

## KOPERNIKOVA RETORIKA: OPAZOVALNI PREIZKUSI PROTI GIBANJU ZEMLJE IN TEORIJA IMPETUSA

Matjaž Vesel

Kopernikovi argumenti iz 8. poglavja prve knjige *O revolucijah nebesnih sfer*, s katerimi utemljuje, da je verjetneje, da se Zemlja giblje, kot pa da miruje,<sup>1</sup> so bili velikokrat označeni kot retorični.<sup>2</sup> Tako je njegovo uvodno razglabljanje, tak je njegov drugi argument, ki pravi, da je »stanje negibljivosti cenjeno kot odličnejše in bolj božansko kot stanje spreminjanja in nestabilnosti, ki zaradi tega bolj ustreza Zemlji kot svetu«,<sup>3</sup> in tak je njegov tretji argument, v katerem opozarja, »da bi bilo videti precej nesmiselno pripisovati gibanje tistemu, kar vsebuje oziroma umešča, ne pa raje vsebovanemu in umeščenemu, kar je Zemlja«. <sup>4</sup> Manj retorična sta četrti in še posebej prvi argument, v katerem Kopernik razvije teorijo gibanja, s katero skuša odgovoriti na teoretične zadrške pripatetične tradicije glede afirmacije gibanja Zemlje.

Zdi se mi, da je mogoče retorično naravo Kopernikovega diskurza lepo izpostaviti tudi z analizo njegove formulacije tradicionalnih argumentov proti gibanju Zemlje iz 7. poglavja prve knjige *O revolucijah*. Kopernik tu navaja – poleg dveh razlogov proti gibanju Zemlje, ki izhajata iz aristotelске fizike, tj. razlog »iz teže in lahkosti« in razlog »iz narave gibanja« – tudi razloge, ki

<sup>1</sup> Gl. *O revolucijah* I, 8 (str. 59): »Vidiš torej, da iz vsega tega sledi, da je bolj verjetna gibljivost Zemlje kot njeno mirovanje, še posebej kar zadeva vsakodnevno revolucijo, kolikor je ta Zemlji najbolj lastna.« Vsi navedki iz *O revolucijah nebesnih sfer* so navedeni po: Nikolaj Kopernik, *O revolucijah nebesnih sfer*, prevod, spremna študija in opomba M. Vesel, Založba ZRC, Ljubljana 2003.

<sup>2</sup> Prim. npr. J. J. Szczeciniarz, »Kopernikova retorika: gibanje Zemlje mora biti mogoče«, *Filozofski vestnik* 23 (3/2002), str. 29–48.

<sup>3</sup> *O revolucijah nebesnih sfer* I, 8 (str. 57).

<sup>4</sup> Prav tam. Gl. tudi I, 5 (str. 45): »Ker pa je nebo, ki vsebuje in zaobjema vse, skupno mesto vseh stvari, ni takoj očitno, zakaj ne bi gibanja raje pripisali vsebovanemu, kot vsebujočemu, raje umeščenemu kot umeščujočemu.«

jih izrecno pripiše Ptolemaju in ki izhajajo iz čutno zaznavnega izkustva oz. zdrave pameti (*sensus communis*), lahko pa bi jih imenovali tudi opazovalni preizkusi.<sup>5</sup> V članku se bom osredotočil na enega od teh argumentov, natančneje na tistega, ki ga je Buridan razumel kot najmočnejši argument proti gibanju Zemlje, ki pa ga Kopernik navede v izredno šibki obliki. Moja teza je, da je to najverjetneje posledica dejstva, da temelji ta argument proti gibanju Zemlje na teoriji impetusa, teoriji, ki jo – kot bom pokazal v nadaljevanju –, sprejema in koristno uporablja tudi Kopernik, ki pa je Buridana prepričala, da Zemlja miruje.

### *I. Kopernikova formulacija argumentov proti gibanju Zemlje*

Poglejmo najprej, kako Kopernik predstavi argumente »iz čutnega zaznavanja«:

»Ko bi se torej, pravi Ptolemaj iz Aleksandrije, Zemlja vrtela, pa četudi samo z dnevno revolucijo, bi se morale zgoditi nasprotni stvari od prej omenjenih. Kajti to gibanje bi moralo biti izjemno pospešeno in njegova hitrost neprekošljiva, saj bi moralo v 24 urah izvršiti celoten obhod Zemlje. Zdi pa se, da so tiste stvari, ki so pognane v naglo vrtenje, povsem nesposobne združitve; prej se združene razpršijo, razen če njihovih sopripadnih delov ne drži skupaj kaka trdna vez. Torej, pravi, bi se že davno razpršena Zemlja raztresla onstran samega neba (kar je pač smešno) in še toliko bolj bi živa bitja in kakršnakoli druga z Zemljo nepovezana težka telesa nikakor ne ostala nepretresena. Pa tudi navpično padajoča telesa ne bi mogla dospeti do njim namenjenega mesta in skladno s svinčnico, ker bi se to pri tolikšni urnosti že odmaknilo. Prav tako bi videli, da oblaki in vse, kar še plava v zraku, brez prestanka brzi na zahod.«<sup>6</sup>

Če vzamemo Kopernikovo atribucijo avtorstva teh argumentov Ptolemaju zares, in jih skušamo poiskati v *Almagestu*, ki je bil Koperniku na voljo v grški in latinski izdaji, lahko seveda takoj ugotovimo, da Kopernik kar precej potvarja.

<sup>5</sup> Buridan imenuje v *V vprašanjih k Aristototelovemu delu 'O nebu' II*, 22 tovrstne dokaze dokazi na podlagi »pojavnov: »Drugi dokazujejo na podlagi mnogih pojavov (*multis apparentiis*)«, Oresme, v *Knjigi o nebu in svetu II*, 25, dokazi na podlagi »izkustva« (*experience*), J. Ragep pa jih v svojem članku »Tūsī and Copernicus: The Earth's Motion in Context«, *Science in Context* 14 (1–2/2001), str. 151, imenuje »opazovalni preizkusi« (*observational tests*).

<sup>6</sup> *O revolucijah nebesnih sfer I*, 7.

V *Almagestu* namreč Ptolemaj sploh ne omenja nobene centrifugalne sile, ki bi morala Zemljo, ob predpostavki njene rotacije, razpršiti »onstran neba«, temveč govori zgolj o uničujoči sili gibanja kot takega. Zakaj Kopernik torej govori o učinkih, ki so podobni učinkom delovanja centrifugalne sile? Koyréjeva teza je, da je Kopernik tako interpretiral Ptolemajevo besedilo »ali zaradi tega, ker je verjel, da je s tem podan pravi pomen velikega astronoma, ali ker je čutil, da mora njegov ugovor formulirati na boljši, tj. močnejši način.«<sup>7</sup>

Toda če je Kopernik čutil, da mora predstaviti ta Ptolemajev ugovor proti gibanju Zemlje na močnejši način, to ne velja za njegovo predstavitev naslednjega Ptolemajevega argumenta, ki se po Koperniku glasi: »Pa tudi navpično padajoča telesa ne bi mogla dospeti do njim namenjenega mesta in skladno s svinčnico, ker bi se to pri tolikšni urnosti že odmaknilo.«<sup>8</sup> Ptolemaj namreč v *Almagestu* omeni tri možne ugovore čutnozaznavne narave proti gibanju Zemlje in tri možne protiargumente, od katerih sta tu za nas zanimiva samo prva dva.<sup>9</sup>

