece mohly být velmi náročné na spotřebu paliva a uvádí názorný příklad experimentální pece, která na osm hodin výpalu o teplotě až 1000 °C s průměrem komory 1,2 m spotřebovala 350 kg dřeva.

V etnografických záznamech hrnčíři často používají nekvalitní dřevo nebo vedlejší produkty zemědělských postupů, jako jsou odřezky, kokosové slupky nebo odpadní vlákna. Dalším běžným palivem je zvířecí trus ve formě sušených "koláčů" (ORTON – TYERS – VINCE 1993, 116). Hlavními druhy paliva používanými ve starověkých řeckých pecích bylo dřevo (borovice, cypřiše), olivové pecky a druhy venkovských rostlin jako například odřezky vinné révy, sláma, skořápky pistácií, mandlí nebo pichlavé keře (HASAKI 2002, 102-103).

## 2.6 Teplota, čas a atmosféra

Výpal keramiky je fáze výrobního procesu, kdy se teplu vystavená plastická jílová hmota stává pevným materiálem – nejprve ztrácí svoji vlhkost, a se zvyšujícím se horkem nastávají změny v samotné minerální struktuře, které zapříčiní permanentní ztvrdnutí. Tento proces ovlivňují tři základní proměnné, které je třeba nutno vnímat komplexně. Jsou jimi **atmosféra, teplota a čas**. Výsledek výpalu je spíše dán kontrolou těchto proměnných a snahou o dosažení určitých efektů než použitou technologií, protože fyzicko-chemické změny se objeví v milíři i současné moderní peci (RICE 1987, 80).

Pojmem **atmosféra** se myslí přítomnost určitých plynů během výpalu v peci, především kyslíku a dusíku. Existují dva druhy atmosféry, oxidační a redukční. **Oxidační** atmosféra nastává, když je v peci volná cirkulace vzduchu a kyslík se může hojně vázat na prvky v keramice. **Redukční** atmosféra naopak vzniká, když do pece není kyslíku umožněn přístup. Ostatní přítomné plyny vznikají z keramiky a hoření paliva. Jde zejména o páru ( $H_2O$ ), oxid uhličitý ( $CO_2$ ), oxid uhelnatý ( $CO$ ) a oxid siřičitý ( $SO_2$ ). Atmosféru je možné ovládat výběrem paliva a omezením přístupu vzduchu. To jde poměrně dobře u pecí, ale v případě otevřených struktur je to téměř nemožné, proto se u nich mluví o „částečné oxidaci“. Během výpalu lze atmosféru měnit nebo spojit s určitou fází (např. oxidační při max. teplotách a redukční na konec). Atmosféra má zásadní vliv na barvu keramiky a funguje jako hlavní nástroj k pigmentaci keramického povrchu (viz kapitoly 4 a 5) (RICE 1987, 81).

**Teplota** je ovlivněna technologií výpalu (milíře dosahují menších teplot než pece), druhem a množstvím paliva a atmosférou. Během výpalu mění a hrnčíři ji tak odhadovali podle barvy horké keramiky nebo kouře. Barva značila změny v keramice, které se dějí při určitém teplotním rozpětí. Rozpětí maximálních teplot, při kterém dochází k vypálení keramiky, se liší podle typu a složení materiálu. Nejdůležitější je rozpětí pro hliněné zboží (*earthenware*), které se pohybuje mezi 900-1200 °C. Tyto teploty jsou stabilně dosahovány ve druhém stadiu, po prvotním stadiu růstu teploty. Konečné stadium přichází v moment, kdy se již nepřikládá palivo, teplota se snižuje a nádoby chladnou na okolní teplotu (RICE 1987, 81-82).

**Doba** výpalu, která je úzce spjatá s teplotou, se odvíjí od použité technologie, paliva a keramického materiálu. Obecně výpal v milíři trvá krátce, v řádech minut, zatímco výpaly v peci jsou daleko delší (v řádu hodin) a dosahují vyšších teplot než milíř. Záleží na délce prvního i druhého stadia výpalu. Například výpal terakoty by měl v nejlepších podmínkách dosáhnout maximální teploty 900 °C po 12 hodinách. Plynulé dosahování vysokých teplot prodlužuje dobu výpalu, ale zabraňuje praskání nádob v důsledku pnutí při tepelných skocích. Pokud není následné stadium nejvyšších teplot dostatečně dlouhé, nádoba se nestane maximálně zpevněnou a trpí vyšší porozitou (RICE 1987, 82-86).

## 2.7 Změny v keramice

Během výpalu dochází k řadě změn v keramické hmotě. K první změně dochází na začátku výpalu, kdy už od nízkých teplot opouští keramiku **nestabilní látky**, přičemž záleží na druhu jílu. Obecně se mezi 100-300 °C vypařuje voda absorbovaná na povrchu, mezi 300-600 °C mizí voda z krystalické struktury jílu společně s hydroxyly. Do 800 °C by měla být veškerá voda pryč (RICE 1987, 87). Jako další mizí organické složky jako např. uhlík. Jeho oxidace začíná na 200 °C, kdy se z něho stává CO nebo CO<sub>2</sub>. Okolo 400-500 °C často zčernává a mezi 600-750 °C je převážně eliminován. Dalšími sloučeninami opouštějícími keramiku mezi 500-800 °C jsou uhličitany, sírany, sulfidy (kalcit, dolomit, markazit, pyrit, sádrovec), soli a chloridy. Během tohoto procesu dochází k dalšímu smršťování a úbytku hmotnosti, proto opět hrozí vnitřní pnutí a praskání nádob (IBIDEM, 88).

Hlavní změny se dějí v **jílových minerálech** při teplotách nad 600 °C, když už je vypařena téměř všechna voda. Již nad 500 °C se kaolinit mění na metakaolinit, u smektitů probíhá změna ještě dříve. Při teplotách nad 900 °C se jílové krystalické mřížky nezvratně hroutí a vznikají nové silikáty tzv. vysokoteplotní minerály. Okolo 950 °C se metakaolinit rozpadá na spinel (oxid hlinitý) a oxid křemičitý. U illitu je to okolo 1000 °C. Na teplotách 900-1100 °C se začíná

projevovat změna jílu na sklo (vitřifikace). A konečně mezi teplotami 1050-1275 °C vzniká ze spinelu mullite, který utužuje a zpevňuje konečnou hmotu (IBIDEM, 90-92).

Poslední ze změn probíhají v **příměsích a nečistotách** a to zejména ve spojení s procesy spékání (*sintering*) a vitřifikací. Při spékání k sobě přilnou povrchy částic příměsí, což může proběhnout v pevné i kapalně formě, a má za následek užší vazby, menší porozitu a větší hustotu hmoty. Vitřifikace je zase fáze přeměny ve sklo vznikající při prodlužování spékání. Hlavními příměsemi, které se při vysokých teplotách spékají a vitřifují jsou křemen, živec a vápenec. Křemen se mění při 573 °C (na β-křemen), 867-70 °C (na trydimit) a 1250 °C (na christobalit), než se při 1710 °C rozteče. Slouží ke zlepšení požadovaných keramických vlastností, ale může také způsobovat praskání nádob. Živce se taví při nižších teplotách v rozmezí 1118-1550 °C a přidávají se do keramiky za účelem snížení porozity díky tekuté formě spečení (IBIDEM 93-97). Vápenec v podobě uhličitanu vápenatého ( $CaCO_3$ ), kalcitu nebo sádry ( $CaSO_4$ ) přidával do keramiky za účelem zpevnění, a protože reaguje na teplo stejně jako jíl. Při teplotách nad 700 °C se ale mění na hašené vápno a  $CO_2$ , což zase dělá nádobu lehčí a křehčí (BLOCH 2020).

## 2.8 Třífázový výpal

Na konec této kapitoly je třeba celý průběh výpalu ilustrovat na praktickém příkladu z antiky. Způsobů vypalování bylo vícero, ale tzv. třífázový výpal byl nejvíce komplexní a byl nejvíce spjat s pigmentací. Výpal začal tím, že se nejprve keramické nádoby na sebe naskládaly do peciště (buď dírou v plášti, která se následně vyplnila, nebo vývodem spalin). Následně se zapálilo palivo připravené ve spalovací komoře naplněné skrze nakládací komoru. Výpal se skládal z fáze oxidační, pak následovala druhá fáze redukční a po ní třetí fáze, která byla opět oxidační. Během **první fáze** se v peci díky oxidaci a silnému tahu zvýšila teplota na přibližně 800 °C a keramické nádoby se začaly vypalovat do červena. Během **druhé fáze** se uzavřelo vyústění topeniště i vývod spalin, při teplotě okolo 950 °C v peci přestal být přítomný kyslík a vznikla tak redukční atmosféra. V této atmosféře se keramické nádoby začaly zbarvovat do černa díky oxidu železitému a docházelo ke spékání. Při poklesu teploty na 900 °C přišla **poslední oxidační fáze**, kdy se obnovil přístup vzduchu, do peciště se dostal kyslík. Nádoby se začaly opět zbarvovat přes hnědou barvu zpět do červena, ale jen tam, kde nevznikla vrstva při spékání, která zabránila opětovné reoxidaci. Po pomalém vychladnutí byla keramika vyjmuta z pece a po očištění připravena k použití (COOK 1997, 236).

## 3 Dekorace a pigmentace keramické nádoby

### 3.1 Dekorace

**Dekorace** a pod ní spadající pigmentace se řadí do kategorie povrchových úprav (*surface enhancements*). Povrchové úpravy keramiky jsou velmi různorodé a jsou rozlišovány podle různých kritérií např. na úpravy provedené před výpalem nebo po výpalu, úpravy plastické nebo pigmentové, úpravy na celém povrchu nádoby nebo jen na určitých částech. Dekorace značí zkrášlení nádoby nad rámec procesu nutného pro její výrobu. V této definici se zdánlivě skrývá prostor pro možné nejednoznačné posouzení, zda jsou některé techniky (např. engoba) dekorativní nebo nutné pro výrobu. Dekorace se ale vyznačuje širším množstvím funkcí než jen např. ochranou povrchu. Mohou upravovat tvar nebo povrch nádoby a tím měnit účel a způsob jejího používání (RICE 1985, 144). Hlavní funkcí dekorace je ale vytvořit keramickou nádobu nějakým způsobem zajímavou na pohled a zakrýt základní (nezajímavý) materiál nádoby. Tato funkce slouží kromě uživatelům nádob i prodejčům, kteří se snaží o nabídnutí produktu, který bude zajímavější než ten od konkurence. I proto se hrnčíři snažili imitovat jiné materiály a velkou inspirací jim byly v určitých dobách třeba kovové nádoby (VELDE – DRUC 1999, 85). Kromě užitkové funkce existovala také funkce symbolická související se stylem a informační teorií. Tento přístup pracuje s dekorací (stylem) jako nositelem sociálních, politických nebo ekonomických poselství uvnitř společnosti. Potřeba takových zpráv roste v rostoucích, komplexnějších společnostech, které potřebují o sobě předat informace svým fyzicky nebo sociálně vzdáleným členům. Proto by měla být dekorace vizuálně jasně zřejmá a rozpoznatelná skupinou, na kterou cílí. Tato symbolická funkce by měla sloužit k snazším sociálním interakcím, udržováním společenského státu quo a podporovat meziskupinovou solidaritu (RICE 1985, 267).

Základními kategoriemi dekorace jsou techniky odebrání materiálu a přidávání materiálu (IBIDEM, 144). Techniky odebrání materiálu (rytí, propichování atd.) byly načrtnuty na konci 1. kapitoly a dále jim už nebude věnován prostor. Do technik, které přidávají materiál, patří i různé konstrukční doplňky nebo aplikace, které se přidávají na nádobu v kožovitém stavu a mohou nabývat i velkých rozměrů a mít i vlastní funkci (ouška nebo třeba i figury). Ani těm už dále nebude věnován prostor a předmětem následujících odstavců bude pigmentace povrchu (*surface coloration*). Rozděluje se na dvě hlavní kategorie. První kategorií je pigmentace před výpalem, takže pigmentace musí vydržet vysoké teploty v peci. Často je provedena po celém



povrchu nádoby. Druhou kategorií je pak pigmentace po výpalu prováděná studenými barvami na různé části povrchu (IBIDEM 1985, 148).

### 3.2 Pigmenty a barviva

Pigmentace se provádí aplikováním pigmentu nebo barviva na povrch nádoby. **Pigment** (*pigment*) je termín označující širokou škálu barevných materiálů. Většina pigmentů jsou nanášena na (nejlépe vlhkou) keramiku ve formě směsi barviv, jemného jílu, vody a pojiva. Mohou být organického i anorganického původu s tím, že organické (jako jiná organika) při výpalu po oxidaci zmizí. **Barviva** (*colorants*) jsou chemické prvky, které přispívají k barevnosti v rámci určité směsi. Výpal dokáže přežít jen tři v přírodně hojně nalezitelná barviva ve formě oxidů – železo, mangan a uhlík. Některá barviva (např. grafit) se používají i po výpalu k zvýraznění některých (hlavně tmavých) barev. Aplikace těchto směsí se provádí nejčastěji malbou, tj. roztíráním štětcem ze zvířecími štětinami nebo srstí, zeleninovými vlákny nebo ptačími pery (RICE 1985, 148-149).

R. E. Jones (1986, 760-761) rozděluje faktory ovlivňující typy antické pigmentační dekorace do čtyř kategorií. První kategorie je určena charakterem **aplikované vrstvy**. Patří sem kromě techniky glazury a okrajové aplikace kovů (např. zlata) hlavně malba (před i po výpalu) a s ní související technika slinování, o kterých bude řeč dále. Druhá kategorie se zabývá **povrchem**, na který je pigment aplikován. To může být leštěný suchý jíl (kožovitý stav), nanosená engoba (která může ale nemusí mít stejné složení jako tělo nádoby), rytý povrch (před i po výpalu), vypálený povrch. Třetí kategorie věnuje pozornost **nositeli barvy**. Patří sem výše zmíněné pigmenty a barviva. Do poslední kategorie spadají základní **techniky malby**. Jejich nejprostší klasifikace se odvozuje od počtu použitých barev na malby monochromní, bichromní (2 barvy) a polychromní (3 a více barev). Všechny tyto faktory působí na dekoraci různou měrou v závislosti na tom, zda je pigmentace provedena před výpalem nebo po výpalu. Jak bylo možná z textu výše patrné, obě fáze se pojí s rozdílnými obtížemi a s nimi spjatými materiály a použitými postupy a technikami, které se občas překrývají, ale neděje se tak často.

