

PETRIĆEVA SHVAĆANJA O ZEMLJANIM SUPSTANCIJAMA I POJMU TOPLINE

Snježana Paušek-Baždar

UVOD

Prirodna filozofija renesanse teži da u shvaćanju prirode koristi iskustvo kao ključni pojam. Najizrazitiji predstavnici ovog nastojanja su bili njemački kemičar i liječnik *Paracelsus*¹, talijanski liječnik i matematičar *Cardanus*² i talijanski filozof i prirodosnastvenik *Bernardino Telesio*³. Za razliku od prve dvojice, Telesijeva gledišta, premda s metodološkim nedostacima, mogu se prihvatiti kao cjeloviti pogled na svijet. Zato Telesija smatramo predstavnikom empirijske filozofije koja se oslobodila aristotelijansko-sred-njevjekovne koncepcije i koja je prethodila formiranju moderne prirodne znanosti.

Petrićev prirodnofilozofski sistem uz Telesijev jedan je od najznačajnijih u renesansi, a Petrić je po svojim načelnim gledištima bio Telesijev sljedbenik. Međutim, gledajući s kemijskog aspekta Petrić je u razvijanju svojih prirodnofilozofskih pogleda došao do nekih spoznaja, koje su se, za razliku od Telesijevih shvaćanja, pokazale kao važne spone u razvojnom toku prirodnih znanosti.

¹ Pravim imenom *Theophrastus Bombastus von Hohenheim* (Einsiedeln, Švicarska, 1493 — Salzburg, 1541). Zbog kritičkog i oštro polemičkog karaktera njegovih spisa odbijaju mu štampanje djela u Leipzigu, Beču i Zürichu, tako da je za života objavio samo nekoliko spisa. Sveukupna djela u 10 sv. izašla su u Baselu (1589—1591); Ernst v. Meier: *Geschichte der Chemie*, Leipzig, 1889, str. 57—61.

² *Cardano Geronimo* (Hieronymus Cardanus; Padova, 1501 — Rim, 1576). Paracelsusa i Cardanusa izdvajamo između ostalih znanstvenika, jer se njihov doprinos nije ograničio samo na domenu znanosti kojom su se bavili, nego se protekao i na filozofske koncepcije.

³ *Bernardino Telesio* (Cosenza blizu Napulja, 1508—1588). Predavao je u Napulju i osnovao akademiju u Cosenzi. Najvažnije djelo mu je: *De natura rerum juxta propria principia*. Prvi dio je objelodanjen 1565, a drugi 1587. Kao prirodosnastveni empirist došao je u sukob s crkvom, koja je njegova djela nakon smrti, stavila na indeks zabranjenih knjiga.

1. KEMIJSKE SPOZNAJE U OKVIRU PRIRODNE FILOZOFIJE RENESANSE

Kemijska shvaćanja u 16. stoljeću u okviru novoplatonskog misticizma, logični su nastavak antičkog učenja o biti tvari.

Problem određivanja svojstava i kvalitativne raznolikosti tvari, kao ključ za rješavanje praktičnog zadatka — dobivanje supstancije s potrebnim svojstvima predstavlja invarijantnu jezgru kemije. Ovaj problem postavljen je u dalekoj prošlosti, a nije izgubio svoj značaj ni danas. Njegovo rješavanje podrazumijeva tumačenje prirode tvari i njen preobražaj.

Prirodnoznanstvenici renesanse su ovaj problem rješavali na taj način da su kvalitativnu raznolikost svih tvari svodili na akcidentalnu manifestaciju supstancije. Ovaj renesansni način rješavanja problema determinacije kvalitativne raznolikosti tvari karakteriziran je; spekulacijom koja dobiva isključivo moć apstrakcije, logičkom dedukcijom koja se ne oslanja na pouzdane principe i sveopćošću objekata istraživanja umjesto tvari koja se specifično kvalitativno mijenja⁴.

Prema novoplatonističkom uzoru suprotnost bitka i nebitka poistovjećuje se sa suprotnošću savršenog i nesavršenog, a između njih se razapinje šarena metafizička slika slojevito raščlanjenog svjetskog sistema. Na taj način dolazi do povezivanja dugo upotrebljivanih običaja metafizičkog mišljenja na početke novog istraživanja. Tako se i alkemija, koja je nastala u helenističkom Egiptu na osnovi staroegipatske metalurgijske tehnologije, dalje razvijala iz grčke filozofske spekulacije i novoplatonske mističke filozofije. Ona je postavila problem determinacije svojstava kao osnovni problem, a rješavala ga je koristeći se prirodnofilozofskim učenjem o elementima-svojstvima⁵. S jedne strane dolazi do gomilanja receptorskih znanja za pretvaranje niskokvalitetnih tijela u visokokvalitetna, a s druge strane kemijska znanost raspolaže idejama pomoću kojih nastoji riješiti problem formiranja svojstava tvari. Pri tome se nije radilo samo o tome da se, na primjer, transformira obični metal u dragocjeni, odnosno nesavršeni u savršeni, nego da se odrede univerzalni principi za dobivanje traženih svojstava. U tu svrhu su se kombinirala dva filozofska principa; zakon simpatije i antipatije, na temelju kojeg se sve tvari fizičkog svijeta rastaju ili sastaju i princip jedinstva prve tvari, koja čini mogućom realnu

⁴ V. I. Kuznjecov: *Dijalektika razvitka hemije. Dijalektika*, God. XIII, Broj 2—3, Beograd, 1978, str. 86—87.