V primeru rotacije Zemlje bi po Ptolemaju moralo priti do tega, da bi se vsi predmeti, ki ne bi bili pritrjeni nanjo, gibali v nasprotno smer od njenega gibanja, kar pomeni, da »niti oblakov niti ostalih lebdečih ali [v zrak] vrženih predmetov ne bi nikoli videli gibati se proti vzhodu, saj bi jim Zemljino gibanje proti vzhodu vedno pobegnilo in jih prehitelo, tako da bi se za vse druge predmete zdelo, da se gibljejo proti zahodu in nazaj.«<sup>10</sup> Na ta ugovor proti rotaciji Zemlje je mogoče odgovoriti, da se skupaj z rotirajočo Zemljo v isti smeri in z isto hitrostjo giblje tudi zrak, ki jo obdaja. Vendar pa bi tem primeru

<sup>7</sup> Gl. A. Koyré, *The Astronomical Revolution*, Dover, New York 1992, str. 112, op. 9.

<sup>8</sup> *O revolucijah nebesnih sfer* I, 7 (str. 53).

<sup>9</sup> Celoten Ptolemajev argument iz 7. poglavja prve knjige *Almagesta* je, v angleškem prevodu, sledeč: »Nevertheless, they would have to admit that the revolving motion of the earth must be the most violent of all motions associated with it, seeing that it makes one revolution in such a short time; the result would be that all objects not actually standing on the earth would appear to have the same motion, opposite to that of the earth; neither clouds nor other flying or thrown objects would ever be seen moving towards the east, since the earth's motion towards the east would always outrun and overtake them, so that all other objects would seem to move in the direction of the west and the rear. But if they said that the air is carried around in the same direction and with the same speed as the earth, the compound objects in the air would none the less always seem to be left behind by the motion of both [earth and air]; or if those objects too were carried around, fused, as it were, to the air, then they would never appear to have any motion either in advance or rearwards; they would always appear still, neither wandering about nor changing position, whether they were flying or thrown objects. Yet we quite plainly see that they do undergo all these kinds of motion, in such a way that they are not even slowed down or speeded up at all by any motion of the earth.« Navedeno po: G. J. Toomer, *Ptolemy's Almagest*, prevod in opombe G. J. Toomer, Princeton University Press, Princeton 1998, str. 45.

<sup>10</sup> *Almagest* I, 7 (str. 45).

morali, pravi Ptolemaj, za gibanjem zraka, ki se suče skupaj z Zemljo, zaostajati v zrak vrženi predmeti, sestavljeni iz drugih elementov oz. prvin (npr. iz vode in zemlje). Ptolemaj skratka pravi, da bi v primeru rotacije Zemlje v zrak vrženi predmeti zaostajali za gibanjem Zemlje, še posebej če gre za predmete, ki niso iz istih prvin kot zrak, kot je na primer navpično v zrak vržen kamen.

Če primerjamo Ptolemajovo in Kopernikovo formulacijo argumenta, opazimo drobno razliko, ki je na prvi pogled nepomembna. Medtem ko Ptolemaj govori o »[v zrak] vrženih predmetih«, omenja Kopernik »navpično padajoča telesa (*cadentia*)«, ki ne bi mogla dospeti do njim namenjenega mesta, »ker bi se to pri tolikšni urnosti [gibanja Zemlje] že odmaknilo.« Ker je vsako padajoče telo, moralo enkrat biti vrženo v zrak, se zdi, da gre za eno in isto stvar. Vendar pa se mi zdi, da ta drobna razlika v formulaciji (naj bo zavestna ali nezavestna), znak neke večje Kopernikove zagate, ki se jasneje pokaže, če upoštevamo Buridanovo interpretacijo tega argumenta, ki pa ga je v izvorni obliki formuliral Aristotel.

## II. Buridanov argument proti gibanju Zemlje

Aristotel v razpravi *O nebu* omenja kot dodatni argument proti gibanju Zemlje v zrak vržene predmete, ki bi morali v primeru gibanja Zemlje, potem ko jih vržemo navzgor, pasti za mesto, iz katerega so bili vrženi, pa se to ne zgodi: »Jasno je torej, da je Zemlja nujno v središču in da je tu negibna, ne samo zaradi omenjenih vzrokov, temveč tudi zato, ker se težka telesa, če jih vržemo navzgor, vračajo na isto mesto, in bi se to zgodilo celo, če bi jih kakšna sila vrgla neskončno daleč.«<sup>11</sup> V 22. vprašanju *Quaestiones in Aristotelis De caelo*<sup>12</sup> se nanj sklicuje tudi Buridan. V okviru tega vprašanja se namreč sprašuje, ali lahko s tem, da predpostavimo, da se Zemlja krožno giblje okoli svojega središča in okoli svojih polov »rešimo vse pojave.«<sup>13</sup> Rečeno drugače, Buridan obravnava vprašanje, ali je mogoče ob predpostavki rotacije Zemlje in mirovanju neba ravno tako dobro pojasniti nebesne pojave kot s splošno sprejeto tezo, da se giblje nebo, Zemlja pa miruje.

Po Buridanovem mnenju obstajajo mnogi, ki imajo za verjetno (*probabile*), da ni v nasprotju z pojavi, da se Zemlja krožno giblje okoli svoje osi, da pa sfera zvezd stalnic (*sphaera stellata*) miruje. Da bi to tezo ilustriral, podaja klasi-

<sup>11</sup> Aristotel, *O nebu* II, 14, 296 b 21–25.

<sup>12</sup> Gl. prevod v pričujoči številki *Filozofskega vestnika*.

<sup>13</sup> Celotno vprašanje se v latinščini glasi: »Utrum ponendo quod terra moveatur circulariter circa centrum suum et super polos proprios, possent salvari omnia nobis apparentia«.

čen zgled, primer relativnosti gibanja. Zamislimo si nekoga na premikajoči se ladji, ki pa si predstavlja, da miruje, gleda pa drugo ladjo, ki v resnici miruje. V tem primeru, se bo osebi na prvi ladji zdelo (*apparebit*), da se ta druga ladja giblje. Razlog pa je seveda v tem, da njegovo oko vidi v obeh primerih isto. Njegovo oko bo drugo ladjo videlo na popolnoma enak način tako v primeru, da njegova ladja miruje, opazovana ladja pa se giblje, kot v nasprotnem primeru, da se njegova ladja giblje, tista druga pa miruje. Ali, kot pravi Buridan sam: »kajti njegove oči bodo v popolnoma enakem razmerju do druge ladje, če bo njegova lastna ladja mirovala in se druga gibala, kot bi bile, če bi bilo nasprotno«. <sup>14</sup> Buridan torej izhaja s stališča, da gre pri domnevnem gibanju Zemlje okoli svoje lastne osi za problem relativnega zaznavanja gibanja. Čeprav vidimo, da Zemlja, na kateri stojimo, miruje, in da se Sonce giblje okoli nas, bi bilo prav lahko tudi nasprotno, kajti opazljivi nebesni pojavi bi bili isti.