U pigmentace jsou ještě nutná zmínit barevná schémata objevující se na keramice v podobě určitého počtu pigmentů. Pokud má nádoba na povrchu jednu barvu, jde o **monochromní dekoraci**. Monochromie vzniká, jestliže je nádoba pokryta listrem (plně nebo částečně), využita technika uhlíkové černě, natřena barvou, vyleštěna nebo přidáním barvy do inkrustovaných částí. Pokud má nádoba na povrchu dvě barvy, jedná se o **bichromní dekoraci**. Ta obvykle vzniká jako úprava techniky redukce železa. Tloušťka nanosené vrstvy může být

různá, proto tenká vrstva zbarvená během redukční fáze do černa může být následně reoxidována buď částečně (do hněda), nebo zcela (do červena). Za stejných podmínek výpalu zůstává silnější vrstva černá, protože proběhne účinnější slinutí, k němuž došlo v redukční fázi, a to vrstvu chrání před pozdější reoxidací. Dále bude této tématice věnován prostor v následující kapitole. Dalším způsobem je kombinace manganových a železitých nátěrů, které v oxidačních podmínkách získají odstíny černé, resp. červené. A nakonec je možné využít opět leštění nebo inkrustované části zbarvit různými pigmenty. Nádoby se třemi a více barvami na povrchu jsou nádoby s **polychromní dekorací**. Často rozšiřují bichromní dekorace o další barvy jako bílá, oranžová nebo fialová. Tyto barvy se zpravidla nanášejí po výpalu (JONES 1986, 765).

### 3.3 Pigmentace v antice

Stejně stará, jako objev keramické nádoby, je touha člověka zdobit její povrch a dekorace vždy představovala mimořádně plodnou oblast výzkumu pro archeology i historiky umění – poskytuje svědectví o uměleckých výkonech a kulturně-historickém postavení starých národů. Způsob ztvárnění, tj. použité materiály i styl, poskytuje představu výrobního procesu reprezentujícího úroveň zkušeností, možností a znalostí technologií a surovin, kterými disponovaly dané starověké kultury. Z toho důvodu je pigmentace velmi cenným pomocníkem při datování nalezených artefaktů včetně keramiky (NOLL – HOLM – BORN 1975, 602).

Pigmenty používané ve starověkém Řecku jsou dobře doložené z písemných pramenů. Kromě Homéra a historika Hérodota se zmiňuje Xenofón o tom, že dámy se líčily oloveným olejem a červenou barvou květiny rodu *Anchusa*. Theofrastos kolem roku 320 př. n. l. napsal knihu „O kamenech“. V ní zmiňuje všechny minerály, které se používaly při malbě, stejně jako uměle vyrobené pigmenty. Uvádí informace o tom, kde byly přírodní pigmenty nalezeny nebo návody na výrobu umělých pigmentů. Jeho údaje byly potvrzeny mnoha materiálovými analýzami. Výsledek autorova zkoumání v chrámu Afaia na ostrově Aigina, vrhá zvláštní světlo na typ použití pigmentu. V chrámu, který byl z velké části vymalován, byly pro základní části použity drahé pigmenty jako auripigment, rumělka, azurit a malachit, zatímco pro jiné méně nápadné oblasti byly použity levnější a méně silné pigmenty, jako je žlutý okr nebo egyptská modř.

Komplexnější poznatky o antických pigmentech pocházejí pravděpodobně ze starověkého Říma. Tři zdroje informací tvoří ucelený obraz: sdělení antických spisovatelů, bohaté nálezy nezpracovaných pigmentů a výsledky vědeckých rozborů nálezů z římské antiky. Popisy antických spisovatelů, především Vitruvia nebo Plinia, jsou tak rozsáhlé a podrobné, že poskytují velmi obsáhlý obraz o tehdejšímu používání pigmentů. Nejvýznamnější nálezy

nezpracovaných pigmentů pocházejí z Pompejí, kde byly stovky vzorků analyzováno a komplexně zpracováno hledači barev. Analýza malovaných předmětů, zejména četných nástěnných maleb, nepřinesla převratné informace. Poskytla však informace o jejich regionálním rozšíření. Detekce egyptské modři dokazuje širokou distribuci římských předmětů. Ve srovnání s řeckou paletou vykazuje ta římská značné rozšíření, některé změny mohou sahát až do řeckého období (RIEDERER 1982, 84-86).

V době řecko-římské jsou dvě ze čtyř barev „základní palety“ pro malbu okry. Jak uvádí Plinius, slavní malíři jako Apellés vytvořili nesmrtelné obrazy „z bílé zeminy z Mélu, ze žlutého okru z Attiky, z červeného okru ze Sinopé z Pontu, z temné černé“; podobný výrok lze najít i u Cicerona. Schéma čtyřbarevné palety volně souvisí s teoriemi čtyř prvků Empedokla a dalšími. Existuje zpráva, že Empedoklés sám označil bílou, žlutou, červenou a černou za čtyři základní barvy bez ohledu na to, zda toto teoretické schéma pochází od Empedokla nebo od někoho jiného. V antice se používaly hojně okry v oborech, jako je malířství, architektura, lékařství, zemědělství nebo kosmetika. Hérodotos uvádí aplikování červených okrů na tělo v Africe (MASTROTODOROS – BELTSIOS 2022, 3).

### 3.4 Pigmentace před výpalem

Pigment mohl být nanesen malbou na keramický povrch před výpalem (= v kožovitém stavu) v podobě tuhého prachu (předtím nadrceného), tekuté suspenzi (listru), směsi s organickým médiem nebo v podobě pasty. Po výpalu vzniká často matný povrch. Leštěním povrchu před výpalem dokáže zlepšit homogenitu povrchu a udělat ho kompaktnějším. Takový povrch je i světlejší a lesklejší (JONES 1986, 761).

Technika slinování vytváří na povrchu nádoby lesklou slinovanou vrstvu podobající se sklu nebo smaltu pomocí jemného jílu (především illitu) v podobě listru vystavenému vysokým teplotám. Jedná se o silikátový nátěr v tekutém stavu aplikovaný např. na černě listrovanou keramiku (*black glaze*), o které bude následující kapitola. Technika slinování by neměla být zaměněna za techniku glazury (IBIDEM, 761).

Pigment musí splňovat dvě podmínky, aby byl vhodný pro dekoraci keramiky. Musí být schopný si udržet požadovanou barvu po výpalu a musí zůstat připevněný k povrchu nádoby. Tyto podmínky do značné míry limitují možnosti pigmentace, protože mnoho materiálů výpal nevydrží nebo zmizí jejich barva. Pigmenty nemají na rozdíl od pigmentů použitých po výpalu

žádné médium, protože ty bývají organického původu a výpal nepřežijí. Proto se zde hlavně uplatní oxidy železa, železo-manganové rudy, uhlík a jíly (SHEPARD 1965, 31-33).

Nejjednodušší metoda pro dosažení určitého efektu na povrchu a předstupeň použití listru je leštění. Technika se provádí tvrdým předmětem, kterým se tlačí na povrch nádoby tak, aby zarovnal jílová zrna a zatlačil vyčnívající příměsi. Po takovém zarovnání částic se stává jí hustším a kompaktnějším a vzniká lesklý efekt (VELDE – DRUC 1999, 85-86). Nádoba je nyní připravena na aplikování tekuté suspenze neboli listru.

### 3.5 Listr

**Listr** (také *engoba* či *slip*) je hlavní a nejdůležitější technikou pigmentace před výpalem. Jedná se o vrstvu velmi tekuté směsi, složená především z jílu a vody, aplikovaná ponořením nebo nátěrem na vysušené tělo keramické nádoby. Vyschlá keramika nasákne vlhkost listru, takže jeho částice dobře přilnou na povrch a vytvoří slabou vrstvu tenkou v řádech desítek mikrometrů až milimetrů. Smyslem listru je kromě dekorace také zakrytí vizuálních nedostatků v těstě nádoby. Povrch listru se výpalem stává až sklovitého rázu a zpevňuje tak celou nádobu (VELDE – DRUC 1999, 86). Často je listr směsí jílu s dalšími minerály jako např. křemen, který vytváří silnější texturu a vrstvu listru. Listry se začínají tavit při nižších teplotách než zbytek nádoby. (IBIDEM, 89). Listry mají obvykle odlišnou barvu oproti keramickému tělu a je snadné je identifikovat. Je možné je dále vyhlazovat nebo leštit, rýt nebo dekorovat malbou nebo plasticky (SINOPOLI 1991, 26). Listry, které mají podobný odstín jako tělo, jsou těžko rozlišitelné běžným okem od nelistrovaných nádob. Velmi odlišné barvy, často velmi světlé až bílé, slouží jako čistý a hladký podklad pro další malovanou dekoraci. Listry se neliší pouze v barevných tónech, ale i co se týče jejich kvality, lesklosti nebo tloušťky. To vše ovlivňují jílové minerály obsažené v listrové suspenzi. **Barva povrchu před vypálením** se liší pouze v tónu v závislosti na hustotě a koncentraci. Konečné kontrastní barvy jsou výsledkem výpalu, nikoliv přidáním jakéhokoliv speciálního pigmentu. (FOLSOM 1967, 41).

Nanesení listru je možné třemi způsoby. Prvním je ponoření celé nádoby do připraveného listru, což je skvělý způsob pro vytvoření jednolitého pokrytí, které zaplní všechny póry a nerovnosti povrchu. Dalšími technikami jsou polévání, které se používá pro velké nádoby nebo nádoby listrované zevnitř a natírání, pro kterou lze použít různé nástroje nebo i ruce. U těchto dvou technik velmi záleží na zručnosti hrnčíře, protože listr se může stát nerovnoměrným, mohou vzniknout bubliny nebo problémy s vysycháním listru. Listr se nejlépe přichytne na povrchu svým smrštěním a těsnému přilehnutí k tělu nádoby při schnutí. Pro správné přilnutí by se měl

skládat z materiálu použitého k vytvoření nádoby. Pokud se listr odloupne, děje se tak často v ostrých úhlech nebo rozích (LEACH 1940, 53).

Některé listry mají vysoký lesk, jiné mohou být ještě dodatečně leštěny. Je možné listrovat nádobu i vícekrát několika vrstvami. Zatěžkávací zkouškou pro listr je vypařování vody během schnutí a výpalu. Tělo nádoby a listr totiž mohou schnout a smršťit se jiným tempem, takže listr špatně přilne a může při výpalu (nebo po něm) popraskat nebo se odloupat. Na některé typy keramiky z těchto důvodů byl listr nanášen až těsně před výpalem, kdy už byly vyschlé, některé zase patrně operovali s příměsemi v listru. Aby listr neztratil svůj lesk je nutné ho nevystavit příliš vysokým teplotám (RICE 1987, 149-151).

Listrování keramiky znamená jednoznačné zdokonalení keramických technik, hlavně co se týče textury, barevnosti a propustnosti povrchu (SHEPARD 1965, 191). Zavádějící změna barvy může být způsobena zhutněním hlíny při leštění. Tento efekt se u různých jíílů liší, ale hutný a zejména lesklý povrch je obecně jasnější a tmavší než porézní pasta a v některých případech existuje dostatečný kontrast, který naznačuje přítomnost vrstvy odlišného složení (SHEPARD 1965, 192). Listry se výrazně liší v tloušťce v závislosti na velikosti a rozptylu částic použitého materiálu a na počtu nanesených vrstev (SHEPARD 1965, 193).

### 3.6 Techniky pigmentace před výpalem

První technikou je redukční technika zvaná **smoking technique** nebo také smudging. Během redukční fáze dochází k uvolňování těkavých uhlovodíků vyloučených z paliva suchou destilací a usazují se v podobě elementárních uhlovodíků (saze, grafit) na ještě horkém keramickém tělese. Na rovném leštěném povrchu se grafitové vločky ukládají rovnoběžně, čímž se vytvoří lesklý efekt, který může být ještě zvýrazněn. Na hrubém povrchu jsou grafitové vločky orientovány naopak náhodně, čímž vytvářejí nereflexní matný vzhled. Velmi zásadní je při redukci zachovat naprostou nepřístupnost kyslíku. Ve starých hrnčířských pecích docházelo k častému doplňování paliva, praskliny ve stěnách pece a další způsoby přívodu vzduchu dále narušovaly celý proces a vytvářely přechodné stavy mezi kouřícím a nekouřícím výpalem. Takovým nekontrolovaným přístupem vzduchu je známá např. špatně vypálená červenofigurová keramika (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 90).

Druhou technikou je hojně využívaná **technika redukce železa** (*iron reduction technique*). V redukční atmosféře se hematit kvantitativně přeměňuje na magnetit již při teplotách pod 600 °C. Ve vypálených jílech je magnetit stabilní do mezi 850 a 900 °C, ale přeměňuje se reakcí s

oxidem hlinitým uvolňovaným rozkladem illitem na hercynit ( $\text{FeAl}_2\text{O}_4$ ). Naproti tomu v čistě oxidických systémech znázorněném je magnetit za redukčních podmínek stabilní až do teploty  $650\text{ }^\circ\text{C}$ , což je bod průsečíku rovnovážných čar. Další zvyšování teploty posouvá rovnováhu směrem k tvorbě wusitu, který se při teplotě  $730\text{ }^\circ\text{C}$  mění na kovové železo. Kromě toho dochází k tvorbě fayalitu ( $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$ ) za podmínek za ideálních termodynamicky řízených podmínek by měl začít již při  $350\text{ }^\circ\text{C}$ . Nicméně při této nízké teplotě je tvorba fayalitu kineticky omezena nedostatkem reaktivního oxidu křemičitého, který by mohl být příčinou vzniku fayalitu. bude k dispozici až při mnohem vyšších teplotách rozkladem jílových minerálů. V důsledku toho se fayalit může vyskytovat v kvantitativním množství v keramice vypalované za redukčních podmínek. při teplotě nejméně  $950\text{ }^\circ\text{C}$  (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 91).

