

Dominique François Jean Arago – Prantsusmaa suur teadlane ja poliitik

T. Viik

Varane noorus

Dominique François Jean Arago, keda enamasti tuntakse vaid François Aragona, sündis 26. veebruaril 1786 Prantsusmaal Estageli linnakeses, mis asub Püreeneede jalamil 18 km Perpignanist loodes Vahemerre voolava L'Agly jõe ääres.

Tema juura litsentsiaadist isal Bonaventure Arago oli Estagelis väike maaomand, kus oli viinamarjaaed ja oliivipuude istandus, mille sissetulekust ta suutis oma suure pere toita. Kui ta sai Perpignani linnakese rahapaja kassiriks - teistel andmetel (ka) meeriks, siis kogu pere kolis sinna elama.

Ema Marie Anne Agathe Roig oli pärit kohaliku jõuka talupoja perest. Perekonnanimi Arago on ilmselt pärit Hispaaniast, sest Aragoni piirkond Hispaanias asub kaunis lähedal Arago sünnikohale. Arago peres oli neli poega ja viis tüdruku. François (edaspidi lihtsalt Arago) oli poistest vanim. Järgmine vend Jean emigreerus Põhja-Ameerikasse ja tegi sõjaväelist karjääri, tõustes Mehhiko kindraliks. Jacques Étienne Victor võttis osa ekspeditsioonist laeval *L'Uranie*, mis Louis de Freycinet juhtimisel viis läbi magnetilisi ja okeanograafilisi uurimisi Vaiksel ookeanil. Neljas vend Étienne Vincent de Arago olevat kirjutanud koos Balzac'iga raamatu *Pirague'i pärijanna* ning hiljem kirjutas hulga kergeid näidendeid.

Noorena oli Arago huvitatud militaarkarjäärist ja oli näidanud üles sõjakat isamaaarmastust, kui sissetunginud Hispaania väeosa – tegelikult viis meest pluss nende komandör - põgenes öösel läbi Arago koduküla. Kui Arago neid nägi ja kuulis üht neist ütlevat: „*Somos perdidos!*“ (oleme kadunud), jooksis ta kohe koju, haaras sealt kaasa oda ning kasutas seda komandöri vastu. Haav polnud sugugi surmav, kuid komandöri mõõgalöök oleks seda kindlasti olnud, kui talumehed poleks enne jaole saanud ja hispaanlased hangudega sadulatest maha lükanud ning vangistanud.

Kuna ta isa oli läinud tööle Perpignani, siis sai Arago hariduse seelses linnakolledžis. See on tegelikult ainult formaalselt nii, sest võib ilmselt öelda, et Arago elu muutis ühel päeval



Dominique François Jean Arago (1786-1853)

Perpignani kindlustuste taastamist juhtiva inseneriga kohtumine. Kuna mees tundus noor olevat, kuigi kandis juba ohvitseri õlakuid, siis julges Arago temalt küsida, kuidas ta need õlakud sai. Mees vastas talle, et polütehnilisest koolist, kuhu saamiseks tuleb teha eksamid ja et vastav programm on linnavalitsuses kindlasti olemas. Arago jooksis otsemaid raamatukokku ja sellest päevast alates käis ta vaid matemaatika tundides. Kuna aga õpetaja polnud kuigi suur asjatundja, siis tellis Arago Pariisist Legendre'i, Lacroix ja Garnieri raamatud ning hakkas nende järgi õppima. Pooleteise aastaga olid programmis ettenähtud ained talle selged ja 1803.a. tegi ta eksami Louis Monge'i juures Toulouse'is, et asuda õppima Pariisi kuulsas École Polytechnique'is. Tema eksaminaatoriks oli École Polytechnique'i direktori Gaspard Monge'i vend Louis (Gaspard Monge oli kujutava geomeetria ja diferentsiaalgeomeetria looja ning École polytechnique'i asutaja).

Louis Monge oli alguses kaunis skeptiline iseõppija teadmiste suhtes, kuid eksami käigus asendus tema skeptitsism vaimustusega poisi teadmiste üle. Eksam läks nii hästi, et Arago paigutati viie parima eksaminandi hulgas esimeseks.

Et saada kahurväelaseks, asus ta õppima École Polytechnique'is 1803.a. ja elukoha leidis ta isa sõbra Pariisi korteris. See sõber tutvustas teda ka Siméon Denis Poissonile, kes oli viis aastat Aragost vanem ja oli asunud tööle dotsendina École Polytechnique'i samal 1803.a. Nad said sõpradeks ning Poisson käis sageli õhtuti Arago juures, kus nad vestlesid matemaatikast ja poliitikast. Ei nende vanusevahe ega ka seisusevahe – tudeng versus õppejõud – ei seganud nende sõprust. Kuid Poissoni mõju oma nooremale sõbrale

oli tuntav. Samal ajal väitis Arago hiljem, olles õppinud paljude kuulsate matemaatikute juures, et nende võimed õpetada jäid kaugemale maha nende võimest teadust teha.