⁵ *Element* je latinska riječ neodređenog porijekla. Grci je nisu upotrebljavali, ali je ona tako značajna za suvremenu kemiju da ne postoji način da se izbjegne njena upotreba čak ni pozivanjem na grčka vremena.

traženu transformaciju te nedeterminirane tvari u ovu ili onu supstanciju⁶.

U svom nastojanju da spoznaju strukturu, svojstva i univerzalne principe transformacije tvari, a polazeći od kritike grčkog prirodnofilozofskog učenja i uvodeći empirijske elemente, prirodni filozofi renesanse bavili su se onim što mi danas nazivamo *kemijska teorija*.

2. PETRIĆEVA SHVAĆANJA O PRATVARI ZEMLJANIH SUPSTANCIJA

Svoje poglede o strukturi, svojstvima i transformaciji tvari, Petrić je najobuhvatnije iznio u svom djelu *Nova de universis philosophia* (Ferrara 1591)⁷.

Grčki znanstvenici i filozofi bavili su se »uzrokom« stvari. Smatrali su da su sve supstancije različiti oblici jedne ili više osnovnih tvari, elemenata. Prva poznata supstancija za alkemičare Antike bila je pocrnjeno olovo, pa se pretpostavljalo da je *pratvar zemlje crna*. Zbog nepoznavanja elementarnih kemijskih opažanja, smatralo se da je dovoljno tom »prvom crnom« dodavati supstancije koje prema njemu imaju prirodni afinitet, pa da se dobije bilo koja tražena supstancija, napose plemenita. U to doba kada nije postojala kemijska analiza i kada su se poznavala samo vidljiva svojstva, alkemičari su imali razloga da vjeruju kako se podesnim postupkom svakoj supstanciji mogu »ugraditi« željena svojstva. Od svih poznatih svojstava najlakše je bilo postići svojstvo određene boje. Zbog toga je u kemijskoj pretvorbi glavnu ulogu igrala boja supstancije. Sredstva koja su se upotrebljavala u tu svrhu nazivala su se tinkturama, a kemijske transformacije su se shvaćale kao postupak bojenja⁸.

Kako se iskustva s crnom pratvari nisu mogla adekvatno interpretirati, peripatetici su dokazivali da su pratvari zemljanih supstancija *jednostavno i bijele*. Jedan od najznačajnijih peripatetika-prirodnoznanstvenika *Straton od Lampsacosa*⁹ smatrao je da je zemlja u svojoj biti jednostavna i bijela, te da se samo zbog prisustva različitih boja čini složenom (*composita corpora*). Osim toga, smatrao je da se bijele supstancije zbog svoje jednostavnosti i djelo-

⁶ R. Taton (ed.): *Histoire Générale des Sciences*, Tom I, La Science Antique et Médiévale, Paris, 1957, str. 259–264.

⁷ Frane Petrić: *Nova sveopća filozofija*, prijevod s latinskog, Zagreb, 1979.

⁸ R. Taton (ed.), djelo citirano pod 6, str. 378–381.

⁹ *Straton of Lampsacos* (djelovao oko 288) je nastojao uskladiti teorije Aristotela i Demokrita. Zastupao je mehaničko i determinističko tumačenje svijeta. Uglavnom je bio zainteresiran za prirodne znanosti i razvio je najznanstveniji dio Aristotelove filozofije; G. Sarton: *Introduction to the History of Science*, Vol 1, Washington, 1927, str. 152.

tvornosti lako mogu transformirati i poprimiti različite boje. Radi toga će samo one zemljane supstancije koje se u prirodi nalaze u bijeloj boji biti jednostavne i bit će pratvari zemlje, odnosno od njih će biti načinjene sve elementarne zemljane supstancije.

Petrić opovrgava ovakvo shvaćanje, negirajući jednostavnost i djelotvornost bijelih supstancija. Prema njegovom mišljenju ni jedno tjelesno biće ne može biti jednostavno, jer su sva bića stvorena nekom vrstom progresivne degradacije od najvišeg počela svih stvari — *fluora*. Čak ni prvi princip prostor (*spacium*) nije jednostavan. Od samog početka prostor je ispunjen fluidom (*fluor*), te svjetlošću (*lumen*) i topline (*calor*). To troje razlijeva se po cijelom prostoru, miješa se u njemu, s njime i između sebe, pa iz sebe tvori sva ostala tijela; ognjeni svijet, eter, zrak, vodu i zemlju¹⁰. Prema tome, niti jedno tijelo nije jednostavno, a zemlja je najsloženija od svih tijela: »Jednostavnu zemlju mi niti poznamo niti priznajemo, jer takvu nidje ne nalazimo«¹¹. Za razliku od peripatetika, Petrić pokazuje da bijele supstancije ne mogu biti pratvari zemlje. Interpretirajući tada poznate bijele supstancije: *pijesak*, *olovno bjelilo*, *sadru* i *lapor*, on negira njihovu jednostavnost i djelotvornost, te navodi:

- a) Bijele supstancije nisu jednostavne, zbog toga što ne ulaze u strukturu svih zemljanih supstancija, pa prema tome ne mogu biti pratvari zemlje. Naime, ukoliko bi bile jednostavne, Petrić smatra da bi one tada trebale tvoriti sve poznate mješavine i spojeve koje nalazimo na zemlji: »Međutim, pijesak ne tvori nikakvu mješavinu, sadra se ne miješa ni s kakvim prirodnim tijelom, olovno bjelilo ništa ne rađa. Dakle: to troje neće nikako biti pratvar zemlje«¹². Također pokazuje da ni lapor ne može biti pratvar zemlje, jer ne ulazi u strukturu svih poznatih zemljanih supstancija, a osim toga je i premalo rasprostranjen.
- b) Bijele supstancije su same po sebi mješavine, pa niti zbog toga ne mogu biti pratvari zemlje: »Jer ni laporu, ni sadri, ni olovnom bjelilu ne manjka vlaga kojom su slijepljeni«¹³. Pri tome se *ljepilo* (*gluten*), koje drži na okupu čestice zemljanih supstancija i određuje njihovu strukturu, formira i djeluje na bazi vlage i topline.
- c) Bijele supstancije ni po svojoj djelotvornosti ne mogu biti pratvari zemlje. One se mogu transformirati i kombinirati s ostalim zemljanim supstancijama, ali ta djelotvornost nije dovoljna, tj.

¹⁰ Frane Petrić, djelo citirano pod 7, *Pancosmia*, Knjiga VI, str. 77—79.

¹¹ Isto, Knjiga XXXII, str. 152.

¹² Isto.

¹³ Isto.

njihovom transformacijom mogu nastati samo neke, ali ne i sve tvari koje postoje na zemlji.

Prema Petrićevom mišljenju najviše počelo svih stvari i pratar svih tjelesnih bića je fluid (fluor). Pri tome su zemljane supstancije najnesavršenije i najsloženije od svih tijela. One su nastale kao talog (faex) fluida u obliku nedjeljivih čestica (atomos). Ove čestice mogu plivati u tekućini, praktički su nevidljive, pa se takve zemljane supstancije javljaju u tekućem stanju. S druge strane, čestice mogu biti sakupljene i sljepljene jedna uz drugu, pa se takve zemljane supstancije javljaju u krutom stanju, kao skrutnuti fluidi. Iz toga izvodimo da prema Petrićevom mišljenju postoje dvije vrste zemljanih supstancija:

1. zemljane supstancije u fluidnom, tekućem stanju, ili zemljane supstancije bez *ljepila* i
2. zemljane supstancije u krutom stanju koje su nastale od fluida, ili zemljane supstancije s *ljepilom*

Pri tome su obje ove »vrste« zemljanih supstancija nastale progresivnom degradacijom iz prvobitnog fluida-*fluora*. Dakle, jedino kvalitativno zajedničko svojstvo svim supstancijama zemlje je prisustvo prvobitnog fluida koji je nosilac svjetlosti i topline.

U prilog tome Petrić pokazuje da se svaka zemljana supstancija može s dovoljno jakim toplinom rastopiti u fluid, odnosno preći u tekuće stanje. Kao primjer navodi postupak za dobivanje opeka i postupak za proizvodnju stakla: »Svi ti pokusi najbjelodanije pokazuju da je bit zemlje fluid, da je tako od početka načinjena, i da je ona otvrdli fluid, da se može rastopiti u fluid i da se od fluida nikada ne razdvaja: niti iznutra, niti izvana. Uvijek je naime neki njezin dio povezan s vodom, zrakom, ili fluidom u njoj rođenim«, i dalje »Dakle: svaka zemlja ako nije fluid, jest tečljiva (fluxilis) jer je načinjena od prvobitnog fluida, i rastapa se u fluid. Te ako činom nije uvijek fluid, uvijek je fluid po mogućnosti«¹⁴.

3. PETRIĆEVA SHVAĆANJA O STRUKTURI I SVOJSTVIMA ZEMLJANIH SUPSTANCIJA

Zahvaljujući redukciji na zajedničke elementarne kvalitete, domene živućeg i neživućeg u doba renesanse nisu bile strogo odijeljene. Zbog toga i Petrić navodi da na zemlji »opstoje devet rodova stvari« iz kojih su načinjene sve poznate žive i nežive tvari. To su: »skrutnute vode, fluidi, skrutnute zemlje, stijenje, kovine, biljke, zoofiti, životinje i ljudi«. Pri tome se žive tvari-biljke, zoofiti, životinje i ljudi-tvore, »rađaju se« iz zemljanih supstancija, dok u same zemljane supstancije Petrić ubraja: »kovine, šljunak, soli,

¹⁴ Isto, str. 153.

sumpor, galicu, glinicu, arsen, bol, šalitru, magnet, staklo, kristal, skrutnute i neskrutnute fluide i razne vrste vodâ¹⁵.