Izhajajoč iz tega primera realtivnosti zaznavanja gibanja, Buridan v nadaljevanju pretresa možne ugovore proti gibanju Zemlje, in med njimi tudi tiste, ki temeljijo, kot pravi sam, na pojavih (*apparentia*), med katerimi je tudi pojav navpično v zrak izstreljene puščice, ki je po Buridanu najbolj demonstrativen od vseh (*magis demonstrativa apparentia*). Na vse ostale »pojave« proti rotaciji Zemlje je namreč mogoče dokaj lahko odgovoriti.

Tako je lahko na prvi ugovor proti gibanju Zemlje, ki opozarja na vidno dejstvo, da se zvezde gibljejo od vzhoda na zahod, na podlagi teze o relativnosti zaznavanja gibanja mogoče odgovoriti, da bi isto gibanje zvezd videli tudi, če bi zvezde mirovale, Zemlja pa bi rotirala z zahoda na vzhod. Drugi pojav proti gibanju Zemlje temelji na analogiji med gibanjem Zemlje in hitrim premikanjem konjenika. Kot lahko opazimo, je pri hitri ježi mogoče občutiti zrak, ki se upira našemu premikanju. Torej bi morali na zelo hitro rotirajoči Zemlji občutiti upor zraka. Buridanov odgovor je v tem, da moramo privzeti, da se z dnevno rotacijo ne giblje samo Zemlja, temveč skupaj z njo tudi voda in spodnji del zraka, kar je razlog, da ne pride do upora zraka. Naslednji pojav, do katerega bi moralo priti ob dnevni rotaciji Zemlje, a ne pride, je njeno segrevanje. Argument izhaja iz predpostavke, da prostorsko gibanje, gibanje iz mesta na mesto, segreva, in bi se torej, ob predpostavki rotacije Zemlje, morala segrevati tudi Zemlja. V svojem odgovoru Buridan pojasni, da gibanje ne segreva oz. segreva samo tisto gibanje, pri katerem pride do trenja teles ali drgnjenja, do česar pa pri rotaciji Zemlje ne pride, saj se Zemlja, voda in zrak gibljejo skupaj oz. hkrati (*simul*).

Zadnji pojav – Buridan ga izrecno pripiše Aristotelu – pa je zanj *magis demonstrativa*. Buridan govori o puščici (Aristotel sicer govori o kamnu), ki

<sup>14</sup> Buridan, *Vprašanja k Aristotelovemu delu O nebu II*, 22.

jo z lokom izstrelimo naravnost navzgor, ki pa pade na isto mesto, s katerega je bila izstreljena. Do tega pa ne bi prišlo, če bi se Zemlja gibala s tako veliko hitrostjo, kot je potrebna, če naj se v 24 urah vrne na izhodiščno točko. Nasprotno, tisti del Zemlje, od koder je bila izstreljena puščica, bi se odmaknil za določeno razdaljo. Buridan seveda pozna ustrezen odgovor na ta »pojav« tudi ob predpostavki rotacije Zemlje: dejstvo, da puščica ne zaostane za rotirajočo Zemljo, bi lahko pojasnili s tem, da zrak, ki se giblje skupaj z Zemljo, nosi tudi puščico. Puščica se tako ne giblje samo s premim gibanjem navzgor in navzdol, temveč, skupaj z Zemljo, vodo in spodnjim delom zraka, tudi krožno. Ker se skupaj z Zemljo, vodo in zrakom gibljemo tudi mi, tistega gibanja, s katerim je gibana puščica skupaj z zrakom, ne zaznamo:

»Oni pa hočejo na to ugovarjati, da do tega pride zato, ker zrak, ki se giblje z Zemljo, nosi tudi puščico, čeprav ni videti, da bi se puščica gibala še kako drugače kot naravnost, saj jo nosi skupaj z nami; zato tistega gibanja, s katerim je nošena skupaj z zrakom, ne zaznamo.«<sup>15</sup>

Vendar pa Buridana ta odgovor ne zadovolji, svoje nezadovoljstvo z njim pa utemelji s svojo teorijo impetusa oz. zagona. Zakaj to za Buridana ne zadošča?

### *Teorija impetusa*

Kaj je v teoriji impetusa takega, da Buridanu preprečuje sprejeti gornjo pojasnitev, ki bi pomenila tudi pristanek na tezo o gibanju Zemlje? Buridanova teorija impetusa odgovarja na neko zagato Aristotelove teorije gibanja, natančneje na problem, ki zadeva prisilno gibanje (*motus violentus*) nekega gibljivega predmeta (*mobile*), ki je ločen od gibalca (*movens*) oziroma gibanje projektila (*proiectum*), ki je ločen od svojega sprožilca (*proiciens*). Gre torej za natanko takšno gibanje, do kakršnega pride pri v zrak vrženemu kamnu ali v zrak izstreljeni puščici, ki nastopata v argumentu proti gibanju Zemlje. Aristotel namreč zahteva, da ima sleherna gibana stvar, vsaka gibajoča se stvar, nekega gibalca, kar je srednji vek formuliral v znani frazi *omne quod movetur ab aliquo movetur*, tj. vse, kar se giblje, je gibano od nečesa oziroma po nečem. V primeru predmetov, stvari, bitij, ki počela gibanja nimajo v sebi, se ta zahteva prevede v naslednjo – gibalec (*motor*) mora biti v neposrednem stiku z gibanim telesom (*motum*), to pa pomeni, da se vse tisto, kar se ne giblje

<sup>15</sup> Prav tam.

samo po sebi, giblje po nekem zunanjem gibalcu (*movens extrinsecum*), ki pa mora biti celo trajanje gibanja v stiku z gibanim telesom. Rečeno drugače: *omne quod movetur ab alio movetur*.

*Za motus violentus* je torej potrebna neka »sila v drugem« (*vis in alio*), ki ni prisotna v gibljivem ali gibajočem se predmetu (*mobile*), temveč ima nekega nosilca, ki je ločen od predmeta v gibanju. Ta zahteva v določenih primerih ne povzroča nobenih težav. Ko vlečemo ali potiskamo kako stvar, smo seveda mi tisti zunanji gibalec, ki giblje to stvar in je z njo tudi v neposrednem fizičnem stiku. Toda v nekaterih primerih prisilnega gibanja to ni razvidno. Kaj se namreč zgodi, ko vržemo kamen ali izstrelimo puščico? Seveda lahko identificiram začetni *motor* kot začetnega gibalca. Toda kaj se zgodi potem, ko kamen zapusti roko ali ko puščica zapusti lok? Tedaj roka ni več v stiku s kamnom niti lok v stiku s puščico, to pa pomeni, da ne vemo, zaradi česa se kamen in puščica še nekaj časa gibljeta v začetni smeri, zakaj se v trenutku, ko *motor* ni več v fizičnem stiku z gibajočim se telesom, gibanje tega telesa ne spremeni v njegovo naravno gibanje, tako da bi začela kamen ali puščica takoj padati proti svojemu naravnemu mestu, ki je v primeru težkih teles, kot sta kamen in puščica, središče univerzuma. Kaj torej sili kamen v gibanje tudi potem, ko je že zapustil roko gibalca?