Poslední technikou je technika **manganové černě**. Jak je uvedeno v předchozím odstavci, úspěšné použití techniky redukce železa vyžaduje poměrně přísnou kontrolu kyslíku v peci. Zejména reoxidace černé (magnetit, hercynit) na červenou (hematit) barvu při nežádoucím přístupu vzduchu způsobuje, že výsledek redukčního výpalu je plný neúspěchů. Těmto problémům by se dalo předejít použitím oxidů manganu jako černého pigmentu, který si zachovává barvu v širokém rozmezí fugacity kyslíku, od plně oxidačních až po mírně redukční podmínky výpalu. Další výhodou bylo, že i v primitivních pecích bylo možné za oxidačních podmínek snadno dosáhnout bichromní červeno-černé barevné kombinace. Zatímco kontrast mezi červeným povrchem a černým dekorem s ostrými konturami bylo možné snadno udržet po celou dobu vypalování, další technologický "trik" starověkých hrnčírů spočíval v tom, že na již zaschlou keramiku natírali manganový černo-hlinitý skluz místo ještě vlhkého povrchu. Suchý povrch absorboval vodu ze skluznice spolu s nejjemnějšími částicemi pigmentu a hlíny, takže se do skluzu dostal pouze hrubší pigment. Na povrchu zůstaly matné částice, které dobře kontrastovaly s matným vzhledem keramiky. lesklým červeným podzemím částečně sklovitého listru (IBIDEM, 91-92).

Zatímco železité hlíny vhodné k výrobě keramiky byly všudypřítomné v celé starověké říši, manganové rudy, jako je manganový okr (např. pyrolusit) se nacházel pouze ve vrstvách bohatých na mangan, např. ve východní Anatolii, Kypru, Thessalii nebo na jižním Balkáně. Existuje totiž představa, že nejstarší manganově černě zdobená keramika vznikla v 6. tisíciletí př. n. l. ve východní Anatolii. Příležitostně se však tato výzdoba vyskytovala i v jiných souvislostech, např. na etruské (IBIDEM, 92).

### 3.7 Výpal pigmentů nanesených před výpalem

**Manganový okr** (pyrolusit) se mění na bixbit již pod 600 °C a je stabilní do teploty 800 až 900 °C a poté má tendenci reagovat s oxidem křemičitým a uvolňovat se z něj z rozkládajícího se illitu na braunit a při vyšší teplotě na spinel různého složení v rámci řady magnetitů v pevném roztoku. V přítomnosti oxidu hlinitého, oxidu křemičitého a oxidu železitého se však uvolněných z rozkládajícího se illitu místo hausmannitu vzniknou smíšené stabilizované krystaly spinelu (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 92).

Za redukčních podmínek se pyrolusit obsažený v manganově černém nátěrovém listru kvantitativně přeměňuje již pod 600 °C na manganozit. Tento vysoce bazický oxid začne reagovat s křemenem nad 750 °C na tefroit, jehož koncentrace se stabilizuje při teplotě kolem 900 °C. Nad touto teplotou se ve fázovém souboru objevuje spessartin granátového typu, který vzniká reakcí oxidu manganičitého s oxidem křemičitým a oxidem hlinitým uvolněným z rozkládajícího se illitu a/nebo chloritu (IBIDEM, 93).

Jak však bylo uvedeno výše, jeho vysoká reaktivita vůči oxidu křemičitému a oxidu hlinitému vede ke vzniku tefroitu a spessartinu nad 750 °C, což je teplota, při které se oxid křemičitý a oxid hlinitý stávají dostupnými v ve větším množství. Skutečnost, že křemičitany manganu a hliníku nápadně chybí v černém dekoru starověké keramiky, naznačuje, že kyslíková fugacita během redukčního výpalu v poměrně primitivních hrnčířských pecích neklesla pod rovnovážnou hranici po znatelnou dobu. Z toho vyplývá, že z toho vyplývá, že keramika byla vypalována v oxidační nebo slabě redukční atmosféře, což potvrzuje, že v těchto dobách byla keramika vypalována v oxidační nebo slabě redukční atmosféře. že starověcí hrnčíři měli značné potíže s dosažením skutečně redukční teploty. podmínek ve svých pecích, které byly náchylné k pronikání vzduchu několika mechanismy (IBIDEM, 93).

### 3.8 Pigmentace po výpalu

Heimann a Maggetti (2014, 55) rozlišují dva odlišné termíny vztahující se k malbě nádob. Zatímco keramickou malbou (*ceramic painting*) myslí předvýpalové techniky z předchozí části kapitoly (tj. zdobení povrchu keramického předmětu v koženém stavu přirozeně se vyskytujícími pigmenty, které získají výpalem svoji barevnost), termín **povýpalová úprava** (*post-fire treatment*) značí nátěr nebo malbu studenými barvami (nevypálenými, přírodními nebo syntetickými pigmenty) na povrch vychladlé vypálené keramické nádoby při okolní teplotě. Z toho důvodu nejsou povýpalové úpravy považovány za součást procesu výroby jako

takového. Velkou předností tohoto způsobu malby je možnost dosažení mnohem bohatší barevné palety než u malby na keramiku, protože není závislá na fyzikálně-chemických podmínkách panujících během vypalování, ale je dána již existující barvou naneseného pigmentu.

V antice se barvy aplikovaly malbou štětcem nebo jiným nástrojem na keramický povrch v podobě směsi jemně mletého pigmentu spolu s anorganickým nebo organickým **pojivem**, které bylo velmi důležité pro udržení pigmentu na povrchu. Jako anorganická pojiva se nejčastěji používala sádra a vápno. Mezi organická pojiva patřil vaječný bílek, zvířecí kliš, kaučuk, rostlinná pryskyřice (masticha) nebo vosk. Přesto přilnavost takové směsi je poměrně omezená, zvláště pokud je aplikovaná vrstva příliš tlustá. V některých případech byla silná vrstva barvy nutná, hlavně pro minerální pigmenty s nízkou barevností, které vyžadovali hrubší mletí, protože menší zrnitosti by znamenala světlejší pigment. Hrubá zrna mají navíc špatnou přilnavost, takže vrstva nemusela vždy držet. Celkově mechanicko-chemická odolnost povýpalových barev byla poměrně nízká (v některých případech byla snaha zlepšit přilnavost druhým mírným výpalem o teplotách 250-300 °C, jak patrně svědčí etruské terakoty z lokality Ceri). Proto se patrně používání takto dekorované keramiky omezovalo na neužitkové předměty, které nebyly vystaveny rozsáhlé manipulaci nebo zvýšeným teplotám. Navíc je pravděpodobné, že se velká část tohoto způsobu pigmentace ztratila už jen opakovaným čištěním nebo otíráním. Organická pojiva také mohla degradovat v důsledku napadení řasami, houbami atd. (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 56-57).

### 3.9 Malba

Barvy jsou obvykle směsi obsahující mangan (černé až šedé barvy) nebo oxidy železa (červené, hnědé nebo černé odstíny barev). Tyto oxidy kovů nejsou příliš ovlivněny běžnou oxidací, k níž dochází během výpalu. Obvykle jsou na povrch nanášeny lokálně nějakým druhem štětce. Malování označuje dekorativní akt. Existují dva druhy barev. Ty, které jsou odolné vůči teplu a ty, které nejsou. Není nutné aby si barvy zachovaly stejnou barvu v "surovém" stavu a ve vypáleném stavu. Důležitý je samozřejmě konečný výsledek. Barvy jsou obvykle nanášeny v mnohem tenčích vrstvách než listy.

Velmi klasickým příkladem je řecká keramika vyráběná na počátku helénismu. Tato keramika jsou velké, z větší části dekorativní nádoby a džbány s černě malovanými figurami v červené, oranžové nebo růžové barvě. Tahy štětce malíře jsou často ztenčené v blízkosti na okrajích a ukazují, jak se černé vzory překrývají s červenými nebo růžovými. Barvy se vyrábějí z jílu



bohatých na železo, které vytvářejí redukované oxidy železa, které jsou velmi stabilní při dalším výpalu za oxidačních podmínek, tj. za běžných podmínek výpalu při vysoké teplotě. Proces výroby těchto černých oxidů železa za oxidačních podmínek, při kterém vznikají růžové oxidované jíly v jádru keramiky. Zdá se však pravděpodobné, že počáteční barvy byly nabitě organickým materiálem, který vylučoval redukční plyny během počátečních fází výpalu. Podobný proces byl použit k redukci iontů druhých kovů. V těchto se zlato, platina nebo stříbro rozpouštěly v kyselých roztocích a následně se z nich získávaly kovy v kombinaci s kapalinami bohatými na organické látky, jako je terpentýn. Při vypalování při teplotě 700-800 °C redukuje kovové ionty v roztoku při jejich kondenzaci a usazování na povrchu keramiky. Vzniklý povlak kovu (nikoliv oxidu, ale v kovovém stavu) jako tenká vrstva se rozdělí na dvě části. Vytváří lesklý povrch, který je přiměřenou imitací kovového předmětu. Redukce je lokální, zatímco celá keramika je vystavena působení oxidační atmosféry během vypalovacího cyklu. Někdy nátěry neodolají zahřívání. Používají se na keramiku pouze pro obřadní nebo dekorativní použití.

V klasickém Řecku se používaly barvy, které byly nanášely na keramiku po ukončení vypalovacích cyklů. Řecké pohřební sochy byly často barveny anorganickými látkami. Používal se například jarosit, což je hnědý minerál složený z draslíku, železa, síry a vody. Při teplotách nad 100 °C je nestabilní, což je v hrobce nepodstatné. Občas se používaly barvy s nízkou tepelnou stabilitou na keramiku, na kterou se nanášely barvy vypalovacího cyklu. To se týká některých velkých pitných nebo tekutých recipientů (kráterů) vyráběných v klasickém řeckém období.

Na povrch jinak normálně vypálených keramických výrobků byly nanášeny barvy z oxidu železitého nebo kaolinového vápna barevné vzory sklovitých hlín v černé a červené barvě. Pokud se barvy nanáší štětcem, lokálně se pro vytvoření vzoru mohl jeden představit použití skluzného materiálu, hlíny pro římskou Terru Sigillatu. Pokud se podíváme na řeckou helénistickou dekorativní keramiku, je zřejmé, že se jedná o stejný materiál jako v případě kampánské či Terry Sigillaty. Tekutý, málo vypálený hliněný materiál lze použít k pokrytí celý předmět nebo jen jeho část (VELDE – DRUC 1999, 90-93).

### 3.10 Druhy studených pigmentů

Anorganické povýpalové pigmenty se v zásadě dělí do tří skupin podle přípravy na minerální, polosyntetické a syntetické. **Minerální** pigmenty jsou ty, které pocházejí z přírodních minerálů bez dalších úprav. Patří sem mnoho minerálů detailněji rozebraných dále, ale jen pro přiblížení

to mohou být cinabarit, pyrolusit, kaolinit, goethit, malachit, lazurit a mnoho dalších. **Polosyntetické** pigmenty vznikly jako přírodní minerální pigmenty, které prošly tepelnou úpravou a byly tak částečně nebo úplně dehydratovány. Do této skupiny patří červený okr (hematit) získaný zahřátím žlutého okru (goethit), černý pigment jakobsit získaný spečením směsi železitých a manganových okrů s pigmenty s bílými hemihydráty, které se získávají částečnou dehydrací sádry při 130 až 160 °C. **Syntetické** pigmenty jsou pigmenty, které vznikají slinováním kalcitu, vápence, písku s uhličitanem sodným nebo chloridem sodným a množstvím oxidu měďnatého, který se získával oxidací zahřátého malachitu, měděnky nebo měděných šupinek. Nejčastějšími zástupci syntetických pigmentů je egyptská modř, egyptská zeleň nebo třeba uhlíková čern nebo Neapolská žlut (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 57).

### 3.10.1 Černé pigmenty

Několik černých pigmentů již bylo zmíněno v minulé části, ale některé z nich a další jiné pigmenty se používaly i k dekoraci po výpalu. Černé pigmenty se dělí na dvě základní skupiny podle chemického původu na pigmenty železité a oxidy manganové.

**Pigmenty na bázi uhlíku** (*carbon-based black*) jsou skupinou tmavě zbarvených materiálů, které jsou klasifikovány podle výchozího materiálu a výrobního procesu. Jsou složeny z nějaké formy elementárního uhlíku a lze rozlišit čtyři skupiny: grafit, plamenné uhlíky, uhlíky a koks. Na druhé straně byly jako pigmenty také použity černé zeminy obsahující amorfni uhlíkaté materiály. Tyto huminové zeminy jsou složeny z komplexních směsí přírodních organických látek pocházejících z živočišných a rostlinných zdrojů s různým podílem minerálních látek. Pigmenty na bázi uhlíku byly identifikovány v archeologických artefaktech, skalním umění a na stojanech a nástěnných malbách. Ve většině případů se předpokládalo, že pigment je dřevěné uhlí nebo jednoduše „uhlíková čern“, což je termín obecně používaný pro označení jakéhokoli pigmentu na bázi uhlíku. Protože je přesná identifikace pigmentů důležitá pro pochopení technologie používané při výrobě uměleckého díla, stejně jako dostupných zdrojů, jednoznačná charakterizace pigmentů na bázi uhlíku zůstává velkou výzvou. Ramanova spektroskopie je ideální nedestruktivní technika pro charakterizaci různých uhlíkatých materiálů, protože je citlivá na krystalické a amorfni struktury, což umožňuje studium vysoce neuspořádaných materiálů, jako jsou pigmenty na bázi uhlíku (TOMASINI *et al.* 2015, 1).