Za nas su mnogo važnija Petrićeva shvaćanja o strukturi zemljanih supstancija koje se u prirodi nalaze u krutom stanju. Te su supstancije prema Petrićevom mišljenju građene tako da su nedjeljive čestice (atomos) povezane pomoću tzv. *ljepila* (gluten): »Zemlja, dočim, koja prije bijaše rasuti talog — kako se ne bi ponovo rasula i otišla gotovo u ništa — trebala je ljepilo kojim će se u sebi držati i održavati«¹⁶. Gledajući kroz prizmu današnjih spoznaja na spoznaje Petrićevog doba, možemo njegov pojam *ljepila* interpretirati s aspekta kemijske veze.

Prema Petrićevom mišljenju *ljepilo* je sačinjeno iz *vlage* i *toplina*, a njegovu izgradnju i razgradnju inicira promjena topline. *Ljepilo* određuje strukturu i daje karakteristična svojstva zemljanim supstancijama. Ono potječe od bazičnog fluida (fluora) koje daje »tijelo« svim stvarima prirode, a ujedno je nosilac topline (calor) i svjetlosti (lumen). Upravo zbog toga što potječe od prvobitnog fluida (fluora), *ljepilo* koje djeluje unutar zemljanih supstancija je ne samo vlažno, nego je nužno i toplo: »Dakle, zemlji ne manjka vlaga. I budući da je ljepljiva, nema u sebi nikakve suhoće. Jer sveukupno ljepilo jest po vlazi. Zbog istog tog ljepila zemlja je po svojoj naravi nužno i topla. Naime, svako je ljepilo po vlazi, a svaka vlaga jest po toplini i topla je. Jer ako je vlaga po onome prvobitnome fluidu, onda će nužno po svojoj naravi svaka vlaga biti povezana s toplinom. Isto tako niti će vlaga bez fluida, niti će fluid bez topline imati svoju bit«¹⁷. Petrićeva shvaćanja o strukturi zemljanih supstancija možemo šematski prikazati na slijedeći način:

nedjeljive čestice zemlje (skrutnuti fluid)	+	ljepilo (gluten) vlaga + toplina koje potječu od prvobitnog fluida	→	zemljane supstancije u krutom stanju
nedjeljive čestice zemlje (skrutnuti fluid)	+	(tekući fluid) voda ili neka druga tekućina koja je u svojoj biti topla i vlažna	→	zemljane supstancije u tekućem stanju

Peripatetici su općenito smatrali da je zemlja u svojoj biti hladna i suha. Zahvaljujući iskustvima s iskopavanjima ruda, Aristotel, a nakon njega i Hipokrat su doduše i dalje smatrali da je zemlja hladna i suha, ali da postoji i tzv. »podzemna zemlja« koja

¹⁵ Isto, str. 152.

¹⁶ Isto, str. 153.

¹⁷ Isto.

je topla. Nasuprot tome, Petrić misli da su sve zemljane supstancije u svojoj biti vlažne i tople. On smatra da *određeni odnos bazičnog fluida i topline* (fluora i calora) određuje strukturu, pa prema tome i karakteristična svojstva pojedine supstancije. Pri tome bazični fluid izgrađuje samu supstanciju i ima svojstva *ekspanzije i kontrakcije*, dok toplina drži na okupu sve čestice tvari. Promjena topline inicira ekspanzivne i kontraktivne sile *fluora*, pa na taj način toplina uzrokuje i usmjerava transformaciju tvari¹⁸.

Petrićeva misao po kojoj su strukturalne promjene u svijetu u najfinijim i najgrubljim objektima stvorene pomoću topline kao sile, je nova spona u razvoju teorije o kemijskim svojstvima tvari pomoću prvih principa prirode.

4. PETRIĆEVA SHVAĆANJA O POJMU TOPLINE I PRINCIPU TRANSFORMACIJE

Za razliku od antičke »estetske koncepcije prirode« u kojoj je nužno jedinstvo materije i forme i koja je tražila objašnjenje prirodnih pojava u oblicima u kojima su te pojave egzistirale, talijanski prirodnofilozofski mislilac *Bernardino Telesio* bio je prvi koji je nastojao da zamjeni jedinstvo *materije i forme* s jedinstvom *materije i sile*. Renesansna teorija prirode vraća se unatrag i istražuje aktivne principe. Prema Telesiu postoje dva takva aktivna principa (principia agentia): *princip ekspanzije* kojeg naziva *toplina* i *princip stezanja* kojeg naziva *hladnoća*. Toplina i hladnoća su sile koje pokreću prirodu, prodiru u materiju, te se njihovom interakcijom oblikuju stvari. Ukoliko se moraju uzeti različiti elementi, Telesio smatra da to mogu biti najviše dva: jedan u kojem djeluje ekspanzivni princip i koji ima svoju centralnu točku na suncu (izvor topline) i drugi u kojem djeluje kontraktivni princip i koji ima svoju centralnu točku na zemlji (izvor hladnoće)¹⁹.