Aristotel v četrti knjigi *Fizike* omeni dve možni razlagi gibanja projektilov. Teorijo, ki gibanje projektilov, ki se »jih poganjalec ne dotika«, pojasnjuje z »medsebojnim krožnim premeščanjem« (*antiperistasis*), in teorijo, ki vlogo gibalca, ki je v stiku z projektilom, pripiše zraku, ki je okoli projektila, in ki »pognani zrak poganja z gibanjem, ki je hitrejše, kakor je premikanje po katerem se vrženi predmet premika k lastnemu mestu.«<sup>16</sup>

Razlago gibanja projektilov z »medsebojnim krožnim premeščanjem« povzema Buridan z naslednjimi besedami:

»Prvi način razlage je tisti, ki ga imenuje *antiperistasis*, namreč da tedaj, ko je kamen vržen, le-ta zapusti mesto, kjer je bil prej, tedaj pa narava, ki jo je groza praznine, hitro pošlje naslednji zrak, da napolni tisto mesto, ta zrak pa, ki hitro sledi in doseže projektil, zopet potisne tega naprej, in zopet sledi zrak tako kot prej, da ne bi bilo praznine, in potisne zopet tega vse do določene razdalje.«<sup>17</sup>

<sup>16</sup> *Fizika* IV, 8, 215a13–18: »Nadalje pa se sedaj stvari, ki jih mečemo, gibljejo, dasi se jih poganjalec ne dotika, ali zaradi medsebojnega krožnega premeščanja, kakor trdijo nekateri, ali zaradi tega, ker pognani zrak poganja z gibanjem, ki je hitrejše, kakor je premikanje, po katerem se vrženi predmet premika k lastnemu mestu.« Navedeno po: Aristotel, *Fizika. Knjige 1, 2, 3, 4*, prevod V. Kalan, Slovenska matica, Ljubljana 2004.

<sup>17</sup> Buridan, *Vprašanja k Aristotelovem delu O nebu* III, 2.

Aristotel v osmi knjigi *Fizike* ugovarja, da »krožno medsebojno premeščanje« ne reši izhodošnega problema gibanja projektila, ko ta ni več v stiku z svojim prvim gibalcem: »Pri vzajemnem krožnem premeščanju so vse [stvari, ki se premeščajo] hkrati v gibanju in gibajo, tako – [tj. istočasno] – pa se tudi zaustavijo.«<sup>18</sup> Takoj ko je zrak na izvornem mestu metalca premeščen, bi se moralo gibanje projektila ustaviti, saj ni več jasno, kaj giblje zrak, ki giblje projektil, potem ko prvi gibalec preneha z gibanjem. Tako se zopet zastavi vprašanje, kaj giblje projektil, če ga ne premika prvi gibalec.

Aristotelova rešitev problema je v tem, da prvi gibalec mediju ne podeli samo gibanja, temveč tudi moč, sposobnost, da giblje. V tem primeru se medij neha gibati, ko ga preneha gibati njegov gibalec, toda vseeno še naprej povzroča gibanje. Zrak giblje zrak, ki je v stiku z njim, ta zopet giblje naslednjo enoto zraka v stiku itd. Tako zrak, poleg tega, da se giblje oz. da je giban, tudi sam giblje vrženi predmet in sicer tako, da prvi del, prva enota zraka giblje kamen in hkrati aktivira naslednjo enoto zraka, ki zopet potiska kamen, ki aktivira nasledno enoto zraka itd. ... vse dokler ta moč zaporednih enot zraka zlagoma ne popusti, ter pride kamen do enote zraka, ki ne more več aktivirati naslednje enote zraka kot gibalca, temveč samo kot nekaj, kar se giblje. Na tej točki začne kamen padati s svojim naravnim gibanjem proti središču vesolja. To seveda tudi pomeni, da ne obstaja samo en gibalec projektila, temveč da jih je več, ter da to gibanje ni kontinuirano, ampak gibanje zaporednih stvari, ki so v stiku, ki se dotikajo. To rešitev je mogoče lepo kombinirati s tem, kar pravi Aristotel o naravi zraka v tretji knjigi o nebu *O nebu*:

»Ker je narava počelo gibanja v sami stvari, prisila pa izvor gibanja v nečem drugem ali v stvari, ki je nekaj drugega, in ker je vsako gibanje bodisi naravno bodisi prisilno, prisila naravno gibanje – kot je za kamen padanje – le še pospešuje, medtem ko je za prisilno edini izvor. V obeh primerih prisila za sredstvo uporabljata zrak (po svoji naravi je namreč tako lahek kot težak). Navzgor se giblje, kolikor je lahek, tedaj, ko je potisnjen in ko od sile prejme začetni sunek, navzdol pa, kolikor je težak; v obeh primerih sila gibanja preda z nekakim vtisnjenjem. To je razlog, da predmet, ki je bil siloma pognan v gibanje, nadaljuje z gibanjem celo takrat, ko ga tisto, kar ga je pognalo, ne spremlja več. A brez posrednika, kot je zrak, prisilno gibanje ne bi bilo mogoče. Na podoben način sila podpira tudi naravno gibanje vsakega telesa.«<sup>19</sup>

<sup>18</sup> *Fizika* VIII, 10, 267a17–18.

<sup>19</sup> *O nebu* III, 301b18–30 (Prevod P. Češarek).

V Buridanovem povzetku je Aristotelova rešitev problema naslednja:

»Drugi način [razlage] je tisti, za katerega je videti, da ga zagovarjata Aristotel<sup>20</sup> in Komentator,<sup>21</sup> namreč da potiskovalec giblje s projektilom ali puščico tudi bližnji zrak, ta zrak pa, ki je po svoji naravi zelo dobro gibljiv, se giblje hitreje [kot se giblje projektil], in s tem hitrim gibanjem giblje projektil vse do določene razdalje. In ko se postavi vprašanje, od česa je giban ta zrak, Komentator<sup>22</sup> odgovarja, da je giban od notranjega počela, namreč od svoje teže ali lahkosti, tako da – v katerokoli smer je že bil izvršen potisk – ima takšno naravo, da za določen čas s svojo naravno težo ali lahkostjo zadrži tisto gibanje.«<sup>23</sup>

Vlogo gibalca v gibanju projektilov je Aristotel torej pripisal mediju, v katerem se giblje gibano telo, ta medij je zunanji *motor* projektila. To vlogo medija v pojasnitvi gibanja projektilov, vlogo posrednika gibanja, je že v 6. stol. kritiziral Janez Filopon,<sup>24</sup> njegovo rešitev problema so povzeli arabski filozofi, že v 13. stoletju pa to teorijo zasledimo na latinskem zahodu<sup>25</sup> kot teorijo impetusa oz. zagona. Njen najbolj znani predstavnik pa je prav Buridan.

Kaj torej Buridan očita Aristotelovi rešitvi problema gibanja projektilov? Po Buridanu se ta teorija ne sklada s pojavi oz. jih z njo ni mogoče »rešiti«, tj. zadovoljivo pojasniti. Prvi primer, ki po Buridanu govori proti Aristotelovi razlagi prisilnega gibanja, je gibanje vrtavke ali mlinskega kamna. Kako je mogoče reči, se sprašuje Buridan, da ju, potem ko ju je človek nehal poganjati, giblje zrak, ki se krožno giblje okoli njiju, če pa bi se gibala tudi, če bi s krpo – ali kako drugače – odstranili okolišnji zrak. Ravno tako bi zelo težko trdili, da v zelo tesen prostor zaprt mlinski kamen giblje zrak, ki je okoli njega. Kako lahko namreč tako malo zraka, ki je med kamnom in to zaporo, kamen še naprej tako hitro giblje. Podobno je s čolnom: če bi bil obdan s platnom in hitro pognan, potem pa bi hitro odstranili platno in z njim najbližji zrak, se

<sup>20</sup> Prim. *O nebu* III, 2, 301b20–22.