Jeden z nejstarších důkazů o využívání černých pigmentů je minerální čern ve formě **manganového okru** a dalších zemin bohatých na mangan a grafit. Tyto černozeře jsou typicky složeny z komplexních sestav oxidů manganu a hydroxidových minerálů s oxidy železa.

Provenience těchto minerálů je problematická, protože zdroje těchto černozemí jsou špatně popsány a skládají se ze složitých směsí minerálů jako např. groutit a nsutit. Dalšími častými minerály obsahujícími oxidy a hydroxidy manganu v černých pigmentech jsou hausmannit, pyrolusit, manganit nebo hollandit. Důkazy o černých pigmentech obsahující oxidy manganu v umění doby železné jsou vzácné. Hlavní pigmenty použité v tomto období dále byly uhlíková čern a **saze**. (SIDDALL 2018, 8-9).

Jen velmi malý podíl, pokud vůbec nějaký, tvořily kromě manganových okrů a na mangan bohatých černozemí ostatní **minerální černě**. O antimonitu se předpokládalo, že se používal v kosmetice, ale analýzy toto tvrzení neprokázaly. Pouze několik příkladů egyptské a římské kosmetiky obsahovaly minerál galenit. Další doložená použití minerálních černí jsou vzácná. Byly potvrzeny i příklady pigmentů černých inkoustů jako např. Plattnerit, černý pigment, který se vyskytuje jako produkt rozpadu syntetické olovnaté běloby (IBIDEM 2018, 24).

**Uhelné a uhlovodíkové černě** (*coal, hydrocarbon blacks*) jsou přes jejich zjevné výhody jako neprůhlednost a hladkost mezi černými pigmenty špatně zaznamenány. Může to být tím, že jsou obtížně identifikovat pomocí technik používaných k identifikaci anorganických minerálů. Existují však určité důkazy o použití asfaltu ve starověku na blízkém východě, často v kontextu lepidel a hydroizolačních činidel na lodích. Je známo, že tyto materiály mohou být rozemlety a použity jako pigmenty stejně jako tekuté bitumeny. Použití asfaltu v uměleckých dílech bylo přezkoumáno a tyto materiály (včetně pigmentů na bázi huminových zemin) jsou mnohem rozšířenější v uměleckých dílech historického období. Bitumen byl použit např. už pro malovanou keramiku z pozdně neolitické lokality Tell Sabi Abyad v Sýrii (IBIDEM 2018, 13).

### **3.10.2 Zemité a okrové pigmenty**

Vůbec nejčastějším typem pigmentů jsou **zemité pigmenty**. Zemité pigmenty, které se vyskytují v různých archeologických kontextech, zahrnují okry bohaté na železo, okry bohaté na mangan, umbry, zelené zeminy, bílé zeminy, uhlíky, jiné pevné uhlovodíky a modré zeminy bohaté na vivianit. Tyto pigmenty sice nejsou čistými jednotlivými minerály, ale skládají se ze směsí několika širšího spektra minerálů a dalších složek, jako jsou jíly nebo křemeny. Jako významné a atraktivní zdroje pigmentů mají značný význam při tvorbě starověkého umění (IBIDEM 2018, 4). V terminologii umění a konzervace se zemité pigmenty rozlišují na základě barev – na žluté okry, červené zeminy, zelené zeminy, tmavě žluté nebo hnědé sieny a umbry (HRADIL *et al.* 2003, 224).

**Okry** jsou geologicky definovány jako zemité usazeniny bohaté na oxidy železa nebo hydroxidy železa, které vznikají v povrchovém nebo přípovrchovém prostředí. V kontextu dějin umění termín **okr** označuje prášky bohaté na oxidy a hydroxidy železa s různým množstvím oxidů manganu, přičemž u červených okrů převažuje hematit a u žlutých okrů obvykle goethit, i když lokální význam mají žluté okry bohaté na minerály skupiny jarositu. Běžně obsahují nečisté směsi minerálních složek, jako jsou křemen, jíly, slída nebo sulfidy kovů. Okry jsou obvykle měkké a drobivé, snadno se těží a zpracovávají. Jako jíly se mohou dělit na primární okry (u mateční horniny) a sekundární okry (v sedimentech). Sekundární ložiska jsou často soustředěna v potocích a řekách a představují pozoruhodné barevné pohledy. Barva přírodních okrů je ovlivněna jejich složením a velikostí a rovnoměrností částic. Rozsáhlé barevné rozdíly byly pozorovány u okrů, kde má významný vliv velikost částic (SIDDALL 2018, 4-5).

Zemité pigmenty od matně žluté po červenou a hnědou se běžně nazývají okry. Jsou definovány jako jíly používané k výrobě zemitých barev. Slovo okr se v historii ale používalo spíše jako synonymum pro žlutý okr. Jeho barva je dána přítomností oxidů a hydroxidů železa, hlavně goethitem a hematitem, hnědé odstíny způsobují oxidy manganu. Okr je levný a snadno dostupný. Proto se běžně používá již od paleolitu (HRADIL *et al.* 2003, 227).

Nejvíce používaným okrovým pigmentem v historii byl **červený okr** bohatý na **hematit**. Figuruje ve všech uměleckých dílech všech období a tradic. Jako pigment se nepřetržitě používá od pleistocénu až do současnosti. Zpracování geologických okrů za účelem jejich přeměny na okrové pigmenty je přímočaré a zahrnuje odstranění větších nečistot (včetně např. kořenů rostlin), drcení, prosévání a/nebo rozmělnování před přidáním do pojiva za účelem výroby barvy. Využíván byl i jako barvivo do listů použitých k dekoraci i ošetření keramiky (SIDDALL 2018, 5).

Ve starověku byl červený okr považován za součást standardní palety umělců a náklady na podobné pigmenty byly zahrnuty do provizní ceny umělce. Římský autor Plinius Starší uvádí známé okrové zdroje a obchodní vazby, ve skutečnosti se velká část jeho prací odvolává na řeckého autora Theofrasta, což ukazuje, že používání těchto materiálů bylo kontinuum během doby železné a do raného středověku. Červené okry jsou standardní a široce používané pigmenty v etruském i římském umění (IBIDEM 2018, 7).

Přírodní červeně jsou různé provenience, ale jejich barva je vždy dána přítomností hematitu. Červené jíly jsou v přírodě velmi běžné, pravděpodobně také kvůli fyzikální asociaci oxidu železitého a jílu. Dobře vykrystalizovaný hematit o velikosti asi mikrometru má výrazný fialový

nádech. Obecně hematit převažuje nad zvětráváním goethitu v teplejším a sušším klimatu. Hematit se také přednostně tvoří na vnějších površích hornin a na povrchu sedimentárních profilů, které jsou vystaveny denní nebo sezónní změně vlhkosti a teploty. Hematit je také běžně přítomen jako pigment v sedimentech a v některých metamorfovaných horninách (HRADIL *et al.* 2003, 230-231).

Červený okr je možné získat i **polosyntetizací** žlutého pigmentu. Žluté goethitové okry zahřáté na teplotu přesahující cca 250 °C, vede k jejich přeměně na červený okr různých odstínů. Goethitový okr se asi po 45 minutách spalování v ohni mění na dobře krystalizovaný hematit. Proto dokázat vypalování okrů je v archeologických kontextech poměrně náročné. Další studie odhalily příměsi krystalizovaného uhlíku ve žlutých okrových pigmentech a amorfního uhlíku v červených okrových pigmentech, což naznačuje, že červený okr je vypálenou formou žlutého okru. Řízená modifikace okrové barvy zahříváním se stala běžnou praxí při výrobě barviv.

**Žluté okry** pocházejí buď ze skupin minerálů bohatých na **goethit** nebo **jarosit**. S rozšířením červené a černé se stal žlutý okr standardním uměleckým materiálem a zejména použití žlutých okrů bohatých na goethit se stalo celosvětově běžným. Žlutý okr obsahující goethit byl použit na egyptských malbách, minojském i mykénském umění, v Persii, na helenistické terakotě i za římského císařství. Žlutý okr s obsahem jarositu je velmi hojný po celém světě. Od goethitu se liší nízkým dvojlomem a jinou strukturou krystalů, takže není lidským okem rozeznatelný. Jarosit byl spojován s Egyptem a východem, ale byl použit i v Pompejích.

Goethit se v přírodě vyskytuje pouze v čisté formě nebo jako masivní minerál. Goethit nebo směsi goethit/hematit bez jílových minerálů mohou vznikat oxidací pyritu, což je pravděpodobně hlavní případ nahnědlých limonitů. Tvoří se dobře krystalický partikulární goethit, kupř. intenzivním chemickým zvětráváním bazických nebo neutrálních hornin ve vlhkém klimatu, zejména v silných zvětrávacích pláštích a je proto běžně doprovázen kaolinitem nebo gibbsitem. Vysoká aktivita vody je nezbytným předpokladem pro zvýšení poměru goethitu/hematitu v produktech zvětrávání. Typickým příkladem výchozích minerálů goethitu je olivín, který je zvětráván na směs smektitu nebo kaolinitu a goethitu. Zeminy tmavších barev se obvykle nazývají sieny a umbry: mohou obsahovat příměsi hematitu a oxidů. Umbra se dovážela hlavně z Turecka. Kyperské umbry jsou stále dostupné. Tyto masivní umbry bohaté na goethit obsahují amorfní oxidy a mohou být doprovázeny palygorskitem (IBIDEM 2003, 229).

Hnědé a fialové okry lze snadněji připravit po zapojení manganu do receptur žlutého a červeného okru, přičemž pouhého ztmavnutí okrů lze dosáhnout i smícháním se sazemi. Pokud jde o zapojení manganu, je to možné buď přípravou jednofázových produktů (s kationty železa i manganu), nebo mechanickým mícháním fáze obsahující železo a fáze obsahující mangan, přičemž poslední možnost je nejběžnější (MASTROTHERODOROS – BELTSIOS 2022, 10).

### 3.10.3 Další červené, žluté a oranžové pigmenty

**Červené** a **žluté okry** jsou nejhojnějšími a nejrozšířenějšími červenými, oranžovými a žlutými pigmenty v archeologických kontextech. Kromě nich se však používaly neokrové materiály jako sulfid arsenitý a sulfid rtuťnatý v podobě minerálů auripigmentu, realgaru a pararealgaru. Tyto minerály byly široce používány jako pigmenty, jak je vidět z názvu prvního z nich. Minerály se tvoří ve spojení s vulkanickými sublimáty kolem fumarolů a ve spojení s mineralizací zlata. Mají mnoho nevýhod – jsou vzácné, nestabilní a toxické. Tyto minerály ale byly ceněné pro svou intenzivní červenou a zlatožlutou barvu a podle současného autora Plinia Staršího byly považovány za cenné, „květinové“ pigmenty na paletách umělců římského období. Jejich geologická vzácnost vedla k časně výrobě těchto fází a většina výskytů minerálů sulfidu arsenu v historických dobových uměleckých dílech jsou syntetické analogy. Auripigment a realgar se používaly ve staroegyptském malířství od Nové říše po dobu římskou ve všech souvislostech. Pigmenty byly nalezeny i v makedonských hrobkách (SIDALL 2018, 21-22).

**Cinabarit** (rumělka) je jasně červený minerál, hlavní rudný minerál rtuti, který není v zemské kůře příliš zastoupen. Nejvýznamnější ložiska jsou ve Španělsku (známá od římských dob), střední Asii, v západním Turecku a na Balkánu (Slovinsko, Srbsko, Makedonie, Bulharsko). Rtuť a její barevnou minerální rumělku lze nalézt ve spojení s dalšími minerálními látkami (olovo, zinek, stříbro, antimon a arsen) (GAJIC-KVASCEV *et al.* 2012, 1027). Petrogeneticky je rumělka spojena především s hydrotermální mineralizací v přítomnosti mořských černých břidlic. Cinabarit vytváří jasně červenou, neprůhlednou barvu se svítivostí vyšší než u těch nejlepších červených okrů. Cinabarit se snadno syntetizuje. Tradiční výroba zahrnovala zahřívání rtuti a síry společně v hliněné nádobě za silného tepla. Výsledný produkt je známý jako rumělka a je k nerozeznání od přírodního minerálu, a proto je těžké určit, kdy byl tento proces poprvé použit. Cinabarit je ve starověku relativně vzácný v Egyptě i Blízkém východě. Široce používán byl v římské nástěnné malbě a byl cenným, možná nejčistším pigmentem

na paletě umělců. Zachoval se v Pompejích, nebo v Neronově Domu Aurea (SIDDALL 2018, 22-24).

### 3.10.4 Bílé pigmenty

Bílými pigmenty byly nejčastěji zástupci bílých zemin – kalcit, sádra, huntit a kaolinit. Bílé zeminy se používaly přímo jako pigmenty, ale také se používaly k rozpouštění pigmentů, jako základ či pojivo pro malování nebo jako substráty pro organická barviva. Identifikace pigmentů z bílých zemin jde pouze na mikroskopické úrovni.

**Kalcit a sádra** jsou v podstatě uhličitan vápenatý a síran vápenatý a univerzálně se používají ve všech kulturách pro bílé pigmenty. Zahrnují širokou škálu možných pigmentových materiálů včetně přírodních geologických pigmentů odvozených z křída nebo mletého žilkového kalcitu, vápence nebo mramoru, ale také zahrnuje pigmenty vyrobené z biogenních minerálů, jako jsou skořápky ústřic, korály a ptačí skořápky. Kalcit a sádra se používají jako vápenná omítka a média pro nástěnné malby a fresky. Kalcit i sádra byly užívány v Persii. Křída zase byla běžná v římské malbě.