Noorusest peale veendunud vabariiklasena ei allunud Arago koos oma koolivendadega kooli juhtkonnale, kes tahtis, et õpilased avaldaksid toetust Napoleonile. Viimaseks juhtumiks oli see, kui õpilased keeldusid alla kirjutamast õnnitluskirja sel puhul, kui Napoleon oli asendanud Rahvusassamblee keiserliku valitsusega. Sellest kanti valitsejale ette, kes käskis kõik vastuhakkajad koolist välja visata, kuid kui ta nägi, et esimene nimekirjas oli esimene ka õppeedukuses, siis ta loobus oma plaanist.

Siis aga saabus kooli diviisikindral Jean-Gérard Lacuée, kes pidi vastu võtma õpilaste truudusvande imperaatorile, kuid paljud ütlesid „Ma töotan“ asemel lihtsal „Kohal“, kuid Brissot-nimeline poiss hüüdis hoopis, et ta ei anna truudusvannet Napoleonile. Kindral tahtis lasta relvastatud õpilaste rühmal Brissot arreterida, kui rühm, eesotsas Aragoga, keeldus sellest. Järgmisel päeval visati Brissot koolist välja.

Kuid ta ilmus mitu kuud hiljem Arago juurde ja teatas, et ta on kogu vahepealse aja harjutanud revolvriskulistamist ja et tal on kindel plaan Napoleon maha lasta. Arago oli suures kimbatuses, sest ta ei tahtnud ju ometi oma endist koolivenda politseile välja anda ja nägi kurja vaeva, et poissi sellest keisri tapmise mõttest eemal hoida, kasutades selleks Brissot' suurt huvi luuletuste kirjutamise vastu. Arago kiitis tema loomingut kuidas jaksas ja suutiski lõpuks Brissot'd veenda, et luuletuste kirjutamine tuleb tal palju paremini välja kui keisri tapmine. Nii lõpuks suunduski Brissot pikale reisile, et uut inspiratsiooni leida kaugetes maades, sellega vabastades Arago rõhuvast murest oma kunagise koolivenna – ja ka iseenda – saatuse pärast.

Seiklusrikas kaaremõõtmine

Jean Baptiste Joseph Delambre ja Pierre François André Méchain olid mõõtnud meridiaani Dunkerque'ist (Dunkirk) kuni Barcelona'ni ajavahemikul 1792 kuni 1798 (muide, Méchain oli akadeemia väljaandes *Connaissance de Temps* 1771.a. andnud välja Messier kuulsa kataloogi ja mõningaid objekte selles ka ise vaadelnud). Neile andmetele toetudes defineeriti meeter mõõtühikuna kui üks kümnemiljondik veerandist Maa ümbermõõdust, sest Prantsusmaal ja mujalgi kasutusel olnud mõõtühik „toise“ (1.949 m) kui kuuekordne kuninga jala pikkus ei sobinud kuidagi vabariikliku ja revolutsioonilise Prantsusmaaga.

Plaatinast etalongi tehti valmis, kuid üksi Méchain teadis, et selle pikkus on vale. Asi oli selles, et kui Méchain oli lõpetamas triangulatsiooni Barcelona lähedal Montjoui mäel, puhkes sõda Prantsusmaa ja Hispaania vahel. Méchaini enam mäele ei lastud, kuid

Barcelonast koju samuti mitte. Nii sulges Méchain triangulatsioonikolmnurkade rea linnas hotelli rõdult mõõtes, sellega tehes suure vea. Seepärast käis ta Geograafiliste pikkuste büroole (Bureau des longitudes – rajati Prantsusmaal 25. juunil 1795 ja sellele asutusele tehti ülesandeks parandada nautilist navigatsiooni, standardiseerida ajamõõtmist, geodeesiat ja astronoomilisi vaatlusi) peale, et jätkata triangulatsiooni Barcelonast mööda minnes, sest nii oleks tema viga hoopiski tähelepanuta jäänud. Büroo võttiski kuulda Méchain'i arvamust ja 1801.a. septembris saadeti välja ekspeditsioon mõõtmise jätkamiseks Barcelonast lõunasse Méchaini juhtimisel, kuna ta oli nii kangesti tahtnud juhiks saada. Ta tegi triangulatsioonitöid Kataloonia rannikul ja järgmise aasta jaanuaris oli ta juba mõõtnud Ibizal ja Mallorcal. 1804.a. haigestus ta malaariasse ja suri Hispaanias, Castellon de la Planas. Nii jäi pooleli kaaremõõtmine, aga samuti jäi vabaks ka Pariisi observatooriumi sekretäri ametikoht. Poisson oli Laplace'ile nimetanud Arago kui sekretärikandidaati. See oli noormehele hirmuäratav väljakutse ja ta võttis selle vastu alles pärast seda, kui Laplace teda veenmas käis. Nii et 22. veebruaril 1805 nimetati ta ametikohale ning ta asus tööle Pariisi observatooriumisse, mis sai tema põhitöökohaks. Seal juba töötava Jean-Baptiste Biot'ga hakkasid nad kahekesi tegelema Laplace'i poolt pakutud valemiga refraktsiooni määramiseks gaasis.