<sup>21</sup> Averroes, *Averrois Commentaria Magna in Aristotelem* De celo et mundo III, comm. 28.

<sup>22</sup> Prav tam.

<sup>23</sup> Buridan, *Vprašanja k Aristotelovem delu O nebu* III, 2.

<sup>24</sup> O Filoponu gl. R. Sorabji (ur.), *Philoponus and the Rejection of Aristotelian Science*, Duckworth, London 1987. Še posebej gl. M. Wolff, »Philoponus and the Rise of Preclassical Dynamics«, str. 84–120 in F. Zimmermann, »Philoponus' Impetus Theory in the Arabic Tradition«, str. 121–139.

<sup>25</sup> O vsem tem gl. npr. A. Maier, *Zwei grundprobleme der scholastischen Naturphilosophie. Das Problem der intensiven Grösse, Die Impetustheorie*, Edizioni di storia e letteratura, Rim 1951, ali M. Wolff, *Geschichte der Impetus Theorie. Untersuchungen zum Ursprung der Klassischen Mechanik*, Suhrkamp, Frankfurt/M. 1980.

kljub temu ne bi nič manj gibal. Nadalje je za Buridana zelo nenavadno, da je kamen giban od zraka, ki ga poženemo skupaj s kamnom, če pa proti neki osebi potisnemo samo zrak brez kamna, ta tega ne čuti oz. ga čuti v zelo majhni meri. In končno, zakaj ne moremo vreči puha do razdalje petih korakov? Če bi potisnjeni zrak gibal projektil, bi moral bolj in lažje gibati puh kot težak kamen. Skratka:

»Ker ti in mnogi drugi pojavi ne morejo biti rešeni s tem mnenjem, bolj verjemem, da gibalec vtisne gibanemu predmetu ne samo gibanje temveč v posledici tudi neki zagon ali neko silo ali neko kvaliteto – nobene potrebe ni, da bi ga imenovali s tem imenom –, ta zagon pa ima takšno naravo, da giblje tisto, čemur je vtisnjen, tako kot magnet vtisne železu neko silo, ki giblje železo k magnetu. In kolikor hitrejšje je gibanje, toliko intenzivnejši bo tisti zagon; zagon v projektilu ali puščici nenehno ponehuje zaradi nasprotujočih mu odporov, dokler ne more več gibati projektila.«<sup>26</sup>

Po Buridanu je torej gibanje projektilov, ko niso več v stiku z začetnim gibalcem, posledica impetusa, tj. gibalne sile oz. moči (*vis motiva*), ki je vtisnjena neposredno v gibajoča se telesa. Impetus je gibalna sila, ki je s prvega gibalca prenesena neposredno na gibani predmet; je *vis impressa*, tj. na gibani predmet vtisnjena sila ali moč. Ko se je projektil ločil od začetnega gibalca, se več ne giblje zaradi zunanjega gibalca, temveč zaradi njemu notranje sile oz. moči, ki mu jo je podelil začetni gibalec. Kljub temu imamo tu ločena, vendar ne fizično oz. prostorsko, gibano telo in gibalca, ki je ta impetus, vtisnjena sila oz. moč.

Po Buridanu je zagon je toliko močnejši, kolikor hitrejšje je začetno gibanje, ki ga je projektilu podelil začetni gibalec, in bi ostal v telesu neskončno dolgo, če le telo v gibanju ne bi naletelo na upor.<sup>27</sup> Začetna količina *impetusa* po Buridanu namreč ne popusti, razen če je ne oslabi odpor, ki deluje na telo. Ta odpor pa je dvojen: zunanji odpor, na primer zraka, ali notranji odpor, ki je naravna tendenca telesa, da se giblje na svoje naravno mesto. Če tega dvojega ne bi bilo, bi v idealnih okoliščinah, ki pa so seveda v dejanskem svetu nerealizabilne, impetus poganjal telo v konstantnem gibanju. Telo v gibanju bi se, če ne bi bilo teh odporov, kar naprej gibalo v ravni črti in z enakomerno hitrostjo. Ne bi spreminjalo smeri ali začetne hitrosti, saj tudi njegova naravna tendenca, da se giblje k svojemu naravnemu mestu, ne bi delovala.

<sup>26</sup> Buridan, *Vprašanja k Aristotelovem delu O nebu III*, 2.

<sup>27</sup> Osnovne značilnosti teorije impetusa povzemem po Buridanovih *Vprašanjih k Aristotelovi Fiziki VIII*, 12.

Mera impetusa je po Buridanu določena z materijo, v katero je sprejet zagon: kolikor več je materije, toliko več zagona lahko sprejme telo. Ker je v težkih in gostih telesih večja količina prve materije kot v lahkih in redkejših telesih istega volumna in oblike, se kosa lesa in železa, ki imata isto obliko in isti volumen, denimo dve enaki krogli, ne gibljeta enako. Železna krogla se giblje dlje kot lesena krogla, in sicer zaradi tega, ker lahko železna krogla (ker je količina njene materije večja) prejme večji impetus in ga tudi zadrži dlje. Zato lahko železno kroglo lahko vržemo dlje kot leseno.

Buridan skuša s konceptom impetusa pojasniti različne fenomene. Razmišlja o možnosti, da se pod vplivom impetusa gibljejo nebesne sfere, z njim pa pojasnjuje tudi pospešeno premo gibanje padajočih teles. Vzrok pospešenega gibanja prosto padajočega telesa po Buridanu ni njegova teža, ki je naravna tendenca telesa, da ostane na naravnem mestu ali da ga doseže. Če ni nobene ovire, in če telo ni na svojem naravnem telesu, njegova teža povzroča zgolj enakomerno gibanje z minimalno hitrostjo. Toda to enakomerno gibanje traja samo minimalen čas, kajti gibanje naloži gibanemu telesu impetus, ki doda gibanje določene minimalne hitrosti za sledeč minimalen čas. Pospešeno gibanje spet povzroči impetus, ki pospeši gibanje telesa, to pospešeno gibanje pa zopet naloži telesu v gibanju zagon itd., tako da pride v teku gibanja do kontinuiranega naraščanja impetusa in zato kontinuiranega pospeška:

»In iz tega je tudi razviden vzrok, zakaj se naravno gibanje težkih teles navzdol kontinuirano pospešuje, kajti na začetku ga je gibala samo teža, zato se je gibal počasneje, z gibanjem pa je vtisnilo temu težkemu telesu zagon, ta zagon pa že giblje skupaj z težo, zato postane gibanje hitrejše; in kolikor hitrejše postane, toliko intenzivnejši je zagon, zato je videti, da je gibanje kontinuirano hitrejše.«<sup>28</sup>

### *Impetus in gibanje Zemlje*

Vrnimo se sedaj k problematiki gibanja Zemlje. Kaj pomeni teorija impetusa za gibanje Zemlje v primeru »pojava« navpično v zrak izstreljene puščice? Zakaj se Buridan ne zadovolji z odgovorom, da se v zrak navpično izstreljena puščica giblje skupaj z zrakom, ki se giblje skupaj z Zemljo, in zato pade na