**Huntit** byl poprvé popsán jako minerál v polovině 20. století, ale jako bílý pigment byl používán více než 4000 let. Tento minerál vzniká v mělkých jezerních prostředích na podloží složeném z dolomitů. Huntit byl často používán ve starověkém egyptském malířství a byl použit dokonce na hrobce Tutanchamona. Pigment je méně podrobně rozpoznán v kontextu Středomoří. Byl identifikován na helénistických terakotových figurkách z Kréty nebo na římském pigmentovém hrnci v Pompejích.

Čínský jíl neboli **kaolinit** je bílý primární jíl, který byl podobně přitažlivý jako pigment. Je lokálně hojný v souvislosti s hydrotermální alterací žul a kyselých hornin. Navzdory tomu není dosud široce zaznamenán jako pigment sám o sobě...

Křemelínové zeminy (**diatomit**) se tvoří v primárně sladkovodních jezerních prostředích. Tyto sedimenty bohaté na oxid křemičitý jsou často čistě bílé a drobivé, povrchově připomínají křidu, a jsou proto atraktivní jako bílé pigmenty. Diatomit lze bezpečně identifikovat pouze pomocí mikroskopických technik. To bylo zaznamenáno v 1. století u římských pigmentů v Pompejích. Také v Pompejích byl použitý jako anorganický pojivo pro pigmenty na nádobách. Je pravděpodobné, že diatomit byl více používán, ale není identifikován kvůli přílišnému spoléhání se na chemické a spektroskopické analytické techniky (SIDDALL 2018, 10-12).

### 3.10.5 Modré a zelené pigmenty

Modré a zelené pigmenty mohou být jak zemitého, tak i syntetického původu. Modrý pigment byl v dějinách umění považován za vzácný. Kromě cenných minerálních pigmentů a jejich syntetických variant se v malbě používalo organické barvivo indigo nebo ultramarín. Některé velmi přesvědčivé modře ale bylo vyrobeno i pomocí směsi vosků a sazí.

Zemité původ mají zelené pigmenty známé jako zelené zeminy (*terres vertes*). Odstíny pigmentu kolísají od šedozelených po modrozelené. Základem zelených zemin jsou dva minerály celadonit a glaukonit, od sebe téměř nerozeznatelné, ale tvořící se v rozdílných prostředích. **Celadonit** vzniká přeměnou čedičových hornin, zatímco glaukonit se získává z mořských jílu a pískovců. Provenience pigmentů zelených zemin bude proto vyžadovat znalost geologie regionu, ve kterém byl pigment získán. Zelené zeminy byly a jsou nejdostupnějšími čistými zelenými pigmenty a jako takové jsou celosvětově používány v umění (SIDDALL 2018, 10).

Zelená zemina se připravuje ze dvou blízké příbuzných jílových minerálů, celadonitu a glaukonitu. Zatímco celadonit je tradičně považován za bohatý na hořčík, glaukonit za jílovou slídu bohatou na železo. Distribuce dvojmocného a trojmocného železa ve struktuře, která má za následek jejich zelenou barvu. Celadonit se v malých množstvích vyskytuje jako relativně čistá látka v puklinách vulkanických hornin. Glaukonit, méně čistý, ale více rozšířený, se často vyskytuje ve formě malých nazelenalých pelet v sedimentárních horninách mořského původu. Do minerálů zelených zemin mohou být zamíchány i jiné jílové minerály, např. montmorillonity, chlority a kaolinity. Běžné jsou také příměsi volných oxidů železa (goethit). Kvalitativní rozdíly mezi přírodními zdroji byly rozpoznávány již od starověku – podle zdrojových textů Vitruvia a Plinia se nacházely ve Smyrně nebo Kyréně. Zelené zeminy jsou široce dokumentovány v římských nástěnných malbách (HRADIL *et al.* 2003, 226).

Modré zeminy obsahují minerál **vivianit** (hydrát fosforečnanu železitého), o kterém je známo, že se tvoří v rašeliništích a občas známý jako „modrý okr“. Ve starém světě je vivianit v archeologických souvislostech špatně zaznamenán, ale je velmi pravděpodobné, že v blízké budoucnosti budou provedeny další identifikace tohoto neobvyklého pigmentu. Byl identifikován ve středověkém malířství ve Francii a v nedávné době bylo učiněno několik objevů vivianitu v řadě malířských stolanů z historického období (SIDDALL 2018, 13).

Hydroxidy uhličitanu měďnatého, **malachit** a **azurit** jsou známé a poměrně běžné zelené a modré minerály. Přírodní minerály jsou považovány za používané po celé archeologické



období. Malachit a azurit jsou náročné syntetické pigmenty. Při jemném mletí ztrácejí svou barvu a i proto jsou relativně vzácné v archeologických kontextech. Ve starověkém egyptském malířství byly nalezeny na rakvích. Malachit smíšený se zelenými zeminami a žlutými okry byl identifikován na římských lokalitách v jižním Německu (SIDDALL 2018, 14-15).

**Egyptská modř** je nejdůležitější modrý pigment vyskytující se v archeologických kontextech. Je to křemičitan analogický přírodnímu minerálu kuprorivaitu. Ten ale není pigmentem sám o sobě, takže nelze egyptskou modř s kuprorivaitem úplně srovnávat. Pigment se snadno syntetizuje a proces popsal už Vitruvius. Měděné piliny se zahřívají v hliněném kelímku v přítomnosti křemenného písku, uhličitanu vápenatého a sody na teploty 950–1000 °C. S egyptskou modří se setkáváme v egyptské nástěnné malbě od 4. dynastie po římské období. Pigment byl považován za obchodní artikl během doby bronzové, pigmentu byl nalezen na konci 14. století př. n. l. ve vraku Uluburun. Nachází se na freskách z minojských a mykénských lokalit v Řecku, kterým dominuje paleta červené, žluté, černé, bílé a modré. V římské době se usadily manufaktury pigmentu mimo Egypt a jsou doloženy současnými autory. Od Vitruvia je známo, že pigment vyvinul obchodní název jako Vestoriova modř poté, co Vestorius založil továrnu v Pozzuoli v Neapolském zálivu. Modř byla nalezena v ruinách Titových lázní, u nichž jeho analýzy prokázaly, že mají stejné složení jako modrý pigment nalezený na nástěnných malbách. Pigment se používá v celé škále římského malířství (IBIDEM 2018, 18-19).

**Egyptská zeleň** je zelený pigment popsáný od konce 3. tisíciletí v př. n. l. v egyptském a mezopotámském kontextu. Zdá se, že tento pigment souvisí s egyptským obdobím Amarny; důkazy o „továrnách“ byly nalezeny v Tell El Amarně i na artefaktech z té doby. Pigment byl identifikován i na řadě objektů od Staré říše po 21. dynastii (IBIDEM 2018, 19).

## 4 Černě listrovaná keramika

**Černě listrovaná keramika** (*black gloss pottery*) je jednou ze tří velkých skupin v tradici antické keramiky. Hlavními zástupci této skupiny jsou černofigurová a červenofigurová keramika, která se vyráběla v Řecku od 7. do 4. st., a na kterou navazují další, již méně propracované, tradice černě listrovaných nádob. Černě listrovaná keramika se vyznačuje černým lesklým povrchem, který byl ve formě tekutého listru nanesen na nádobu v kožovitém stavu. Po třífázovém vypálení nanesený listr zčernal a začal silně kontrastovat s přirozeným světlým odstínem těla nádoby. Následně byla nádoba dozdobena studenými pigmenty v rámci povýpalových úprav, které měly většinou rozsah barevných tónů od bílé přes červenou až po hnědou. Černofigurové vázy navíc měly ryté detaily. Kapitola obsahuje nejprve popis složení a použitých materiálů, poté následuje příprava a aplikace pigmentů, specifika třífázového výpalu a na konec kapitoly je věnován historii a rozdílům v dekoru černo a červenofigurové keramiky.

### 4.1 Složení černého listru

Černý lesklý listr se skládal z nevápenatého jílu bohatého na illit (silikáty bohaté na draslík), vyznačující se velmi vysokým obsahem oxidu železnatého a relativně vysokými hladinami  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a  $\text{K}_2\text{O}$ . Důležitý je nízký obsah  $\text{CaO}$ , protože kvalita konečného produktu totiž přímo odpovídá množství  $\text{CaO}$  přítomného v jílu. Nízký obsah  $\text{CaO}$  přispívá ke snížení teploty, která je potřebná pro slinutí. Jinak řečeno, hustý a stejnoměrný listr je spojen s velmi nízkým obsahem  $\text{CaO}$  a s použitím nejjemnější koloidní frakce. V listru dochází ke zvýšení obsahu  $\text{K}_2\text{O}$  a  $\text{FeO}$ , ale dochází k poklesu  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a  $\text{CaO}$ . Analýzy odhalily i neočekávaně vysoké obsahy Zinku. Ten byl předmětem debat, nicméně jeho původ zůstává ne úplně jasným (JONES 2021, 98-100). Hlína použitá na listr byla jemnější částí hlíny použité na keramické tělo, vybraná procesem levigace. Hrnčíři tak používali pouze nejjemnější podíl jílu bohatý na  $\text{FeO}$  a  $\text{K}_2\text{O}$  s nízkou koncentrací  $\text{CaO}$ , který se spolu s dalšími hrubými částicemi usadil na dně (AMICONE 2015, 30-31).

Existuje ale i pohled, který říká, že jíl pro tělo keramické nádoby a jíl pro výrobu listru nebyl stejný a hrnčíři byli plně obeznámeni s vlastnostmi železitých jíků, jak dokazuje skutečnost, že jíl použitý na tělo vazy byl odlišný od jílu použitého na jejich nátěr (ALOUPI-SIOTIS 2020, 2). listr totiž obsahuje oproti tělu nádoby vyšší obsah hliníku, železa a draslíku a menší obsah vápníku. Jde o přítomnost poměrů oxidu hlinitého a oxidu křemičitého nebo oxidu železitého.

V listru jsou přítomny i minerály železa, hlavně hematit, magnetit, hercynit, maghemit, wustit a smíšený oxid  $\text{Fe}^{2+}$  a  $\text{Fe}^{3+}$ . Identifikován byl i uhlík z paliva (JONES 2021, 96-98). Podle Jonese (2021, 106) jde o dva různé jíly. První je hlína speciálně pro listr, kterou podle něj mohli prodávat potulní řemeslníci keramickým dílnám, které ji zrovna potřebovali. Druhou hlínu hrnčír ve velkém kopal v blízkosti své dílny. Nakolik to tento scénář reálný je ale zatím těžké určit. Důležitá byla i otázka, zda se přidávalo deflokulační činidlo do suspenze. Mělo sloužit k rozložení nadměrné koagulace částic v suspenzi a tím k většímu lesku (COOK 1997, 233) a v antickém světě mělo jít o potaš, víno, moč, krev atd. (JONES 1986, 801). Nicméně podle posledních zjištění se žádné činidlo přidávat nemuselo (ALOUPI-SIOTIS 2020, 5).

Parametry ovlivňující kvalitu černého listru závisí na povaze jílu-listru, procesu aplikace, třífázovém výpalu a později mechanismech zvětrávání v důsledku pohřbívání ve vlhkém suchozemském nebo mořském prostředí (ALOUPI-SIOTIS 2020, 1). Tloušťka vypáleného listru se podle různých zdrojů pohybuje 10–40  $\mu\text{m}$ . (JONES 1986, 803). Vrchní vrstva zodpovědná za povrchový lesk listru je velmi tenká, asi 1–2  $\mu\text{m}$ . Tato vrstva je bohatá na hliník a železo s nízkým podílem křemíku. Za to pravděpodobně může efekt vrstvení, ke kterému dochází při nanášení listru, který způsobuje úplné slinování ultrajemných jílových částic a zrn oxidu železa, čímž je vytvořila vnější vrstva. Takže přítomnost takové vrstvy je pouze u listru nejvyšší kvality (JONES 2021, 97). Černý lesklý listr může nabývat u nejkvalitnější attické keramiky také **namodralého odstínu lesku**. Tento lesk je spojen s přítomností hercynitu a magnetitu. Krystaly těchto oxidů železa jsou dispergovány ve vitrifikované aluminosilikátové matici. Namodralé zbarvení vzniká při vysoce intenzivních redukčních podmínkách počínaje 900 °C, zatímco při 950 °C se příležitostně objeví nazelenalý odstín (ALOUPI-SIOTIS 2020, 7). Jedná se tak o souhru materiálového složení, zrnitosti a správného průběhu redukční fáze výpalu (JONES 2021, 103).

## 4.2 Aplikace a výpal černého listru

Po levigaci jílu a odebrání jeho jemné části následovalo vytvoření suspenze. Takový roztok mohl mít hrnčír i ve více koncentracích. Nejprve byl proveden předběžný náčrt a to buď uhlíkem, který byl běžný pro černofigurovou keramiku, a který při vypalování zcela zmizel. Mohl se patrně využívat i nějaký tvrdý nástroj. Stopy po takovém nástroji se objevují u některých červenofigurových váz, kde jsou zachyceny jako mírné prohlubně na povrchu. Nádoba pak mohla být potažena tenkým filmem s obsahem okru, který zajistil červenější odstín,

ale tato technika se patrně používala pro červenou figuru až od 5. st. a její pravidelné používání není jisté. Mohlo zde proběhnout také finální přešetění (COOK 1997, 233-234).

Na povrch nádoby byl poté aplikován jílový roztok v tužší koncentraci, aby netekl. K roztírání listru byly používány štětce různé jemnosti, brky, jehly a chlupy (žíně, vlasy, štětiny) V černé figuře byly vymalovány siluety postav. Naopak v červené figuře malíř vytyčil nejprve obrysy postav z náčrtu reliéfní linií. Okolo postav pak namaloval tlustší obrysovou linii a nakonec vymalovat i zbytek pozadí. Tyto linie se mírně odlišují ve složení (JONES 2021, 100-101). Malování dekorativních pásů probíhalo na kruhu. Po dokončení malby se barvy na povrchu odlišovali jen malým odstínem, kontrastní barvy vznikly až po třífázovém výpalu. U černé figury byly aplikovány dodatečné barvy ještě před výpalem. S největší pravděpodobností se jednalo o bílý jíl (bílá) a jíl smíchaný s červeným okrem (červenofialová) (COOK 1997, 233-234). Po výpalu byla možnost dekorace chladnými barvami.