Need kaks meest, mõlemad omal jõul tõusvad tulevased suurteadlased, olid alguses suured sõbrad, kuid hiljem tõsised vastased. Näitena nende iseloomudest olgu toodud juhtum, et kui nad kaaremõõtmisega ametis olid, siis hakkasid neid külastama kohaliku kloostri munkad, kes hoolimata mungaseisusest trimpasid veini, sageli pühitsetud veini keset missat ning pakkusid ka Aragole ning Biot'le. Arago ei teinud sellest numbrit, vaid tühjendas pakutud peekri. Biot aga alustas munkadega ägedat pahandamist sellise pühadusetootuse pärast, nii et lõpuks läks keegi munkadest püstoli järele, et solvaja maha lasta. Arago pidi suurt vaeva nägema, et Biot' elu päästa.

Neile tehti ülesandeks läbi viia ka pendlikatsed Maa raskusvälja määramiseks oma teekonna erinevates punktides, et neid andmeid kasutada Maa kuju täpsustamiseks. 3. septembril 1806 alustasid Arago ja Biot teed Hispaania poole. Nad pidid hakkama Méchaini poolelijäänud tööd parandama, sest Ibizale, Campvey mäele valesti paigaldatud reflektorid ei võimaldanud Aragol kuue kuu jooksul mandri-Hispaaniast, Desierto de Las Palmasest nendelt peegeldunud signaali näha.

1806.a. oktoobri keskel oli Arago Valencias, kui Prantsuse konsul ta üles otsis ja teatas, et Hispaania on kuulutanud sõja Prantsusmaale ja et ta peab hakkama tegema ettevalmistusi ärasõiduks. Aga vahepeal levima hakanud kuuldused, et Napoleoni armee on Preisimaal

puruks löödud, lükati ümber teatega, et Napoleon on Jena all hoopis lahingu võitnud ja hispaanlased hakkasid tänaval käima norgus peadega.

Siit algasidki seiklused, mis viisid Arago suurte segaduste keskele ja ta sai kogeda sellist elu lühikese aja vältel, millest suur enamus inimesi pole undki näinud.

Kõigepealt taheti Arago maha lüüa selle eest, et ta kellegi hispaanlase pruudi juures koos sõbraga külas käis ja ainult Arago küüdimehe ja selle muula energiline tegutsemine hoidis ära hullema.

Siis pidi ta oma vaatlusjaamas Cullera mägedes veetma vihmase ja tormise öö koos kellegi tundmatuga, kelles *alguazil* (konstaabel, võimu esindaja) järgmisel päeval Arago kirjelduse järgi tundis ära kohaliku röövlibande pealiku. Mõni päev hiljem oli see mees tal uuesti külas ja kui Arago uuris, kas teda ka röövida kavatsetakse, siis vastas mees, et algul oli neil jah selline mõte, aga siis said nad aru, et see pole mõistlik, kuna siis tuuakse kohale suured politseijõud ja tema salk hävitatakse. Pealegi lisas mees, et Arago võib lugeda ennast tema kaitse all olevaks, kuid ainult Cullera lähistel. Nii juhtuski, et Oropeza röövlite juures see kaitse ei toiminud ja ta pääses lausa imekombel.

Kui ta koos Prantsuse asekonsuli ja Biot'ga külastas Valencia peapiiskoppi Joaquín Company Soleri, et taotleda tema kaitset, siis võeti nad vastu väga lahkelt, kuid kui lahkumisel asekonsul ja Biot ei suudelnud piiskopi sõrmustatud kätt, kuigi see neile ulatati, siis pidi Arago kogema piiskopi viha – piiskopi rusikas käsi sirutati tema suu poole nii äkki, et see sarnanes pigem poksilöögiga ja Arago kartis tõsiselt oma hammaste pärast.