Iako je po nekim svojim osnovnim shvaćanjima Petrić Telesijev sljedbenik, njegove ideje o toplini i hladnoći bitno se razlikuju od Telesijevih i mnogo su važnije za razvoj prirodoznanstvene misli. U svojoj kritici Telesijeve prirodne filozofije Petrić je istaknuo da je postavka o stvaranju topline kroz pokret kao sekundarnom efektu, odnosno kao o buđenju već postojeće topline s jedne strane, i stvaranju pokreta kroz toplinu kao izvornoj činjenici s druge

¹⁸ Frane Petrić, djelo citirano pod 7, *Panarchia*, Knjiga XVIII, str. 39.

¹⁹ Fiorentino: B. Telesio. *Studi storici sull'idea della natura nel risorgimento italiano*, Firenca 1872 (Vel. I) i 1874 (Vol. II); Vol. I, str. 364—395; H. Höffding: *A History of Modern Philosophy, A Sketch of the History of Philosophy from the close of the renaissance to our own day*, Vol. I, New York, 1955, str. 92—102.

strane, čisto proizvoljna Telesijeva izjava²⁰. Drugim riječima, Petrić smatra da je razumljivo da će se tijela gibati i moći transformirati ukoliko im se dovodi toplina, ali se suprostavlja Telesijevom mišljenju po kojem će samo ona tijela koja su u svojoj biti topla prilikom transformacije oslobađati toplinu, dok ona tijela koja su u svojoj biti hladna neće transformacijom oslobađati toplinu. Za razliku od Telesija, Petrić navodi da su sva tijela u svojoj biti topla, odnosno današnjom terminologijom rečeno, da sva tijela posjeduju neku *unutarnju toplinu*.

U principu se čini da je Telesio više prirodoznanstvenik od Petrića, jer se njegove osnovne sile promatraju u samim stvarima, a ne zrače iz božanskog izvora (Paternum Profundum) kao kod Petrića. Međutim, s obzirom na shvaćanja o toplini, Petrić se više ističe kao prirodoznanstvenik. On smatra da i najhladniji predmet sadrži nešto topline, te da toplina i hladnoća nisu dva suprotna principa kao kod Telesia, nego prije *jedan stalni princip*²¹.

Iako je do svojih prirodoznanstvenih spoznaja došao koristeći se mnogo više metafizičkim razmišljanjima negoli iskustvom, Petrićeve ideje su bliske idejama njegovog suvremenika, njemačkog kemičara i liječnika *Paracelsusa*. Već je arapski učenjak *Jabir Ibn Haiyan* poznat kao *Geber* (djelovao oko 776) smatrao da se sve zemljane supstancije sastoje od sumpora i žive. Pri tome se, naravno, sumpor i živa nisu shvaćali u današnjem smislu nego se govorilo o tzv. *filozofskom sumporu* ili *duši sumpora* koji je bio poistovjećivan s pojmom topline, i o *filozofskoj živi* ili *suhoj vodi* koja je bila poistovjećivana s pojmom *skrutnutog fluida*.²²

Razvijajući Geberove ideje s jedne strane i nominalno odbacujući četiri bazična elementa i kvalitete kao dio skolastičke tradicije s druge strane, Paracelsus je uveo svojih pet principa kao temeljne pojmove u kemiji. To su *živa, sumpor, sol, flegma, i caput mortum*.²³ Prva tri principa su smatrana za osnovu aktivnih principa, a zadnja dva su pasivna i bitno im ne pripadaju. Zbog toga su prva tri principa bila uzeta kao svegzistirajuće kemijske supstancije. Paracelsus je smatrao da su za živu prevladavajući sastojci vlažne kompo-

²⁰ Fiorentino je sakupio rukopise u kojima su sadržana Petrićeva zapažanja o Telesijevom radu i Telesijeve odgovore na ta zapažanja. Ti rukopisi su prikazani i interpretirani u dodatku drugog volumena njegove knjige o Telesiu; F. Fiorentino, djelo citirano pod 19, Vol. II, str. 1-19.

²¹ Petrićeva gledišta o toplini, u suprotnosti s Telesijevim gledištima, ističe i Benjamin Brickman: *An Introduction to Francesco Patrizi's Nova de universis philosophia*, New York, 1941, str. 64.

²² *Jabir Ibn-Haiyan* (oko 760 — oko 815) je kod Evropljana stoljećima kasnije bio poznat kao Geber. Smatrao je da su svi metali izgrađeni od različitih smjesa sumpora i žive, te ostaje samo da se pronađe neki »eliksir« za uspostavljanje njihovog određenog omjera da bi se proizvela neka tražena transformacija; R. Multhauf: *The Beginning of Mineralogical Chemistry*, Isis, 1958, str. 50—53.

nente, za sumpor tople, a za sol suhe komponente. Tako je, poput Petrića, zaključio da hladno nema odgovarajućeg principa i da ne može biti prevladavajuća komponenta niti u jednoj supstanciji.