<sup>28</sup> Buridan, *Vprašanja k Aristotelovi Fiziki VIII*, 12: »Et ex hoc etiam apparet causa, quare motus naturalis gravis deorsum continue velocitatur, nam a principio sola gravitas movebat, ideo movebat tardius, sed movendo imprimebat ipsi gravi impetum, qui quidem impetus iam movet cum ipsa gravitate, ideo fit motus velocior, et quanto fit velocior tanto fit impetus intensior, ideo continue apparet motum fieri velociorem.«

izhodiščno mesto? Po njegovem mnenju bi se »zagon nasilja puščice (*impetus violentiae sagittae*)« pri njenem letu navzgor upiral gibanju zraka, tako da se puščica ne bi gibala skupaj z zrakom naprej v tolikšni razdalji kot zrak:

»Vendar ta izhod ne zadošča, kajti zagon sile<sup>29</sup> puščice bi se ob vzponu upiral bočnemu gibanju zraka, tako da se ne bi gibala tako, kakor bi se gibal zrak; enako kot se navzgor izstreljena puščica ob močnem vetru ne bi bočno premaknila toliko, kolikor se premakne veter, nekoliko pa bi se vendarle premaknila.«<sup>30</sup>

Buridan svoj sklep, ki temelji na teoriji impetusa, torej še podkrepi z sklicevanjem na situacijo, ko močan veter giblje zrak: tudi tedaj se puščica, izstreljena navzgor, ne giblje skupaj z vetrom v isti meri, kot se giblje veter sam, četudi se nekoliko giblje z njim. Če bi se Zemlja gibala z krožnim gibanjem okoli lastne osi, bi se morala pravokotno v zrak izstreljena puščica, zaradi vanjo vtisnjene impetusa, upirati gibanju Zraka, ki se giblje skupaj z Zemljo, tako da bo morala kljub vsemu pasti za mestom, od koder je bila izstreljena. Impetus bi moral puščico ohranjati v njeni prvotni smeri vsaj določen čas in do določene mere, zato bi morala puščica, če se Zemlja v tem času premika naprej, pasti določeno razdaljo nazaj, glede na mesto, od koder je bila izstreljena. To pa se ne zgodi, saj vidimo, da puščica ali kamen vedno pade na mesto, od koder je bila izstreljena. Torej se Zemlja ne giblje.

### III. Kopernik in teorija impetusa

Vrnimo se sedaj k našemu začetnemu vprašanju: zakaj Kopernik argument navpično v zrak vrženega kamna formulira v šibki obliki, kljub temu da je ta argument oz. »pojav« za Buridana – in kasneje tudi za Oresma<sup>31</sup> – »najbolj demonstrativen pojav« (*magis demonstrativa apparentia*) proti gibanju Zemlje? Moja teza je, da zato, ker Kopernik tudi sam sprejema osnovne postavke teorije impetusa. Še več, Kopernik teorijo impetusa uporabi na dveh, za svoj projekt dokaj pomembnih mestih. Najprej v odgovoru na »Ptolemajev« osnovni argument, ki ga je po Koyréju Kopernik predstavil »v močnejši obliki«, in nato tudi v svojem edinem pozitivnem argumentu za gibanje Zemlje. To sta tudi edini dve mesti, kjer Kopernik uporabi izraz impetus.

<sup>29</sup> *Impetus violentiae.*

<sup>30</sup> Buridan, *Vprašanja k Aristotelovemu delu O nebu III*, 2.

<sup>31</sup> Prim. Oresme, *Knjiga o nebu in svetu II*, 25.

Kopernik omenja *impetus* prvič na začetku 8. poglavja, kjer z *impetusom* pojasnjuje razliko med naravnimi in prisilnimi gibanji, in tako zavrača »Ptolemajev« »centrifugalni« argument, katerega formulacija je, kot smo videli, pravzaprav Kopernikovo delo in ne Ptolemajevo:

»Zaradi teh in podobnih vzrokov trdijo, da Zemlja vsekakor miruje v središču sveta in da to nedvomno drži. Če pa bi bil kdo mnenja, da se Zemlja vrti, bi zagotovo rekel, da je njeno gibanje naravno in ne prisilno. Procesi pa, ki so v skladu z naravo, proizvedejo učinke, ki so nasprotni od proizvedenih prisilno. Stvari, na katere namreč deluje sila ali zagon (*vis vel impetus*), morajo nujno razpasti in ne morejo dolgo obstajati. Stvari pa, ki jih naredi narava, so v dobrem stanju ter se ohranijo v svojem najboljšem sestavu. Brez razloga se torej boji Ptolemaj, da bi se Zemlja in vsi zemeljski predmeti razpršili pri vrtenju, povzročinem z delovanjem narave, ki se popolnoma razlikuje od delovanja raznih umetelnosti oziroma od delovanja, kakršnega je mogoče doseči s človeško iznajdljivostjo.«<sup>32</sup>

Gibanja, ki so posledica sile ali zagona (*vis vel impetus*), so po Koperniku torej nenaravna, prisilna gibanja, rezultat delovanja *impetusa* pa je za stvari, na katere deluje ali katastrofalen ali vsaj ne dolgotrajen, saj morajo stvari, na katere deluje *impetus* nujno razpasti in ne morejo dolgo obstajati. Skratka, tako kot Buridan tudi Kopernik pojasnjuje prisilna gibanja z *impetusom*, torej z silo oz. močjo, ki je vtisnjena v gibljiva telesa. Gibanje Zemlje (njena rotacija in revolucija) pa je po Koperniku njeno naravno gibanje, četudi je krožno (po Aristotelu je krožno gibanje lastno le nebesnim telesom), zato ne more biti vzrok katastrofalnih posledic, do katerih bi naj po Ptolemaju prišlo.

Drugič omeni Kopernik *impetus* v kontekstu pojasnjevanja pospešenega premega gibanja težkih (ali lahkih) teles, tj. v okviru svojega prvega argumenta za gibanje Zemlje, v katerem razvije svojo alternativno teorijo naravnega gibanja.

Kopernik želi pokazati, da je »peripatetični« koncept enostavnega, premega in naravnega gibanja nekonsistenten ter da je gibanje Zemlje, četudi je krožno, naravno.<sup>33</sup> Kopernik še vedno izhaja iz tradicionalne delitve na naravna in prisilna gibanja, pri čemer pa so zanj enostavna gibanja naravna gibanja in lastnost enostavnih teles, kolikor enostavna gibanja ustrezajo enostavnim telesom, medtem ko so vsa ostala gibanja prisilna oz. nasilna, vsiljena. Vendar

<sup>32</sup> *O revolucijah nebesnih sfer* I, 8 (str. 53).