Arago Hispaanias viibimine muutus aina ohtlikumaks, sest Napoleon oli tunginud kallale Hispaaniale ja Portugalile 1807.a. oktoobris. Ta alistas Portugali ja osa Hispaaniast ning 1808. aasta maikuu kuulutas oma venna Joseph Bonaparte Hispaania valitsejaks. Otsekohe algas Hispaanias sõda sõltumatuse eest. Biot ja Arago, kes tegid keeruliste aparaatidega mõõtmisi, olid hispaanlaste silmis loomulikult väga kahtlased. Biot põgenes tagasi Prantsusmaale, kuid hispaanlaseks riietunud Arago jäi Mallorcale ja püüdis mõõtmisi jätkata, kandes mõõtmistulemused hoolikalt oma päevikusse. Kui ta aga süütas lõkke Ibizal, Galatzó mäe tipus, siis arvas kohalik rahvas, et ta on prantsuse spioon ja saadab mingeid signaale Prantsuse laevastikule. Esialgu ei juhtunud siiski midagi hullu ja alles siis, kui sinna saabus Napoleoni käsundusohvitser Berthémie, siis pandi see ohvitser rahva viha eest Belveri kindlusesse kinni. Aragol õnnestus põgeneda Palmasse, et Hispaania valitsuse poolt tema käsutusse antud laevaga *Mistic* sõita Barcelonasse, kus oli Prantsuse sõjavägi. Laeva kapten aga keeldus, ja Arago sai suure vaevaga – pistoda

haavaga reies - peitu samasse Belveri kindlusesse. Ühel päeval lehte lugedes sai ta teada, et koos Berthémiega on ta tapetud Valencias Härjavõitlejate väljakul. See teade sundis Arago võtma kontakti Belveri komandandiga, sest kui juba lehes niisugusest asjast juttu on, siis pole tegelik elu kaugel. Komandant lubas tema ja paari teise prantslase põgenemisele vaadata läbi sõrmede. Arago põgeneski 29. juulil 1808 kalapaadil, mille ta sõbrad olid korda teinud, unustamata maha oma vaatluspäevikut, ja jõudis Alžiiri 3. augustil. Seal läks ta Prantsuse konsuli Charles-François Dubois-Thainville'i juurde, kes andis Aragole ja Berthémiele Austria valepassid, millega nad alustasid laevasõitu Marseille'sse. Asi sellega siiski ei lõppenud, vaid selle laeva võttis kinni Hispaania sõjalaev, kui Marseille oli juba käe ulatuses ja Arago sattus taas vangi. Teda hoiti Rosese vanglas, Kataloonias Cap de Creusi poolsaarel, kus kohtunik oli otsustanud kindlaks teha, kes ta selline on. Arago väitis, et ta on austerlane Ungarist, kuid kohtunik seda ei uskunud ja sundis teda üles tunnistama, et ta on hispaanlane, kuna tal on Valencia aktsent. Arago vastas, et tal on suurepärase anne keeltele, et ta võib ka Ibiza murdes vabalt rääkida. Kohale toodi üks Ibiza sõdur ja Arago laulis talle ette Ibiza karjaselaulukese, kus iga salm lõpeb kitse mõkitamisega. Kodumaa laulust võlutud sõdur kinnitas pisarsilmil, et Arago on surmkindlalt Ibizalt pärit. Sama katse tehti prantsuse keelega ja tulemused olid samasugused – prantslasest sõdur tunnistas, et Arago on kindlasti prantslane! Kohtunik vandus kurja ja andis ajutiselt alla. Sellega oli Arago otsemaid võitnud kõikide vangide usalduse, eriti aga võlus neid Arago kirjutamise kiirus.

Arago proovis õnne sadamas seisva inglise laeva kapteniga, et see võtaks ta märkmed ja toimetaks need Londonisse, Kuninglikku seltsi, kuid kapten keeldus. Näljast pääsemiseks Rosese kindluses müüs Arago maha isa kingitud uuri ja kui prantslased Rosese vallutasid, siis viidi vangid Prantsusmaale läbi Perpignani ja seal juhtus Arago isa nägema ühe vangi käes tuttavat uuri ning minestas – talle oli selge, et poeg on surnud.

Siis otsustati saata vangid Palamosse, kuna Prantsuse armee tungis peale. Arago kohtus seal Louis Philippe I ema, Orleansi hertsoginnaga, kes kavatses lahkuda Alžiiri. Arago aitas tal saada sinna suunduvale laevale. Uuri müümise eest saadud raha oli otsas ja nälg hakkas jälle näpistama. Hispaanlased lasksid paljudel tapatalgutest pääsenud prantslastel lahkuda ja üks neist jättis Aragole untsise kullatüki. Arago andis talle vastu paberi, millele kirjutas, et selle kirja ettenäitaja on osutanud talle suure teene ja et teda tuleb kohelda nagu oma poega. See kiri jõudiski Arago vanemateni, kes veendusid, et Arago on elus ja ema lõpetas missade tellimise poja mälestuseks. Arago oli saatnud Alžeeria deile El Ghazzalile kirja selle kohta, et hispaanlased tahavad deile kuuluvat laeva konfiskeerida,

ning äkki ühel päeval teatasid Hispaania võimud, et ta on vaba ja võib minna, kuhu tahab. Asi oli selles, et dei oli saatnud hispaanlastele kurja kirja nõudega nii laev kui vangid otsekohe vabastada ning rahaliselt kompenseerida üks tema kallitest lõvidest, kelle ta oli Napoleonile kingituseks saatnud ja kes oli vahepeal vintsutustesse surnud (teistel andmetel hispaanlased tapsid selle lõvi).