Výpal probíhal ve dvoukomorové peci tak, jak byla definována ve 2. kapitole. Keramika se naskládala do peciště otvorem v plášti nebo alternativně nestálou střechem pece, která se vždy postavila jen pro účel výpalu. Topeniště se naplnilo dřevem nebo dřevěným uhlím. Pak se pec zapálila a postupně se rozpálila až na 800 °C (COOK 1997, 234-235). Výpal a vznik černého listru byl podmíněn třífázovým výpalem (technika redukce železa), který se skládá z atmosféry oxidační, redukční a nakonec opět oxidační.

V první oxidační fázi dál roste teplota a nádoby se stávají červenými. Při dosažení požadované teploty začíná listr slinovat. Rozsah požadovaných teplot pro vytvoření černého listru je poměrně úzký, nejlepší kvality je dosahováno při 890 až 950 °C. Poté byla pec utěsněna, přerušil se přívod kyslíku a dochází ke snížení teploty (asi na 750-800 °C (JONES 2021, 103)). Během redukční fáze je kyslík absorbován z oxidu železitého, který se tak stává jedním ze dvou oxidů železa, který vykazuje černou barvu (FeO, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>). Zčerná tak celá nádoba (COOK 1997, 232). V závěrečné oxidační fázi je opět připuštěn do pece vzduch, ale na slinovaných místech již nedochází k reoxidaci, takže zůstanou černá, zatímco místa bez listru projdou reoxidací a zčervenají. Fáze reoxidace vyžaduje velkou obratnost, protože teplota nesmí příliš stoupnout, protože v takovém případě by mohl listr opět zčervenat (ALOUPI-SIOTIS 2020, 3). Velmi velká část vyrobených nádob totiž vykazuje určitou reoxidaci barvy, ať už v důsledku nerovnoměrného vystavení různých částí během vypalování nebo proto, že se tloušťka barvy měnila (IBIDEM, 233).

### 4.3 Černofigurová keramika

Černofigurová technika spočívá v tvorbě tmavé siluety dotvořené množstvím rytých detailů a pigmentací tmavě červenou a bílou barvou. Tak vzniká schéma čtyř barev: bílá až oranžová barva těla nádoby, lesklá černá listru, bílý pigment a karmínová až purpurová červeně. Toto schéma poskytuje vyvážený kontrast a správnou rovnováhu světla a tmy. Černá figura byla vynalezena v Korintu, kde se technika siluety s vyřezávanými detaily objevuje brzy po začátku 7. st. př. n. l. V Korintu jsou brzy využívány červené detaily, ale bílá tam dlouho běžná není. Korintská hlína byla sama o sobě bělavá a bílé detaily by na světlém pozadí nevynikly. V Athénách se ryté detaily poprvé objevují o něco později než v Korintu, ale hojně jsou až v polovině 7. st. (BOARDMAN 1986, 1).

Na černofigurových vázách jsou figury a dekorativní motivy černé a podklad je v červené terakotové barvě těla. Nejprve byly namalovány obrysy figur, detaily vyvedené řezem a nakonec byly přidány barvy, bílá a červenofialová. Korintská keramika byla vypalována přibližně na teplotu 975 °C (JONES 2021, 95). Při vypalování místa pokrytá listrem zčernala, zatímco původně šedá hlína získala teplou cihlově červenou barvu. Fialový pigment se vyráběl z okru smíchaných s jílovým nátěrem, který vypalováním získal fialový nachový odstín. Detaily jsou načervenalé, vyhrazené na podkladu černého listru (ALOUPI-SIOTIS 2020, 4).

Kolem roku 700 př. n. l. začali hrnčíři experimentovat s jíly bohatými na železo, které umožňovaly získat rozmanité barvy. To vedlo ke vzniku černofigurových váz (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 177). **Korint** byl v 7. a 6. st. př. n. l. významným keramickým centrem, výrobcem a exportérem černofigurové keramiky. Zdroj hlíny pro výrobu keramiky bylo dlouho těžké určit, protože v blízkosti Korintu je hlína bohatá na oxid vápenatý, který není pro výrobu keramiky vhodný, protože má tendenci se odlupovat a praskat. Nejpravděpodobnější se však zdají zdroje na západ a jihozápad od Korintu nejen kvůli lepším vlastnostem hlíny, ale také kvůli umístění korintské hrnčířské čtvrtě (JONES 2021, 93). Avšak zdroje pro tvorbu černého listru, tj. hlíny s nízkým obsahem vápníku a vysokým obsahem železa, zatím nejsou známy. Přestože některé příklady korintského černého listru dosahují kvality toho attického a listr se časem mění z matného hnědočerného na sytější černý jemně slinutý listr, po roce 620 př. n. l. dochází k proměnlivosti a poklesu kvality výzdoby. (IBIDEM, 95).

Korintský jíl má velmi malý obsah oxidu železitého, a proto má světlou, bělavou, až nažloutlou barvu, čímž ho lze odlišit od jiných řeckých produkcí, které používali jíl červenější. Tato hlína se používala už od druhé poloviny 8. st. př. n. l. Malba se stejně jako hlína leskne a je zprvu

červená nebo středně tmavě hnědá, v 7. st. se stává tmavou a červené tony mizí. Ve druhé čtvrtině 6. st. dokonce získává oranžovočervený nátěr, čímž se snaží napodobit attické nádoby. Korintská keramika byla zdobena bílými pigmenty již od konce 8. st. a fialovými od počátku 7. st. Bílé detaily figur se objevují od začátku 6. st. (COOK 1997, 61-62). Červené a bílé pigmenty na bázi jílu se používaly pro zvýraznění částí oděvů, vlasů a zejména ženské pleti (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 178).

V době Protoattické keramiky během orientalizujícího období v 7. st. se živé a výrazné obrysové postavy s malovanými vnitřními detaily a často natřené bílou barvou používaly ve spojení s černými siluetami nebo polosiluetovými postavami s obrysovými hlavami. Obrys v attické vázové malbě je však zastíněn na konci 7. st. přijetím černofigurové techniky z Korintu. Černá figura uvrhá **attickou keramiku** do světa černých siluet kontrastujících se světlým hliněným podkladem, i když nyní jsou tyto siluety vylepšeny přidanými červenými a bílými barvami a rytými detaily (COHEN 2006, 150-151). Pro přípravu černého lesklého listru v Aténách byla potřeba illitická hlína. Ta prošla třífázovým výpalem v rozsahu teplot 850-1000 °C a vytvořila na povrchu vrstvu 10–40 µm. To, zda bylo k výrobě použito i deflokulační činidlo je předmětem diskuse (JONES 2021, 96). Důležitou se stává bílá jako doplňkový pigment. Na počátku 6. st. je bohatě používána korintizujícími malíři, ve vyspělé fázi slouží ke znázornění ženské kůže a v pozdní fázi postupně mizí. Do druhé čtvrtiny 6. st. byla nanášena bílá přímo na hlínu nebo tmavý listr. Později se dostávají do popředí ryté detaily na tmavém listru. Detaily fialovým pigmentem na tmavé malbě jsou časté od poloviny 7. st. (COOK 1997, 87-88). Kulturní postavení přebírají po Korintu v 5. st. Atény. Ty v polovině 6. st. úplně vytlačí korintské zboží z trhu a Korintané následně už jen napodobují attický styl. Attičtí hrnčíři zdokonalí techniku černé figury a do dokonalosti ji dovede ve svých dílech malíř Exekias, který zároveň vynalezl i techniku červené figury (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 179).

#### 4.4 Červenofigurová keramika

Červená figura byla vynalezena kolem roku 530 př. n. l. v Attice a byla v módě až do konce 3. století př. n. l. Technika nejprve vznikla v kombinaci s černofigurovým stylem na tzv. bilingválních vázách. Nejdůležitější místa výroby byla Attika a později též jižní Itálie a Etrurie. V této částech starověkého světa se technika červené figury stala důležitým předchůdcem Terry Sigillaty (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 179-180). Červená figura je v podstatě také technika siluety: Nyní jsou však tyto siluety v barvě hliněného podkladu, kontrastují s černým listrem a

mají vykreslené vnitřní detaily. Aby se vytvořila vázová malba s červenou figurou, byly formy nejprve načrtnuty na vázu a obtaženy listrem. Široká konturní linie nanesená štětcem poskytovala pojistku proti špatnému vymalování, zatímco pozadí bylo vymalováno černým listrem. Obraz se tak přeměnil z obrysové kresby na bledě červenou siluetu postavy (COHEN 2006, 151).

Rytí detailů pokračuje ještě nějakou dobu, ale pak mizí (COOK 1997, 155). Pokud byly černofigurové vázy barevné díky červenofialové a bílé barvě na černých postavách, červenofigurové vázy vycházejí z kontrastu mezi oranžovými figurami a jejich černým pozadím. Použití další barvy bylo z velké části vyloučeno. Červenofialová a bílá nehrají ve výzdobě velkou roli a mizí. Ani ženská kůže není bílá, a tak malíři hledají nový způsob pro odlišení žen a mužů, který nacházejí v tělesných tvarech. Zajímavé je, že paralelní černofigurové vázy stále bílou využívají. Jde tak čistě o technologickou záležitost.

Koncem 5. st. začínají malíři váz opět používat bílou na větší plochy. Ženská těla jsou opět natřena bílou barvou, ale nejedná se o povinnost. Důležité postavy v kompozici jsou vyvedeny bíle, aby byly zdůrazněny. Použití bílé se stává kompozičním prvkem, který má i kontextový význam. Zdůrazňuje např. velmi krásné ženy, protože se předpokládá, že mají obzvláště krásnou bílou pleť. Občas tyto ženy mají bílý chiton, jehož záhyby jsou znázorněny zlatožlutými linkami. V použití bílé k zobrazení architektury a zvířat lze pozorovat jistý naturalismus. To platí i pro kovové předměty. Nejprve jsou natřeny bíle a poté překryty žlutou vrstvou, která působí dojmem lesklého zlatého kovu. Místo této metody se mohla využít i technika zlacení (WEHGARTNER 2002, 89-91). Vrchol zdobení krycími barvami přichází v pol. 4. st. v jižní Itálii na Apulských vázách, které jsou velmi často zdobeny bílou, žlutou, oranžovou a různými odstíny červené. Po konci červenofigurových váz užívání krycích barev pokračuje do roku 273 v tradici pseudočervenofigurové keramiky zvané Gnathia, u které se barvy aplikovaly přímo na černě listrovaný povrch vázy (TRENDALL 1989, 14-15).

Na konci 4. st. se vyrábí finální typ červenofigurových váz. Takzvané **kerčské vázy** se vyráběly v Aténách, Attice a možná na Chalkidiki a lze je datovat do druhé a třetí čtvrtiny 4. st. př. n. l. Tyto červenofigurové vázy fascinují zejména svojí bohatou polychromií. Kresba váz v kerčském stylu se liší od jemných linií attické vázové malby konce 5. st. Umělci používají přidanou barvu, často přes detaily natřené černým listrem, pro zdůraznění a vyvážení kompozic. Listr přidaný k bílé často vytváří žlutou. Matná růžová, červená a dokonce i modrá a zelená – barvy dříve aplikované na bílé lekythy – se také používají k oživení kompozic a ke zdůraznění

postav ve skupinách prostřednictvím kontrastu. Vedlejší postavy jsou často zobrazovány pouze jako červená postava, ačkoli detaily mohou být zvýrazněny přidáním bílé, nebo dokonce zlacení (COHEN 2006, 318-320).

Případová studie (SCOTT – TANIGUCHI 2002) peliky v kerčském stylu identifikovala na jejím povrchu několik barevných pigmentů. Jako bílý pigment byl zjištěn kalcit aplikovaný po výpalu, bylo provedeno zlacení fólií z ryzího zlata, zelený pigment se skládal z malachitu obsahující měď, zinek a arsen. Dále byl potvrzen cinabarit pro červený pigment, růžový pigment byl směs cinabaritu s kalcitem. Modrý pigment byl poměrně přesvědčivě určen jako Egyptská modř. Šedý pigment byl opět směsí kalcitu a uhlíkem. Na váze se objevily i krémové pigmenty (které ale původně mohly být čistě bílé). První byl identifikován jako anorganická směs sádrovce, křemene a běloby uhličitanu vápenatého, která se mohla vlivem archeologických procesů přeměnit na šřavelan vápenatý ve formě whewellitu, který je zodpovědný za krémový tón. Druhý krémový pigment byl pravděpodobně illitový jíl. Posledním pigmentem na nádobě byl černý listr, takže směs železitých minerálů jako hercynit, magnetit, maghemit (SCOTT – TANIGUCHI 2002, 236-240).



## 5 Červeně listrovaná keramika

Červeně listrovaná keramika je druhou velkou skupinou v rámci antické keramické tradice. Hlavními zástupci jsou zde technika korálové červeně (*coral red*) a římská terra sigillata. Jedná se o keramiky, které získávají svoji barvu velmi podobně jako černě listrovaná keramika, tj. výpalem listru s vysokým obsahem oxidu železa. Rozdíl je zde ten, že červeně listrovaná keramika (zde hlavně terra sigillata) neprochází třístupňovým výpalem, ale v peci prochází pouze oxidačním výpalem bez redukční fáze. Listr tak zůstává červený.