Međutim, za razliku od Paracelsusa, Petrić ne shvaća toplinu toliko kao materijalni, koliko kao djelotvorni uzrok.²⁴ On smatra da svijet prirode crpi svoju tvar i egzistenciju iz svjetla koje dovodi toplinu i začetak stvari. Prema Petriću, svjetlost (lux) i vatra (ignis) i njihovi pojedini potomci svejtoća (lumen) i topline (calor) su isto s obzirom na svoj bitak, ali se po funkciji razlikuju. Za Petrića su značajniji proces i funkcija svjetlosti i topline, negoli precizno poznavanje njihove strukture. On smatra da je topline efikasni, izvorni uzrok. Ona je element koji ne samo da daje i određuje strukturu tijela, nego je prije svega aktivna sila, te djeluje na bazični fluid i odgovorna je za promjene u tijelima.²⁵ Zbog toga Petrićeve ideje impliciraju postavljanje topline kao kemijskog i fizikalnog agensa.

I u svom naglašavanju o tome *kako* se odvijaju i nastaju prirodni procesi Petrić svojim idejama upotpunjava razvojni tok shvaćanja o kemijskim promjenama tvari. Topline se aktivira na njegovom četvrtom principu *fluoru* koji daje tijelima njihov otpor. Petrić kaže da su *fluor* i *calor* osnovna svojstva prirode i djeluju tako da prvi stvara viskozni element u tijelu, te daje tijelima gustoću i promjenu sastava, dok drugi drži zajedno dijelove tijela, te na taj način određuje strukturu supstancije. *Fluor* je sama supstancija tijela. Ona daje gustoću tijelima i svojim silama usmjerava njihovu promjenu. Međutim, do te promjene ne može doći bez *calora* koji također određuje strukturu, bitna svojstva i uopće bit tijela.²⁶ Iz Petrićeve koncepcije proizlazi da određeni odnos, u smislu harmoničnog odnosa, *calora* i *fluora* određuje strukturu, a prema tome i karakteristična svojstva određene supstancije. Ukoliko se promjeni ovaj odnos dolazi do »*dispatije*«, »*asimpatije*« i »*antipatije*«, odnosno do transformacije tvari.

Problem afiniteta, koji određuje mogućnost transformacije i omogućuje reagiranje dviju supstancija, od najstarijeg doba je zaoкупљao pažnju kemičara. Danas znamo da je kemijski afinitet određen promjenom slobodne energije koja prati reakciju. U tom smislu je interesantna i inspirativna Petrićeva interpretacija djelotvornosti zemljanih supstancija. Kako unutar supstancija *ljepilo* djeluje na principu topline, kod Petrića možemo razlikovati *unutar-nju toplinu*, koja određuje strukturu i karakteristična svojstva i tzv. *dovedenu toplinu* koja omogućuje djelotvornost i transformaciju

²³ R. Taton (ed.): *A General History of the Sciences; The Beginnings of Modern Science*, London, 1964, str. 129–132. i 322.

²⁴ Frane Petrić, djelo citirano pod 7, *Pancosmia*, Knjiga XXIV, str. 128.

²⁵ Isto i *Panarchia*, Knjiga XVIII, str. 39–41.

²⁶ *Panarchia*, Knjiga XVIII, str. 40.

određene supstancije. Petrić smatra da su zemljane supstancije same po sebi nedjelotvorne, u svojoj biti one su »grub i nepomičan talog«. Da bi postale djelotvorne »kako bi uzmogle štogod iz sebe proizvesti« bilo je potrebno da se pomiješaju sa svojom toplinom ne samo iznutra, nego da se »pokriju i izvana«. ²⁷ Iz toga izvodimo da je, prema Petrićevom shvaćanju, djelotvornost i mogućnost transformacije zemljanih supstancija određena količinom *unutar-nje* (ljepilo = toplina + fluid) i *dovedene topline* (sunčeva toplina + svjetlost + skriveni nebeski utjecaji). Pri tome on smatra da toplina koja je dovedena izvana djeluje samo na površini supstancija »razlijeva se« po njima, te na taj način inicira djelovanje unutarnjih sila *fluora* određene supstancije, omogućuje djelotvornost i potiče transformaciju. ²⁸

U skladu s platonizmom, Petrić smatra da *dovedena toplina* potječe iz božanskog svijeta, ali da se sama transformacija odvija prirodnim putem. Skrivenim nebeskim utjecajima, koji uključuju djelovanje topline i svjetlosti, aktiviraju se unutarnje sile određene supstancije. To su sile *ekspanzije* i *kontrakcije* koje ispoljava bazični fluid-*fluor*. Zbog toga dolazi do narušavanja harmoničnog odnosa između *fluora* i *calora* unutar određene supstancije, pa se ona transformira i izgrađuje se nova supstancija s novim harmoničnim odnosom. Petrićev princip transformacije mogli bi stoga predstaviti šemom:

polazna supstancija — određeni omjer calor + fluor	skriveni nebeski utje- caji + toplina + sve- tlost	nova supstancija — novi određeni omjer calor + fluor
—————→		