Nii juhtuski, et 28. novembril 1808 asusid nad teele Marseille poole. Nad nägid juba hooneid Marseille'd ümbritsevatel mägedel, kui hakkas puhuma väga tugev mistraal, mis kandis nad kiiresti lõunasse, nii et 5. detsembril maabusid nad Alžiiris, Bougie sadamalinnas (tänapäeval Béjaïa). Seal seletati neile, et talvekuudel meritsi Alžiiri minna on enesetapp. Seega jäi üle minna sinna jala (lennult 180 km). Linnakese *kaiid* pidi rabanduse saama, kui Arago selle plaaniga tema juurde läks, sest kogu ümbruskond kubises röövlitest ja kui Arago ja kaaslastega midagi juhtub, võtab dei temalt pea maha. Arago ja Berthémie andsid *kaiidile* oma allkirjad, et *kaiid* on neid hoiatanud ja et temal mingit süüd pole. Keegi Allahi teener nõustus neid Alžiiri juhtima kahekümne piastri ja punase mantli eest. Olles ennast igati maskeerinud, asusid nad koos mitme laevameeskonna liikmega teele. Nendega ühines veel hulk kabiile, kes lootsid Alžiiris meremeestena tööd leida. Kardeti vaenulikke kabiile ja lõvisid, igast külast läbimineku eelnesid diplomaatilised läbirääkimised. Ühes külas nähti nende maskeering läbi ja hakkasid kostma hüüded: „*Rumi! Rumi!*“, mis nendega kaasas olnud moslemist meremehe sõnul võrdusid surmaotsusega. Kuid sama mees suutis külaelanikele seletada, et nende hulgas on küll kaks eurooplast, kuid nad on avaldanud soovi saada moslemiteks. Nii tulid nad telgist välja ja heitsid kõhuli näoga ida suunas ja kordasid vajalikku loitsu: „*Lā 'ilāha 'illā-llāh, muḥammadun rasūlu-llāh*“. See mõjus ja 25. detsembril jõudsid nad Alžiiri. Kõigepealt ei uskunud neid keegi, et nad on Bougie'st jala tulnud ja siis tehti neile selgeks, et El Ghazzalil, kellega nad olid kirju vahetanud, on juba pea maha raiutud. Ja ka järgmine dei ei rahuldanud rahvast, nii et ta tuli surnuks kägistada (sellest võib nii aru saada, et Alžeerias olid juba siis tugevad demokraatia alged olemas).

Aragol ja kaaslastel tuli jääda Alžiiri mitmeks kuuks. Uus dei nõudis kõigepealt vangide eest kaks- kuni kolmsada tuhat franki, mida Prantsusmaa talle väidetavalt võlgu oli jäänud, kuid loomulikult keeldus konsul seda summat maksmast. Tagajärjeks oli dei suur soov mehi vangi panna, kuid kuna nad elasid Rootsi diplomaadi juures, siis seda ei juhtunud.

21. juunil 1809, koos konsuli ja ta perega asus Arago laevale, mis lõpuks ometi alustas teekonda Marseille poole. Juba üsna Marseille lähedal kohtasid nad inglise fregatti, mille kapten andis neile karmi käsu sõita Hyères'i saartele, kus inglise laevastiku viitseadmiral

Cuthbert Collingwood pidi nende saatuse otsustama. Kuid sellele käsule nad ei allunud ja algas tagaajamine. Arago laev jõudis napilt Marseille lähedal asuva Pomégues'i saare sadamasse, kuhu inglased järele tulla ei julgenud. Nagu Arago oma eluloos hiljem kirjutas – sel ajal oli normaalne Alžiirist Marseille'sse jõuda nelja päevaga – Aragol oli see reis võtnud 11 kuud! Lisaks pidi ta veel tükk aega laatsaretis veetma karantiini nõuete täitmiseks ning alles siis sai ta sõita koju vanemate juurde Perpignani.

Kokkuvõtteks, koostöös Biot'ga oli Arago mõõtnud Pariisi läbivat meridiaanikaart Barcelonast kuni Formentera saareni Baleaaride saarestikus ja nende mõõtmiste abil standardiseeriti meetermõõdustik. 1821.a. nad jätkasid seda tööd põhja pool, mõõtes raskusjõu tugevust pendli abil Šotimaal Leith'is ja Shetlandi saartel.