### 5.1 Korálová červeně

**Korálově červený listr** (*coral red*) byl vynalezen ve 30. letech 5. st. př. n. l. a vyráběl se necelé století v několika hrncířských dílnách. Tato technika lesklého listru, používaná především na pohárech, byla obecně používána v pozdně archaických a klasických aténských keramických dílnách jako velkolepá alternativa k černému lesklému listru pro pokrytí širokých ploch povrchu na vázách. Korálově červená keramika byla pojmenována podle své unikátní barvy. Často se této technice také přezdívá „úmyslná červeně“ (*intentional red*) (COHEN 2006, 44). Techniku patrně jako první vymyslel Exekias, vzhledem k tomu, že nejstarší známé použití se objevuje na jeho slavném kyliku s Dionýsem a delfiny z doby asi 535 př. n. l. Zajímavé je na něm to, že korálová červeně je zde aplikována ručně (ne s pomocí kruhu) a pohár tak obsahuje oddělený červený a černý listr vedle sebe, aniž by se překrývaly. (COHEN 2006, 45-46). I na mnoha dalších korálově červených nádobách lze pozorovat překrývání obou nátěrů. Existence obou typů překrývání tak naznačuje, že korálově červený listr musel být na keramiku aplikován spolu s černou (COHEN 2006, 45).

Ke korálově červeně se vážou dvě hlavní otázky. Její **složení** a **způsob výpalu**. Je několik možností, jak se listr připravoval. První možností je, že červená vznikla smícháním okrové barvy se standardním listrem. Další možností je, že byl do směsi přidáván jako přísada kaolinitický jíla. Je i šance, že byla směs připravena jako méně rafinovaný roztok barvy, jehož účelem bylo snížit bod reoxidace listru (COOK 1997, 238). Jinak mají ale korálově červeně podobné složení jako černý lesk a dělí se na dva základní typy. První obsahuje nízký podíl vápníku a hořčíku (LCM) a druhý obsahuje vysoké podíly vápníku a hořčíku (HCM). Obě složení se vyznačují výrazně poréznější mikrostrukturou a ve srovnání s černým listrem také nižším stupněm slinování.

Podobnost složení černého listru a červeného listru s malými podíly vápníku a hořčíku nepodporuje předpoklad jediného třífázového výpalu, ale místo toho naznačuje, že černý listr a korálově červený listr vznikly během dvou samostatných výpalů. Při prvním redukčním výpalu vznikl černý listr a po ochlazení a nanesení korálově červeně proběhl druhý oxidační výpal (při 850–860 °C (JONES 2021, 107)), kdy vznikl listr červený. Nicméně složení korálově červeně s vysokými obsahy vápníku a hořčíku mělo být schopné díky svým žáruvzdorným vlastnostem vytvořit červený listr spolu s černým v jediném třífázovém výpalu (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 181). Hlavní argument proti klasifikaci dvou typů složení je ale ten, že z hlediska keramiky může být falešná. Každá dílna mohla mít svůj preferovaný recept na přípravu listru. Dohromady by tyto listry vykazovaly sice úzký, ale neklasifikovatelný rozsah složení. Existence jediného receptu, který by vyžadoval více než jedno vypálení k dosažení červeného listru je tak velmi nepravděpodobná (JONES 2021, 107).

## 5.2 Terra Sigillata

Římská keramika byla vyvážena z Itálie už od 4. st. př. n. l. nejprve jako tzv. kampánská keramika, což byla černě listrovaná keramika, kterou nahradila v polovině 1. st. př. n. l. červeně listrovaná Terra Sigillata s výrobním centrem ve městě Arretium. Terra Sigillata vzkvétala ve všech částech římské říše. (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 192). Terra sigillata značí světle červeně vysoce standardizované masově vyráběné keramické nádoby pocházejí od 1. st. př. n. l. do 7. st. n. l. rozšířené v Evropě, severní Africe a na Blízkém východě. V historii bádání terra sigillata nejprve zahrnovala tvarované nádoby s reliéfními dekoracemi, typicky charakteristické svým lesklým, jasně červeným, lesklým listem. Postupem času však označení začalo zahrnovat také hladké nádoby vyrobené na kruhu, podobně charakteristické červeným listrem, s proměnlivými tóny a brilancí (SCIAU – SANCHEZ – GLIOZZO 2020, 2).

## 5.3 Složení a výrobní techniky

Obyčejná nezdobená keramika jako talíře nebo jednoduché misky se tvarovala na kruhu, sušila se do kožovitého stavu, namáčela se do suspenze z nejjemnějších jílových částic získaných levigací, znovu sušena a vypalována v oxidační atmosféře. Technika výroby propracované sigillaty s reliéfní výzdobou spočívala ve vtlačení a vytvarování jílu ve formě, ve které byl reliéf vyveden v negativu. Hrnčíři také označovali své výrobky kolky. Technika lisování nádob z forem se již používala ve východním Středomoří přinejmenším od 2. st. př. n. l. a její původ lze najít v tzv. megarských čiších, což byly zdobené nádoby z Řecka a Malé Asie ve 3. a na počátku

2. st. př. n. l. Megarské číše velmi ovlivnily italskou produkci, protože spolu sdílejí mnoho atributů, jako třeba právě reliéfní výzdobu. Zde nacházela výroba těchto tvarovaných nádob vhodnou půdu pro svůj rozvoj, protože stejně jako v případě Etruského bucchera bylo reliéfní zboží v Itálii populární v době, kdy byly v Řecku v módě malované vázy (IBIDEM, 198-199).

K výrobě vysoce slinutého a barevného listru byla použita suspenze jílu chudá na CaO a bohatá na železo. Listr obvykle měří několik desítek mikronů a skládá se ze skelné matrice obsahující mikrometrické a nanometrické krystaly (např. křemen, hematit, korund, spinel) (SCIAU – SANCHEZ – GLIOZZO 2020, 5-6). Téměř veškerá keramika patřící do této skupiny keramiky byla vyrobena z vápenatých illitických jílu. Použití těchto jílu mělo pro výslednou keramiku několik výhod – větší tepelnou roztažnost, menší riziko popraskání, větší tuhost, je odolnější pro používání, vitrifikační struktura vápenatých jílu zůstává v podstatě nezměněna v rozsahu teplot výpalu 850 °C–1050 °C.

Starí hrnčíři udržovali nejjemnější částice hlíny (illitu) v suspenzi do které nádoby namáčeli. I když byla pro tělo nádoby a listr použita stejná hlína, jejich chemické složení se liší koncentrací železa a draslíku. Mohly být použity ale i různé jíly (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 203-205). Intenzita a trvanlivost typického červeného lesklého listru souvisí se stupněm jeho slinování, řízeným obsahem CaO a alkalických kovů, teplotou výpalu a velikostí zrn hematitu. Vyšší obsah CaO má za následek snížení lesku. Experimentální důkazy naznačují, že částice nanokrystalického hematitu zapouzdřené v silikátových maticích jsou chemicky a tepelně obzvláště stabilní a poskytují keramickému nádobí optimální zarudnutí (IBIDEM, 206).

## 5.4 Výrobní centra

Italské **Arretinské zboží** se vyrábělo od poslední třetiny 1. st. př. n. l. do dvacátých let 1. století n. l. Italská sigillata je tedy keramickým výrobkem příznačným pro rozkvět za císaře Augusta. Dalšími výrobními centry bylo Arretia (Arezzo) také Clusium (Chiusi) a Pisa (SCIAU – SANCHEZ – GLIOZZO 2020, 2). Nejstarší arretinské nádoby pocházející asi z poloviny 2. st. př. n. l. připomínají kampánské nebo etruské zboží, které jim předcházelo tím, že byly potaženy černě listrovanou vložkou imitující kov. Přejít k červenému listru nastal až asi na začátku 1. st. př. n. l. Téměř jistě byla inspirována importovanými keramikami jako East Sigillata A ze Sýrie. Zdá se, že výroba začala těsně po polovině 1. století př. n. l. ve stejných dílnách, které dříve vyráběly lesklé černě listrované zboží. Prvotní výrobky se velmi inspirovaly kovovými nádobami. Přestože se italská sigillata vyráběla i po celé 1. století n. l., její vývoz do provincií se zmenšil a téměř ustal před rokem 40 n. l. (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 194-195).

Továrny na výrobu zboží v Arretiu začaly v druhé polovině roku klesat v kvalitě a produkci 1. století a ustoupilo krásné oranžovo-červené lesklé keramice vyráběné v římské provincii **Galie**. Tato keramika byla v mnoha ohledech lepší než italská, protože má pevnější texturu, je odolnější proti zlomení a má vyšší lesk, což bylo dřívější kritérium kvality, které si zvláště cenila římská armáda, která byla hlavním zákazníkem. Zatímco většina keramiky na jihu (La Graufesenque) a ve střední Galii (Lezoux, Lyon) začaly fungovat někdy v první polovině 1. století př. n. l., východní Galie (Trevír, La Madeleine) zahájily činnost buď koncem 1. st. n. l. nebo začátkem 2. st. n. l. Teprve koncem 1. nebo počátkem 2. st. začal Lezoux vyvážet své výrobky do Británie, kde si udržoval svou nadřazenost nad východogalskými keramikami po celé 2. st. Podobně jako úpadek v Itálii v 1. st. n. l., která ustoupila vzestupu Galie, poklesl i její hospodářský význam na konci 2. st. a její místo zaujala keramika z Afriky (HEIMANN – MAGGETTI 2014, 196-197).

Hlavní tradice sigillaty na východě v **Malé Asii a Sýrii** začala kolem roku 150 př. n. l., mnohem dříve než italské zboží; rané vzorky odrážejí různé dekorativní styly a nemají vždy červený povrch. Nicméně, počínaje kolem let 10 př. n. l. – 10 n.l., široce napodobují italské zboží. Dílny v Malé Asii, z nichž některé byly v italském vlastnictví, bezvýhradně přijaly nové způsoby hranatých tvarů s jemnými výlisky a praxi přidávání razítek výrobců. V Sýrii a ve vzdálenějších centrech nové vlivy mění vzhled keramiky. Tyto východní výrobky vykazují některé zvláštní rysy. Například nožky jsou nízké, často ohraničené drobnými rýhami a hřebeny (HAYES 1997, 52-53). Pět široce vyvážených červeně listrovaných typů nádob ztělesňuje tradici sigillaty ve východní polovině Římské říše. Obecně jsou známé pod anonymními značkami Eastern Sigillata A, B, C a D. Neví se totiž přesně odkud pocházely a jen oblast Pergamu je jasně doložená (HAYES 1997, 53-54).

Výroba **africké sigillaty** začala napodobováním ve druhé polovině 1. st. n. l. a stala se největší a nejdéle trvající antickou keramikou, která se vyráběla se nepřetržitě až do 7. století n. l. Africké výrobky se vyznačovaly oranžovou nebo růžovočervenou barvou (SCIAU – SANCHEZ – GLIOZZO 2020, 4). Africké nádoby byly vyrobené nejprve v oblasti Kartága a brzy je následovaly výrobky příbuzných továren v různých částech dnešního Tuniska a východního Alžírsku. Používaly jíly poměrně jednoduchého složení, které nevyžadovaly tak přísně kontrolované vypalování jako ty, které se používaly pro sigillatu. Africké kuchyňské zboží v 1. st. v malém měřítku a během 2. a 3. st. postupně vytlačilo své konkurenty téměř všude. Typ Terry Sigillata Africana A je poněkud písčité se souvislým leštěným listrem, Typ D je jejich

pozdějšími protějšky, vyrobené v řadě center, hlavně v severním Tunisku. Nakonec typ C je velmi hladká keramika s tenkým listrem (HAYES 1997, 59).

## 6 Bílé lekythy

Bílé lekythy jsou vedle černě a červeně listrované keramiky třetí a poslední velkou skupinou antické keramiky. Jedná se o keramické vázy, které na sobě mají povrchovou úpravu vytvořenou bílým materiálem. Nejčastěji jde o kaolinit nebo sádrovec. Na bílý povrch jsou malovány obrysy a detaily postav a dalších věcí nebo objektů polychromními studenými krycími barvami. Z valné většiny to jsou barviva zmíněná v podkapitole o pigmentech aplikovaných po výpalu. Jak je tedy patrné, šlo o velmi různorodé spektrum barev a odstínů, které upoutalo na první pohled pozornost. Barvy byly ale poměrně nestálé, a proto se tato technika používala právě na lekythech, tedy nádobách používaných v pohřebním kontextu.

### 6.1 Technika bílých lekythů

Bílé lekythy byly vyráběné v Aténách a jejich okolí v 5. století př. n. l., zpočátku používané jako baňky na olej a později většinou jako pohřební předměty. Všechny jsou částečně pokryty bílým listrem, který se doporučuje aplikovat především před procesem vypalování, sloužící víceméně jako bílý podklad pro další malbu (BERTHOLD *et al.* 2017, 513). Nejstarší známý bílý lekythos je připisován Psiaxovi. Technika bílých lekythů byla rozšířena především u lekythů, kyliků a kratérů. Jednalo se o hrnčířskou inovaci, která byla zpočátku těsněji svázána s tvarem než vyloženě s dekorací vázy a v tomto ohledu je podobná korálové červení (COHEN 2006, 190). Spojení techniky s pohřebním kontextem není náhodné. Jde totiž o neutilitární použití, které umožnilo hrnčířům experimentovat a vytvářet i dekoraci, která by při normálním používání neměla dlouhou životnost (JONES 1986, 811). Listr a ani barvy totiž byly poměrně nestálé. Experimentováním je tato technika i z toho hlediska, že se nejvíce blíží nástěnné malbě, která v 5. st. byla velmi významná (COHEN 2006, 190). Existovaly dva druhy lekythů. Typ I byl načervenalé až nahnědlé barvy a dekorován byl černým listrem, čímž navazoval na černofigurový styl. Typ II byl mladší a polychromní pigmentace se přesunula na dobu po výpalu (BERTHOLD *et al.* 2017, 513). Malba na bílý podklad končí v Aténách na konci 5. st., ale použití polychromie nekončí. Ta pokračuje ve 4. st. na již zmíněných kerčských vázách, ovšem již v neporovnatelně menším objemu (WEHGARTNER 2002, 95).