Petrićeva misao po kojoj je transformacija karakterizirana promjenom unutarnje, strukturalne topline pokazala se kao važna sporna u razvojnom toku kemijskih shvaćanja o toplinskim promjenama. Njegove ideje o tome da su sve tvari u svojoj biti tople, da su povezane na principu topline, da količina topline određuje njihova karakteristična svojstva, te da toplina djeluje kao aktivna sila bile su veoma dalekosežne. Možemo ih istaknuti i u novim oblicima pratiti preko Newtonove prirodne filozofije, Stahlove flogistonske teorije, Lavoisierovih radova, sve do suvremenih kemijskih gledišta o strukturi, afinitetu i transformaciji tvari. Ove ideje su u novom obliku predočene u Newtonovoj prirodnoj filozofiji, ²⁹ pa je nakon toga velika većina fizičara i kemičara smatrala da su sve supstancije povezane na principu topline. Preuzimajući od alkemičara pojam *filozofskog sumpora*, kemičari su nastojali eksperimentalno pokazati da u svim tvarima postoji tzv. *vatrene* ili *sumporna supstan-*

²⁷ Isto i *Pancosmia*, Knjiga XXXII, str. 153.

²⁸ *Pancosmia*, Knjiga XXXII, str. 153.

²⁹ H. Metzger: *Newton, Stahl, Boerhaave et la Doctrine Chimique*, Paris, 1974, str. 82—90.

cija, koja je nemjerljiva, ali koja se u obliku topline manifestira tijekom transformacija. Količina vatrene supstancije određivala je bitna svojstva, a kemijski postupci su se interpretirali izmjenom ili »posuđivanjem« ove supstancije. Ovakvim pristupom razvio se u 18. stoljeću iz pojma vatrene supstancije pojam *flogistona* i poznata flogistonska teorija.³⁰ I osnivač moderne kemijske znanosti A. L. Lavoisier (1743—1794) također je zadržao pojam topline kao *kalo-ričnog fluida* (kalorik), koji je po njegovom mišljenju nemjerljiv, ali koji sudjeluje u kemijskim promjenama, pa zbog toga uz element svjetlost ulazi u tablicu elemenata.³¹

Vidljivo je da Petrićeve ideje, u principijelnom smislu, predstavljaju važne spone u razvojnom toku kemijskih spoznaja o strukturi, svojstvima, afinitetu i transformaciji tvari.

Sažetak

Kritika grčkog prirodoznanstvenog učenja obilježila je početak revolucije prirodnih znanosti. Ova revolucija u svojoj početnoj fazi osjećala se u formiranju mineraloške kemije. Tako je i Petrić svoje prirodoznanstvene poglede najočitije iznio u svom najznačajnijem djelu *Nova de universis philosophia* (Ferrara 1591), kroz interpretaciju strukture, svojstava, afiniteta i mogućnosti transformacije zemljanih supstancija. U svim ovim interpretacijama Petrić ističe primarnu ulogu topline.

Za razliku od peripatetika, a u skladu s *Paracelsusovim* idejama, Petrić je smatrao da su sve zemljane supstancije u svojoj biti tople. One nastaju progresivnom degradacijom iz prvobitnog fluida (fluora) u obliku nedjeljivih čestica (atomos), koje mogu biti međusobno slijepljene. Petrić definira njihovu strukturu i karakteristična svojstva određenim, harmoničnim odnosom *calora* i *fluora*. Pri tome *fluor* daje »tijelo« svim stvarima i posjeduje sile ekspanzije i kontrakcije, dok *calor* drži na okupu sve čestice tvari.

S obzirom na interpretaciju topline Petrić se više ističe kao prirodoznanstvenik od njegovog suvremenika *Telesia* smatrajući, nasuprot Telesiu, da toplina i hladnoća nisu dva suprotna principa, nego prije jedan stalni princip. Drugim riječima Telesijeva toplina i hladnoća su upravo toplina za Petrića. Na taj način Petrić se u svojoj interpretaciji približava shvaćanjima Paracelsusa.

Međutim, za razliku od Paracelsusa, Petrić interpretira toplinu ne toliko kao materijalni, nego više kao djelotvorni uzrok. On smatra da je toplina aktivna sila koja djeluje na bazični fluid, te je odgovorna za promjene u tijelima, iz čega proizlazi da toplina djeluje kao fizikalni i kemijski agens. Zbog toga zaključujemo da je Petrićeva misao, po kojoj su strukturalne promjene u svijetu u

³⁰ S. Paušek-Baždar: *Kemijski rad Josipa Franje Domina, Dijalektika*, God. XIII, Broj 1, Beograd 1978, str. 117—123.

³¹ C. L. Berthollet: *La Révolution Chimique*, Lavoisier, Paris, 1890, str. 97; M. Daumas: *Lavoisier, théoricien et expérimentateur*, Paris, 1955.

najfinijim i najgrubljim objektima stvorene pomoću topline kao sile, osobito važna za daljnje putove razvoja znanosti.