Taas Pariisis

Pariisis võeti ta vastu kangelasena, kes oli teaduse nimel nii palju vintsutusi talunud, kuid ikkagi pääsenud koos oma väärtuslike vaatlustulemustega. Ta valiti akadeemia liikmeks, kuigi Laplace sellele vastu vaidles, pidades Aragod liiga nooreks nii väärika aunimetuse jaoks. Lisaks sellele nimetati ta École Polytechnique'i õppejõuks analüütilises geomeetrias Monge'i järeltulijana. Paljud imestasid, miks selleks ei saanud Binet, kes seda ametikohta väga ihaldas, kuid Monge'i sõnade järgi oli Binet olnud seotud jesuiitidega ja kuna Napoleon jesuiite ei sallinud, siis ei saanud Monge teda kuidagi õppejõuks edutada.

Arago sõnade järgi aitas ta mitmel korral ära hoida mittesobivate inimeste valimist akadeemiasse, kuigi seda kõrged aukandjad soovisid.

1822.a. suri Delambre, Pariisi observatooriumi direktor ja akadeemia alaline sekretär. Akadeemia valis komisjoni uue sekretäri valimiseks ja komisjon esitas kolm kandidaati – Biot, Fourier ja Arago. Viimane protestis selle valiku vastu, sest tal oli tööd niigi palju. Valimise võitis Fourier ja Laplace'i naaber nägi, kuidas Laplace, kes oli kõigile kuulutanud, et nii Biot kui Fourier on tugevad kandidaadid ja tema nendel vahet teha ei suuda, kirjutas kahele paberitükile kummalegi Fourier nime ning asetask need oma kübarasse. Seejärel teatas ta, et laseb juhusel otsustada ning võttis kübarast ühe sedeli ning rebis selle kähku puruks, asetades teise valimisurni!

Ka Fourier suri 1830. aastal ning siis enam polnud Aragol pääsu – ta valiti akadeemia alaliseks sekretäriks matemaatikateaduste alal 39 häälega 44st. Pärast seda teatas ta, et loobub professoriametist École Polytechnique'is. Ajavahemikul 1843 kuni surmani 1853 oli ta Pariisi observatooriumi direktor.

Arago alustas 1835.a. akadeemia toimetiste väljaandmist *Comptes Rendus* nime all, mis ilmuvad ka tänapäeval.

Arago abiellus Lucie Carrier-Bescombes'iga 1811. aastal. Nende poeg Alfred Arago (1816-92) sai Kaunite kunstide inspektoriks ja teine poeg, Emmanuel Arago töötas koos isaga Rahvussammas koos mitmeid aastaid.

Teaduse populariseerimine

Laialdase tuntuse võitis Arago oma populaarsete astronoomia loengutega, mida ta Geograafiliste pikkuste büroo ettepanekul luges Pariisi observatooriumi läänepoolses amfiteatris aastatel 1813 kuni 1845 ja millest ta koostas neljaköitelise „Populaarse astronoomia“.

Mitte vähem kuulus pole tema kolmeköiteline kogumik teadlaste elulugudest, kelle hulgas on kolmkümmend astronoomi.

Nendes raamatutes demonstreeris Arago oma erakordselt selget ja samal ajal ranget astronoomiliste probleemide esitusviisi ning imestama panevat läbinägelikkust uute teadusideede hinnangutes.

Ka jäi ta seotuks Pariisi observatooriumiga, kus ta 1810.aastal otsustas kontrollida, kas Maa liikumine mõjutab valguse kiirust. Arago arutles, et kuna prisma toimub valguse refraktsioon, kus valguskiire kaldenurk sõltub valguse kiiruste suhtest prisma sees ja sellest väljaspool. Ta tegi mitmeid tähtede vaatlusi, siis kui Maa liikus mõõdetava tähe poole ja sellest eemale, kuid mitte mingisuguseid erinevusi mõõtmistulemustes ta ei leidnud.

Tänapäeval, toetudes Einsteini relatiivsusteooriale me teame, et see katse oli määratud läbikukkumisele. Arago tegi oma töödest ettekande akadeemiale 10. detsembril 1810, selgitades oma katsete tulemusi sellega, et valguseosakesed liiguvad erineva kiirusega, kuid inimsilm on võimeline registreerima vaid ühe kindla kiirusega liikuvaid valguseosakesi.

Poliitiline karjäär

Tema poliitiline karjäär algas 1831.a., kui Perpignani elanikud valisid ta saadikuks Ida-Püreeneede departemangust, kuid juba varem oli ta olnud aktiivne 1830.a. juulirevolutsiooni päevil. Tõsi, mitte relvis barrikaadidel, vaid veenmas Pariisi komandanti marssal Marmonti mitte alluda kuninga käsule tulistada rahvast. Marssal keeldus Aragod kuulda võtmast. Üks huvitav ja õpetlik periood Arago elus oli seotud Prantsusmaa raudteede ehitusega. Kui konservatiivi ja isegi tagurlasena tuntud Biot toetas entusiastlikult raudteede ehitust,

siis edumeelne Arago tegi palju nende ehituse tõrjumiseks. Mitte sellepärast, et ta oleks olnud raudteede vastu, vaid et ta kartis võimsa monopoli esilekerkimist koos sellega kaasneva korrupsiooniga. Tema võitlusel oli „edu“, sest valitsus killustas raudteede ehituse paljude erafirmade vahel ja korrupsioonist polnud ikka pääsu.