<sup>33</sup> O tem več M. Wolff, »*Impetus Mechanics as a Physical Argument for Copernicanism*. Copernicus, Benedetti, Galileo«, *Science in Context* 1 (2/1987), str. 215–256.

obstaja za Kopernika, za razliko od Aristotela, ki pozna pet enostavnih teles (zemljo, vodo, zrak, ogenj, eter), zgolj eno enostavno telo, pa še to je kot enostavno določeno na podlagi kriterija oblike, figure, to je sfera oz. krogla. Sfera je po Koperniku enostavno telo zaradi svoje oblike: sfera oz. krogla »izraža svojo obliko v najenostavnejšem telesu, pri katerem ni moč najti začetka in konca niti ločiti enega od drugega, ko se na istem mestu giblje v samem sebi.«<sup>34</sup> Če je sferična oblika telesa najenostavnejša oblika teles, je za Kopernika nujno, da se ta oblika aktualizira, udejanji z rotacijo, »z gibanjem v krogu«. To pa pomeni, da je resnična enostavnost sferičnega telesa dosežena šele tedaj, ko se aktualizira, udejanji z rotacijo. To ne pomeni, da oblika telesa povzroča rotacijo, temveč prej to, da je ta oblika aktualizirana samo v tem enostavnem gibanju. Rotacija je enostavna, kolikor je enakomerna, stalna in krožna, to pa je mogoče le toliko časa, dokler ostane enostavno telo na svojem naravnem mestu, ki pa za Kopernika zopet ni identično z Aristotelovim naravnim mestom:

»Tisto torej, kar pravijo, da ima enostavno telo enostavno gibanje, se potrjuje predvsem glede krožnega tako dolgo, dokler ostane enostavno telo zaradi svoje enotnosti na svojem naravnem mestu. Če je le na tem mestu, potem nima drugega gibanja kot krožno, ki ostaja celo v sebi, podobno mirovanju.«<sup>35</sup>

Kopernikovo izhodišče so torej krožna gibanja, ki so edina naravna gibanja. To so gibanja enostavnega (sferičnega) telesa, dokler je to telo »zaradi svoje enotnosti na svojem naravnem mestu.«<sup>36</sup> Obenem pa je zgolj in samo krožno gibanje enakomerno oz. uniformno. Krožno gibanje krogle »vedno kroži enakomerno, ima namreč nepomanjkljiv vzrok.«<sup>37</sup> Krožno gibanje pripada samo in zgolj celotam, premo gibanje pa pripada delom teh celot. Premo gibanje je pravzaprav deviacija krožnega, kar pomeni, da je Aristotelova klasifikacija gibanja na gibanje navzgor (oz. od sredine), proti sredini (oz. navzdol) in okoli sredine (oz. krožno) za Kopernika zgolj »akt razuma«, saj obe premi gibanji brez krožnega ne moreta obstajati, tako kot točka, črta in površina ne morejo obstajati ena brez drugega, vse tri pa ne brez realnega telesa.<sup>38</sup>

<sup>34</sup> *O revolucijah nebesnih sfer* I, 5 (str. 39).

<sup>35</sup> Prav tam I, 8 (str. 55).

<sup>36</sup> Prav tam.

<sup>37</sup> Prav tam (str. 57).

<sup>38</sup> Prim. prav tam I, 8 (str. 59): »In zagotovo bo to, da je Aristotel enostavno gibanje razdelil v tri rodove – od sredine, proti sredini, okoli sredine, – razumljeno zgolj kot akt razuma, na isti način kot razločujemo črto, točko in površino, četudi eno ne more obstajati brez drugega, nobeno od njih pa ne brez telesa.«

To seveda tudi pomeni, da za Kopernika premo gibanje »stran od sredine« in »proti sredini«, ki je za Aristotela enostavno gibanje štirih sublunarnih prvin, ni enostavno, saj krožno gibanje Zemlje implicira, da so prema gibanja sestavljena iz premega in krožnega gibanja: »Priznati pa moramo, da je gibanje padajočih in dvigajočih se stvari v okviru sveta dvojno in v celoti sestavljeno iz premega in krožnega.«<sup>39</sup> Če je premo gibanje težkih teles razumljivo na podlagi njihove teže, teža pa na podlagi tega, da so pretežno iz zemlje, je njihovo krožno gibanje pojasnjeno s tem, da kot deli Zemlje obdržijo isto naravo, kot je narava njihove celote.<sup>40</sup> To pomeni, da se Zemlja, ki je po obliki sferična, giblje po svoji naravi okoli lastne osi. Deli Zemlje, ki so bili na kakršen koli način izvrženi iz svojega naravnega mesta, pa se po eni strani gibljejo s premim gibanjem na svoje naravno mesto, obenem pa se, ker ohranijo zemeljsko naravo svoje celote, gibljejo tudi s krožnim gibanjem, ki je njihovo naravno gibanje.

Kopernik torej v nasprotju z Aristotelom ne razume premih gibanj (gor in dol glede na središče univerzuma, ki je središče Zemlje) kot naravna gibanja, temveč kot nasilna oz. prisilna gibanja, ki doletijo tiste stvari, ki »zapustijo svoje naravno mesto ali so iz njega izvržena ali so na kakršenkoli način že zunaj njega.«<sup>41</sup> Premo gibanje se primeri »samo stvarjem, ki niso v pravilnem stanju«, ki »niso dovršene v skladu s svojo naravo, tj. kadar so ločene od svoje celote in zapustijo njeno enotnost.«<sup>42</sup> Premo gibanje, gibanje navzdol ali navzgor, ki je za peripatetično tradicijo popolnoma naravno gibanje zemlje, vode, zraka in ognja, kadar ti niso v svojih naravnih območjih, je za Kopernika popolnoma nenaravno, saj se lahko primeri samo tistim stvarjem, ki niso na svojem mestu, ki so ločene od svoje celote in ki so zapustile enotnost te celote. Tako deli Zemlje oz. vsi predmeti iz zemeljske tvari, ki padajo na Zemljo, na neki način iščejo svojo celoto, se vračajo na svoje naravno mesto k svoji matični enoti. S tem nenaravnim, nekrožnim gibanjem pravzaprav ponovno vzpostavljajo »urejenost Vsega in obliko [oz. ustroj] sveta.«

Prema gibanja pa so neenostavna (in s tem nenaravna) še iz enega razloga. Četudi zanemarimo dejstvo, da se skupaj z Zemljino kroglo gibljejo s krožnim gibanjem in so tako sestavljena iz krožnega in premega gibanja, sama po sebi »ne izvajajo enostavnega, uniformnega in enakomernega gibanja«. Padajoča telesa se na koncu gibanja gibljejo hitreje kot na začetku, dvigajoča se telesa pa počasneje.

<sup>39</sup> Prav tam I, 8 (str. 55).

<sup>40</sup> Prim. prav tam: »Kajti deli, ki se zaradi svoje teže pogrezajo, ker so pretežno iz zemlje, nedvomno obdržijo isto naravo, kot je narava njihove celote.«

<sup>41</sup> Prav tam.

<sup>42</sup> Prav tam.

Kar zadeva gibanje navzgor, Kopernik omenja samo gibanje ognja, ki pa ga ne pojmuje kot poseben element, temveč kot nekaj, kar je posledica nasilja nad zemeljsko tvarjo. Lastnost »zemeljskega ognja«, ki se »najbolj hrani z zemeljsko materijo«, je, »da razširi tisto, v kar je vstopil«, to pa »naredi s takšno močjo, da ne more biti na noben način, z nobenimi napravami preprečeno, da ne bi predril zapore in opravil svojega dela. Razširjajoče gibanje pa poteka od središča proti obodu. In če je bilo zažgano kaj, kar je iz zemeljskih delov, je tako nošeno od sredine v višave.«<sup>43</sup> Ta »zemeljski ogenj«, ki je tudi edini ogenj, ki obstaja, oslabi, »ko je potegnjen v višave, s čimer se tako rekoč izkaže vzrok tega gibanja, ki je nasilje nad zemeljsko materijo.«<sup>44</sup> Kar zadeva padajoča telesa, pa Kopernik omeni dejstvo, da se na začetku gibanja navzdol gibljejo počasneje, kasneje pa, v nadaljevanju padanja, padajo vse hitreje in hitreje.