S aspekta kemijskog afiniteta i transformacije može se uočiti da Petrić razlučuje pojam topline na *unutarnju* (ljepilo = calor + + fluor) i *dovedenu* (sunčeva toplina + svjetlost + skriveni nebeski utjecaji) toplinu. Petrić smatra da dovedena toplina djeluje samo na površini supstancija, pa ne narušava strukturu, nego samo potiče transformaciju. Ona djeluje na promjenu unutarnje topline tako da inicira ekspanzivne i kontraktivne sile *fluora*, te je na taj način moguća transformacija i kombinacija. U skladu s platonizmom, Petrić smatra da dovedena toplina potječe iz božanskog svijeta, dok se sama transformacija odvija prirodnim putem.

Petrićeve ideje da su sve tvari u svojoj biti tople, da su povezane na principu topline, da toplina određuje njihova karakteristična svojstva, te da djeluje kao aktivna sila bile su dalekosežne. One se mogu u novim oblicima naći u *Newtonovoj prirodnoj filozofiji*, *Stahlovoj flogistonskoj teoriji*, pa i u suvremenim prirodnoznanstvenim gledištima. Zbog toga možemo reći da su te ideje važne spone u razvojnem toku kemijskih shvaćanja o strukturi, svojstvima, afinitetu i transformaciji tvari.

Riassunto

ASPETTI CHIMICI DELLA CONCEZIONE DEL PETRIC SULLE SOSTANZE DI TERRA

I filosofi greci per primi hanno cominciato ad occuparsi di quello che oggi chiamiamo teoria chimica. I lavori di apprendimento, e quelli inerenti la trasformazione della materia erano di carattere speculativo. La chimica nel XVI secolo, oltre agli influssi esercitati dal misticismo neoplatonico, è un logico proseguimento degli studi iniziati nell'antichità sull'essenza della materia. La chimica come scienza della composizione e della trasformazione della materia non si è sviluppata fino al XVIII secolo.

Le sue concezioni sulla struttura, affinità e trasformazione della materia, il Petrić le ha esposte chiaramente nell'interpretazione dell'«elemento» terra nella sua opera *Nova de universis philosophia* (Ferrara 1591).

Secondo i peripatetici e i loro seguaci le sostanze di terra sono nella loro essenza semplici. Contengono uno o un piccolo numero di miscele basilari. Le abilità chimiche nel periodo antico venivano definite come un procedimento di colorazione. Si riteneva che le sostanze di terra fossero semplici e bianche. Esse si mescolano con i colori, e si differenziano a seconda della quantità di presenza dei diversi colori. Il Petrić confuta quest'interpretazione negando la semplicità e l'efficacia delle sostanze bianche a quel tempo note: la sabbia, il bianco di piombo, il gesso e la marna. Lui sostiene che le sostanze di terra sono imperfette e reciprocamente diverse. Esse

sorgono come sedimenti di fluido in forma di particelle indivisibili (atomos), cosicché hanno in comune solo la presenza del fluido. Secondo il Petrić sulla terra esistono nove specie fondamentali che formano la materia animata (organica) e inanimata (inorganica). La materia inanimata è costituita da acque solidificate, fluidi (parte integrante delle sostanze di terra), terra solidificata, rocce, metalli. Le sostanze di terra possono essere senza »colla« (disunite) o con »colla« (unite). La »colla« sostiene la loro struttura e determina la loro proprietà. Il problema dell'affinità, che permette la miscela di due sostanze, molto presto ha cominciato ad attirare l'attenzione dei chimici. Oggi sappiamo che l'affinità è determinata dalla diminuzione dell'energia libera che segue la reazione. Perciò è interessante l'interpretazione del Petrić sull'efficacia (affinità) delle sostanze di terra.

A differenza di Aristotele, il Petrić ritiene che la terra in essenza è calda. La »colla« che agisce all'interno delle sostanze di terra si fonda sul principio del calore. Se tutte le sostanze di terra contengono l'umidità, allora anche l'umidità deve essere calda. Il Petrić distingue il calore interno, che esiste in tutte le sostanze e determina la loro proprietà, e il calore affluente che rende possibile l'efficacia e le trasformazioni. Le sostanze di terra sono di per sé immobili e inefficaci. La qualità d'efficacia proviene dall'esterno e si effonde su di esse. Sono il calore e la luce che provengono dal sole. Ne risulta che, secondo il Petrić, l'efficacia (affinità) delle sostanze di terra è determinata dalla »quantità« interna e condotta del calore. In merito ritiene che il calore che è portato dall'esterno agisce sulla superficie delle sostanze, »si effonde su di esse«, senza però perturbare la loro materia interna ma permettendo solamente la trasformazione.

Nonostante l'interpretazione del Petrić sull'azione del calore, si può dimostrare che alcune sue idee, in senso lato, concordano con le moderne concezioni sulla composizione e sull'affinità delle sostanze.