Teame, et 1794.a. Rahvussamblis oli kaotanud orjanduse ja orjakaubanduse kogu Prantsuse impeeriumis, kuid Napoleon oli selle taastanud 1802.a. See kõik oli tugevasti seotud suhkruga, mille kasutamine oli 18. sajandil plahvatuslikult kasvanud ja mis Prantsusmaale jõudis põhiliselt Saint Domingue saare orjade töö tulemusena. Napoleon pidi hiiglaslikke summasid investeerima prantsuse suhkruproduktide kasvatuse, sest sõda Inglismaaga takistas suhkru importi, kuid rahvas pelgas peedisuhkrut. Inglismaa survele pidi Prantsusmaa uuesti keelama orjapidamise, kuid ei rakendanud pea mingeid abinõusid selle lõpetamiseks. Ja alles 1833.a., kui kirjutati alla lepingu Inglismaaga, mis lubas laevade läbiotsimist, hakkas orjapidamise ja –kaubanduse keeld mõjuma, kuid ikkagi mitte täielikult.

Pärast 1848.a. revolutsiooni, kui Arago sai ajutise valitsuse mere- ja kolooniate ministriks, sattus ta hammasrataste vahele. Veendunud, kuid mõõduka demokraadina oli ta orjuse kaotamise reformi autor (tuletagem meelde ta enda odüsseiat) nii Prantsusmaal kui dominiionides, kuid samas pidi ta arvestama valgeid orjapidajaid dominiionides, kes ähvardasid ülestõusu ja inglise ülemvõimuga. Oma sõprade toel surus Arago siiski läbi seaduse emantsipatsioonist kõikides Prantsuse kolooniates, tehes nii inimese isikliku vabaduse universaalseks õiguseks.

Ajutine valitsus viis sisse ka valimisreformi - „üks mees, üks hääl“, mis tähendas, et kõik täiskasvanud mehed said valida, sõltumata nende varandusest, seisusest, usutunnistusest jne. Samuti kuulutati õigust tööle ja piirati tööpäeva pikkust.

Teda valiti Täidesaatvasse komisjoni 9. mail 1848.a. maikuus ja kuna ta oli saanud kõige rohkem hääli, siis nimetati komisjoni presidendiks – tegelikult siis peaministriks -, olles sellel ametikohal komisjoni töö lõpetamiseni 24. juunil 1848 (komisjon ei tulnud toime tööliste ülestõusu summutamisega ja Rahvussamblis andis võimu kindral Louis-Eugène Cavaignac'ile, kes ülestõusu veriselt maha surus). Sellel ametikohal tegeles Arago muu hulgas ka teaduse edendamise, leides raha Fermat' ja Laplace'i tööde trükkimiseks ning uute astronoomiliste instrumentide ostuks Pariisi observatooriumile. Ta toetas raudteede ja telegraafi arengut, aga samuti ka teaduste akadeemiat.

Ausa ja äraostmatu mehena keeldus ta 1851.a. lõpul võimule tulnud Napoleon III-le truudust vandumast. Arago kuulsus oli nii suur, et valitseja vabastas ta vandest ning käskis

vana teadlase rahule jätta.

Teadustegevus

Arago ei olnud uute teedrajavate ideede alusepanijaks, kuid tal oli teine suurepärase omadus – tema terav mõistus tabas kähku kõik uue ja reageeris omapoolsete töödega, mis olid otsekui indutseeritud sellest uuest.

Arago eluajal hakkas tekkima arusaamine, et elektri- ja magnetisminähtused peavad olema omavahel seotud. Hans Christian Ørsted oli 1820.a. avastanud, et kui paigutada vooluga elektrijuhe magnetiseeritud nõela lähedale, siis nõel hakkab liikuma. Esimestena reageerisid sellel avastusele André-Marie Ampère ja Arago. Arago leidis, et elektrivool magnetiseerib juhtme läheduses oleva rauapuru. Sellega oli ka elektromagnet leiutatud. Arago avastas samuti, et pöörlema pandud magnetnõel käitub erinevalt, kui selle kohale asetada erinevatest metallidest kettaid ja et nõel rahuneb kõige kiiremini, kui see ketas on vasest ja ilma radiaalsete sisselõigeteta. Tänapäeval seletatakse seda nähtust elektrivoolu indutseerimisega kettas.