### 6.2 Bílá podkladová vrstva

Bílý povrch neměl jednotné složení. Kaolinit, který byl aplikován před vypálením, se patrně hojně používal. Kaolinit byl ale také nalezen v kombinaci kamencem (alunitem) nebo

montmorillonitem. Vyskytly se dokonce případy s mastkovým základem (JONES 2021, 110). Do podkladu se pro čistě bílý efekt mohla přidávat i kostní běloba (BERTHOLD *et al.* 2017, 514). Kromě kaolinitu se ale využívala i sádra. Ta totiž byla nejspíš mnohem levnější a její aplikace byla technologicky jednodušší ve srovnání s kaolinovým listrem nanášeným před výpalem a byla vyhrazena pro speciální druhy lekythů. Překvapivě byla nalezena s překrývající vrstvou černého listru (IBIDEM 2017, 513). Tento výrobní postup ale ještě nebyl plně pochopený. Obvykle je totiž černý listr aplikován před výpalem, kdežto sádrová vrstva byla aplikována za studena po výpalu. Jakým procesem tedy byl černý listr na sádru aplikován je prozatím nejasné (IBIDEM, 517-519). Jinak se sádra používala k zakrytí prasklin a k opravám nádob (JONES 2021, 110).

### 6.3 Polychromní pigmentace

Výhody bílého podkladu jsou zřejmé. Černé čáry se zobrazují lépe na bílé než na tmavě červené (FAIRBANKS 1907, 1). Bílý podklad poskytl umělcům největší prostor pro experimentování s polychromií (JONES 1986, 809). Umělci používali předběžný náčrt tupým hrotem, který vyvinuli malíři červenofigurových váz a je vidět na pečlivějších raných exemplářích bílých lekythů s obrysovou kresbou (FAIRBANKS 1907, 6-8). Předběžné náčrty se ale mohly provádět i jiným způsobem. Při svém výzkumu narazil Berthold *et al.* (2017, 517) na optických snímcích na čáry s obsahem olova, které na povrchu normálně nebyly viditelné. Tyto čáry následně určil jako čáry představující předběžný náčrt na povrchu nádoby vytvořené pigmentem s obsahem olova.

V klasické malbě se k vytvoření **červené** barvy využívaly hematit nebo cinabarit, a to často vedle sebe. Mohl to být ale také vermilion (WALTON *et al.* 2010). **Žlutá** se již nevytvářela zředěným listrem, místo toho se používal žlutý okr. Samozřejmě se nanášel až po výpalu, aby nezčervenal. **Modrá** je egyptská modř a **zelená** je malachit (WEHGARTNER 2002, 94). **Černý lesklý listr** na obou typech lekythů obsahoval hercynit, magnetit a maghemit. Nanášela se ale i **povýpalová čern** jako např. uhlík. Existují také důkazy nanášení **zlaté fólie** na povrch po výpalu. Zlato bylo velmi čisté s tloušťkou pod 0,5  $\mu\text{m}$ . Není jisté, jak bylo připojeno k povrchu, ale díky nálezům glukózy a fruktózy pod zlacením je pravděpodobné, že pochází z medu nebo lepidla na bázi škrobu (JONES 2021, 110).

Používala se i tzv. druhá **bílá**. Sloužila zejména k odlišení světlé pleti žen od listrovaného pozadí. V polovině 5. st. druhá bílá zcela ztratila přízeň, podklad se stal světlejší a poréznější a matné barvy aplikované po vypálení (černá, zelená a modrá) se staly výraznějšími. Od roku 430

př. n. l. byla veškerá dekorace provedena po vypálení. Zahrnovala růžové a světlé modré, které na attických vázách do té doby nebyly k vidění (COHEN 2006, 191).

Některé lekythy na sobě mají i zvláštní purpurově červené zbarvení zejména nebo často v blízkosti oblastí malby egyptskou modří. Jde o tenorit, oxid mědi a produkt oxidace sloučenin mědi jako je právě egyptská modř (WEHGARTNER 2002, 94). Ukázalo se, že díky dalšímu zacházení v rámci pohřebního procesu prošel lekythos druhým nekontrolovaným výpalem v zakouřené atmosféře dosahující teploty až 1000°C, zcela nesouvisejícím s jeho původním výpalem. To odpovídá situaci, kdy byl lekythos úmyslně rozbit a během pohřebního rituálu vhozen do kremační hranice (JONES 2021, 110).



## Závěr

Tato bakalářská práce měla za cíl objasnit **technologický proces** spojený s výrobou a aplikací pigmentů na antických malovaných keramických vázách. Měla určit jaké **materiály** se používaly pro jakou barvu a jakou roli hrálo při výrobě a pigmentaci **vypalování** nádob. Svět keramických nádob a jejich pigmentů je nevyčerpatelnou studnicí informací, které je možné zjistit o starověkých civilizacích. Poukazují na dlouhý vývoj hrnčířského řemesla napříč dějinami a jeho neustálé snaze inovovat a měnit zaběhlé styly a způsoby dekorace. Ukazují, že hrnčíři a malíři měli staleté zkušenosti, které využívali každý den, ať už u hroudy jílu, hrnčířského kruhu, u pece nebo se štětcem v ruce.

**Technologický proces** byl nesmírně propracovaný a náročný. Záleželo na správných poměrech, tloušťce listru nebo na ucpání pece ve správný moment a na správnou dobu, a to ještě nádoba musela být v peci na správném místě. To vše rozhodovalo o tom, zda bude listr krásně černý a lesklý, nebo jestli bude hnědý nebo dokonce červený. Chladné pigmenty zase trpěly na způsob přichycení k nádobě a proto se nejednalo o příliš oblíbený způsob zdobení užitných nádob a experimentovalo se na nádobách pohřebních. Jak je ale také vidět v poslední kapitole, veškeré postupy ještě zatím nejsou plně probádané a případ černého listru na sádrovém podkladu to jasně dokazuje. Je tedy stále prostor pro další zkoumání antických pigmentů.

**Materiály** užívané pro pigmenty byly rozmanité, ale barev příliš nebylo. Na druhou stranu ani nebyly potřeba, protože pro hlavní proud keramiky – černofigurovou a červenofigurovou keramiku – byla potřeba pouze bílá a červenofialová. Listry rozmanité pigmenty nepotřebují, protože se vše točí okolo oxidů železa a oxidů hliníku. Je používán i mangan, hercynit, maghemit, pyrolusit a další minerály. Nicméně i u pigmentace před výpalem byly materiály a jejich poměry důležité, zvláště když měl listr jiné složení než tělo. Polychromní pigmentace je daleko pestřejší. Je vidět bílý kaolinit nebo sádra, červený, hnědý, žlutý okr, zelený malachit, modrá egyptská modř nebo černý uhl. Zajímavý musel být i obchod s těmito materiály a zásobování hrnčířů a malířů těmito látkami.

**Výpal**, jak už bylo výše trochu načrtnuto, byl absolutně zásadní fází pro celý proces výroby. Od něj se odvíjel vyráběný styl, a tím pádem i použitý barevný dekor a použité materiály. Pokud nádoba zdárně neprošla výpalem, byla vyhozena. Teploty, doba i atmosféra – to vše muselo být řízeno zkušeným hrnčířem, který byl mistr svého oboru. A nesmí se zapomínat i na pece a

obdobná zařízení, která byla také velmi důležitá při procesu a výrazně ovlivňovala mimo jiné barvu a odstín výsledných listů.

Prostor pro další zkoumání pigmentů je možný u zkoumání keramických glazur (např. pozdně antických), které dodávají nádobám zase úplně jiné povrchové efekty a barvy, a které v této práci byly cíleně vynechány. Prostor by mohl existovat i pro výzkum obchodních tras a distribuce keramických výrobků a pigmentů nebo analýzu tvarů nádob a specifických vzorů, ornamentů nebo motivů používaných na keramických nádobách, tedy dekorace, na kterou se antické pigmenty využívaly.

## Seznam použité literatury

- ALOUPI-SIOTIS, E. 2020: Ceramic technology: how to characterise black Fe-based glass-ceramic coatings. *Archaeological and Anthropological Sciences* 12, 1-15.
- AMICONE, S. 2015: Fourth-century BC Black and Red Gloss Pottery from Iasos: A Technological Approach. In: Gürtekin-Demir, R. G. – Cevizoğlu, H. – Polat, Y. – Polat, G. (eds.): *Keramos Ceramics: A Cultural Approach. Proceedings of the First International Conference at Ege University May 9-13, 2011 İzmir*. Kızılay-Ankara.
- BALACHANDRAN, S. 2019: Bringing Back the (Ancient) Bodies: The Potters ' Sensory Experiences and the Firing of Red, Black and Purple Greek Vases. *Arts* 8, 1-24.
- BEAZLEY, J. D. 1986: *Development of Attic Black-figure. Revised Edition*. London.
- BERTHOLD *et al.* 2017 = Berthold, C. – Zimmer, K. B. – Scharf, O. – Koch-Brinkmann, U. – Bente, K.: Nondestructive, optical and X-ray analytics with high local resolution on ATTIC white-ground lekythoi. *Journal of Archaeological Sciences* 16, 513-520.
- COHEN, B. 2006: *The Colors of Clay: Special Techniques in Athenian Vases*. Los Angeles.
- COOK, R. M. 1997: *Greek Painted Pottery*. New York.
- FAIRBANKS, A. 1907: *Athenian White Lekythoi*. Norwood.
- FOLSOM, R. S. 1967: *Handbook of Greek Pottery*. London
- Gajic-Kvascev 2012 = Gajic-Kvascev, M. – Stojanovic, M. M. – Smit, Ž. – Kantarelou, V. – Karydas, A. G. – Šljivar, D. – Milovanovic, D. – Andric, V.: New evidence for the use of cinnabar as a colouring pigment in the Vinča culture. *JOURNAL OF ARCHAEOLOGICAL SCIENCE* 39, 1025-1033.
- HASAKI, E. 2002: *Ceramic Kilns in Ancient Greece: Technology and Organization of Ceramic Workshops*. Cincinnati.
- HAYES, J. W. 1997: *Handbook of Meditarrean Roman Pottery*. London
- HEIMANN, R. B. – MAGGETTI, M. 2014: *Ancient and Historical Ceramics: Materials, Technology, Art and Culinary Traditions*. Stuttgart.
- HRADIL *et al.* 2003 = Hradil, D. – Grygar, T. – Hradilová, J. – Bezdička, P.: Clay and iron oxide pigments in the history of painting. *Applied Clay Science* 22, 223-236.

- JONES, R. E. 1986: *Greek and Cypriot Pottery: A Review of Scientific Studies*. Athens.
- JONES, R. E. 2021: The Decoration and Firing of Ancient Greek Pottery: A Review of Recent Investigations. *Advances in Archaeomaterials* 2, 67-127.
- LEACH, B. 1940: *A Potters Book*. London
- MASTROTHEODOROS, G. P. – BELTSIOS, K. G. 2022: Pigments – Iron-based red, yellow and brown ochres. *Archaeological and Anthropological Sciences* 14, 1-25.
- NOLL, W. – HOLM, R. – BORN, L. 1975: Painting of Ancient Ceramics. *Angewandte Chemie – International Edition* 14(9), 602-613.
- ORTON, C. – TYERS, P. – VINCE, A. 1993: *Pottery in Archaeology*. Cambridge.
- RICE, P. M. 1987: *Pottery Analysis: A Sourcebook*. Chicago.
- RIEDERER, J. 1982: Die Pigmente der antiken Malerei. *Naturwissenschaften* 69, 82-86.
- SANTACREU, D. A. 2014: *Materiality, Techniques and Society in Pottery Production. The Technological Study of Archaeological Ceramics through Paste Analysis*. Berlin.
- SCIAU, P. – SANCHEZ, C. – GLIOZZO, E. 2020: Ceramic technology: how to characterise terra sigillata ware. *Archaeological and Anthropological Sciences* 12, 1-22.
- SCOTT, D. A. – TANIGUCHI, Y. 2002: Archaeological Chemistry: a Case Study of a Greek Polychrome Pelike In: Tiverios, M. A. – Tsiafakis, D. S. (eds.): *Color in Ancient Greece: The role of Color in Ancient Greek Art 700-31 B.C.* Thessaloniki.
- SHEPARD, A. O. 1965: *Ceramics for the Archaeologist*. Washington.
- SIDDALL, R. 2018: Mineral Pigments in Archaeology: Their Analysis and the Range of Available Materials. *Minerals* 8, 1-35.
- SINOPOLI, C. M. 1991: *Approaches to Archaeological Ceramics*. New York.
- THÉR, R. – MANGEL, T. 2015: Ke stavu poznání hrnčířských pecí z doby laténské v Čechách a na Moravě. *Živá archeologie* 17, 48-54.
- TOMASINI *et al.* 2015 = Tomasini, E. P. – Gómez, B. – Halac, E. B. – Reinoso, M. – Di Liscia, E. J. – Siracusano, G. – Maier, M. S.: Identification of carbon-based black pigments in four South American polychrome wooden sculptures by Raman microscopy. *Heritage Science* 3, 1-8.

Toms, P. 2019a: *Aplastika I*. Dostupné online: <<https://keramikum.cz/clanek/aplastika-i-dil>> (navštíveno 31/07/2023).

Toms, P. 2019b: *Aplastika II*. Dostupné online: <<https://keramikum.cz/clanek/aplastika-ii-dil>> (navštíveno 31/07/2023).

TRENDALL, A. D. 1989: RED FIGURE VASES OF SOUTH ITALY AND SICILY: A HANDBOOK. London.

VELDE, B. – DRUC, I. C. 1999: *Archaeological Ceramic Materials. Origin and Utilization*. Heidelberg.

WALTON *et al.* 2010 = Walton, M. S. – Svoboda, M. – Mehta, A. – Webb, S. – Trenrelman, K.: Material evidence for the use of Attic white-ground lekythoi ceramics in cremation burials. *Journal of Archaeological Science* 37, 936-940.

WEHGARTNER, I. 2002: Color in Classical Vases. In: Tiverios, M. A. – Tsiafakis, D. S. (eds.): *Color in Ancient Greece: The role of Color in Ancient Greek Art 700-31 B.C.* Thessaloniki.