Tako se po Koperniku niti težka niti lahka telesa sama po sebi ne gibljejo enakomerno, saj vzrok njihovega gibanja, kot pravi Kopernik, »hitro popusti«. Kopernik to neenakomernost v gibanju navzdol ali navzgor gibajočih se teles pojasnjuje z impetusom. Te stvari ne morejo »biti umerjene«, pravi Kopernik, »zaradi lahкости ali zagona svoje teže (*leuitate enim vel sui ponderis impetu*)«. Za Kopernika torej pospešeno premo gibanje teles, v nasprotju od Aristotela, ni enostavno, in sicer iz dveh razlogov. Prvič, ker je edino enostavno gibanje zanj krožno gibanje sfer oz. krogel, prema gibanja so v bistvu deviacije krožnih gibanj. Drugi razlog, da prema gibanja niso enostavna, pa je v njihovem pospešenem ali pojemajočem gibanju. Tudi če zanemarimo krožno gibanje, če abstrahiramo od krožnega gibanja, ta gibanja za Kopernika, v nasprotju od Aristotela, ki je imel prema gibanja kljub njihovemu pospešku za enostavna gibanja, niso enostavna. Medtem ko krožno gibanje »vedno kroži enakomerno«, je njihovo gibanje neenakomerno:

»Nadalje: stvari, ki jih žene navzgor in navzdol – tudi brez krožnega gibanja –, ne izvajajo enostavnega, uniformnega in enakomernega gibanja, kajti zaradi lahкости ali zagona svoje teže (*leuitate vel sui ponderis impetu*) ne morejo biti umerjena. Katerakoli telesa padajo navzdol, izvajajo na začetku počasno gibanje, katerega hitrost povečujejo s padanjem. Na drugi strani pa zopet vidimo, da zemeljski ogenj (in vidimo, da ni nobene drugega), ko je potegnjen v višave, pri priči oslabi; s čimer se tako rekoč izkaže vzrok tega gibanja, ki je nasilje nad zemeljsko materijo.«<sup>45</sup>

<sup>43</sup> Prav tam.

<sup>44</sup> Prav tam (str. 57).

<sup>45</sup> Prav tam.

## IV. Sklep

To seveda ni celotna zgodba o Kopernikovi rabi teorije impetusa. Kopernik, kot je lepo pokazal M. Wolff,<sup>46</sup> privzema tudi nekatere druge postavke klasične teorije impetusa, obenem pa nekatere druge temeljne postavke v določenih aspektih transformira. Po M. Wolffu si Kopernik od tradicionalne teorije impetusa sposodi tri postavke, vendar pa, kar zadeva našo problematiko, lahko ostanemo pri dveh, že izpostavljenih tezah: da nasilno gibanje povzroči impetus, ki se izčrpa v teku gibanja, in da je pospešeni prosti pad sestavljeno gibanje ter da je pospešek prostega pada posledica zagona teže (*impetus ponderis*).<sup>47</sup>

Če pa Kopernik privzema osnovne teze Buridanove teorije impetusa, potem bi tudi zanj moralo veljati sklepanje, ki ga je glede gibanja Zemlje izpeljal Buridan: navpično v zrak vržen kamen (ali v zrak izstreljena puščica), v katerega je prvi gibalec, projektor vtisnil impetus, bi ne smel pasti na mesto, iz katerega je bil vržen, temveč bi moral vsaj malo zaostati za tem mestom. Ker do tega ne pride, se Zemlja ne giblje. Kopernik se seveda želi izogniti takšnemu sklepu. In to bi lahko bil razlog, da je njegova formulacija tega argumenta šibka, da v njem omenja samo navzdol padajoče predmete, na pa tudi v zrak zagnanih oz. vrženih predmetov. Na tako formuliran ugovor rotaciji Zemlje pa seveda lahko poda klasičen protiargument, ki pa, kot smo videli, Buridana ni zadovoljil: skupaj z Zemljo se giblje tudi zrak in z njim »oblaki in preostale stvari, ki se na kakršenkoli način zadržujejo v zraku oziroma se spuščajo pa se spet dvigajo v višave«.<sup>48</sup>

Kakšna je morala zgodbe? Zdi se mi, da je s tem še dodatno utemeljena ugotovitev, da gre Koperniku pri formulaciji fizikalnih razlogov proti gibanju

<sup>46</sup> Gl. omenjeni članek.

<sup>47</sup> Tretja Kopernikova sposojena teza klasične teorije impetusa je po Wolffu ta, da vsa gibanja potrebujejo vzrok, ki deluje v trenutku, ki v primeru naravnih gibanj ni smotrni vzrok. Po Wolffu (prav tam, str. 230–231) Kopernik adaptira naslednje postavke: 4. geometrizacijo koncepta naravnega gibanja, kot jo najdemo pri Nikolaju Kuzanskemu; 5. zavrnitev smotrnih vzrokov (negibni gibalec, inteligence) naravnega krožnega gibanja; 6. ideja, da je impetus nepopustljiv vzrok, dokler ne pride v nasprotje z naravo ali naravnimi tendencami telesa, ki se giblje ali s katerim zunanjim odporom gibanja. V nekaterih primerih pa gre Kopernik preko teh tradicionalnih nazorov teorije impetusa in jih transformira: 7. relativizacija teže in lahkosti – interpretacija navidez spontanih gibanj navzgor lahkih teles kot prisilnih gibanj »ekspanzije«; reinterpretacija koncepta teže (ideja univerzalne relativne gravitacije); 8. redukcija koncepta naravnega (»enostavnega«) »enostavnih« teles na krožna gibanja sferičnih teles (rotacija); 9. nazor, da imajo zemeljska in nebesna telesa isto vrsto naravnih gibanj; 10. ideja, da je naravno gibanje Zemlje stalno; 11. razširitev koncepta prisilnih gibanj na vsa premočrtna gibanja.

<sup>48</sup> *O revolucijah nebesnih sfer* I, 8 (str. 56–57).

Zemlje pri protiargumentih kot tudi pri njegovih »pozitivnih« argumentih v podporo gibanju Zemlje prej za retorično prepričevanje kot pa za dialektično ali demonstrativno dokazovanje. Oziroma, če stvar nekoliko obrnem, da za Kopernika ob vprašanju gibanja ali mirovanja Zemlje niso odločilni niti »fizikalni« argumenti proti niti »fizikalni« argumenti za, temveč astronomsko-kozmoški razlogi: odprava koncepta ekvanta in harmonija univerzuma ter trdna somernost njegovih delov, kar je mogoče doseči, če upoštevamo različna gibanja Zemlje.<sup>49</sup>

---

<sup>49</sup> O tem več M. Vesel, »Revolucija Kopernikovih 'Revolucij'« v: Nikolaj Kopernik, *O revolucijah nebesnih sfer*, Založba ZRC, Ljubljana 2003, str. 85–137.