1824.a. oli Arago Inglismaal, kus avastas „pöörlemise magnetismi“ – pöörlev metallketas avaldab teatud jõudu magnetnõelale. Kui ketta ja magnetnõela pöörlemisteljed olid paralleelsed, siis hakkas magnetnõel pöörlema, aga kui magnetnõel kinnitati liikumatuks, siis ketta pöörlemine aeglustus ja ketas jäi seisma. Selle eest sai Arago Londoni Kuningliku seltsi Copley medali, mis oli haruldane sündmus, sest ei Inglismaa ega ka Prantsusmaa ei kibelenud naabrite avastusi tunnustama.

Arago avastused olid nii olulised, et Michael Faraday toetus neile oma elektri- ja magnetvälja teooria loomisel.

Arago tegi kindlaks, et Volta patarei ja Leideni purgi elekter on samased. Hiljem laiendas Faraday selle tulemuse kõikidele elektrinähtustele. Pealegi arvas Arago, et Volta patarei on inimese kõige tähelepanuväärsem leiutis, isegi siis, kui me aurumasina ja teleskoobi võrdlusesse kaasa arvame.

Arago tegeles ka virmaliste vaatlemisega ja avastas koos Alexander von Humboldtiga selle kaudu elektri ja magnetismi tiheda seose (Arago ja Humboldt olid headeks sõpradeks saanud pärast Arago võidukat Pariisi pöördumist meridiaanikaare mõõtmistelt).

Arago jättis ka astronoomiasse sügava jälje. Tema eluajal käis kibe võitlus selle üle, kas valgus on osakeste voog (Laplace) või lainetus (Thomas Young ja Fresnel). Arago katsed toetasid laineteooriat, alguses isegi vastu tema tahtmist. Koos oma külimehe Alexis

Thérèse Petit'ga tegid nad kindlaks valguse murdumisnäitaja sõltuvuse aine agregaatolekust, nimelt et gaasilise aine murdumisnäitaja on väiksem kui tahkel ainel. See on aga otseses vastuolus valguse korpuskulaarse teooriaga, mis nõuab murdumisnäitaja võrdsust erinevates agregaatolekutes. Aga veel selgemalt sai valguse laineteooria kinnitust koostöös Fresneliga, sest nad avastasid, et kaks vastassuunas polariseeritud valguskiirt ei interfereeru – see avastus oli tõendiks valguse ristvõnkumisele.

Koos Fresneliga täiustasid nad majakate valgusallikaid, varustades need nn Fresneli läätsedega, mis võimaldasid kiirgusvoogu kindlas suunas võimendada tuhandeid kordi. Arago pani majaka tule ka pöörlema kellamehhanismi kasutades.

Kui Arago tegi katseid islandi pao kaksikmurdumisega kristallides, siis avastas ta kromaatilise polarisatsiooni, nimelt kiirgava objekti kahe kujutise värvumisega täiendvärvides, kui objektilt lähtuv valgus on eelnevalt polariseeritud ja lastud läbi anisotroopsete optiliste omadustega plaadi. See polariseeritud kiirguse interferentsiga seletuv avastus viis Arago alguses polariskoobi leiutamiseni ja selle baasil teiste optiliste instrumentide leiutamiseni, kaasa arvatud tähe fotomeeter.

Sellega seoses on teada lugu, kuidas Arago ja Biot ühel päeval läksid koju Pikkuste büroost ning Arago rääkis Biot'le sellest, kuidas ta kavatses polariskoopi fotomeetrina kasutada. Oma sõnade kinnituseks kritseldas ta võtmega Saint-Jacques-du-Haut-Pas kiriku sambale seadme skeemi. Järgmisel esmaspäeval kuulis Arago oma suureks üllatuseks, kuidas akadeemia koosolekul Biot teatas, et ta on leiutanud fotomeetri ning näitas Arago skeemi. Arago katkestas Biot jutu väitega, et idee on temalt varastatud, kuid Biot teda ei kuulanud. Siis palus Arago kahel akadeemia ametnikul minna kiriku sambalt Arago sõnu kontrollima. Biot olevat lahkunud koosolekult ilma ametnikke ära ootamata.

Oma polariskoobi abil avastas Arago selges taevas kiirguse polarisatsiooni, mis sõltus nurgast Päikese suuna ja uuritava taevapunkti raadiusvektori vahel. Ta leidis ka punkti taevas, kus kiirguse polarisatsioon puudus ja see nn neutraalne punkt sai Arago punkti nime. Hiljem avastasid Jacques Babinet ja David Brewster veel kaks neutraalset punkti, mis ka avastajate nimed said (tegelikult on optiliselt võrdlemisi paksus atmosfääris võimalik veel üks neutraalne punkt, kuid avastaja – kirjatöö autori – nime pole sellele veel pandud ;-)).

Arago seletuse tähtede vilkumist ehk stsintillatsiooni tähelt lähtuva kiirguse interferentsiga, mis tekib atmosfääri mittehomoogeensusest tingitud käiguvahe tõttu.

Arago kasutas polariskoopi ka halode ja valepäikeste seletamiseks – et need tekivad

Päikese ja Kuu kiirguse polarisatsioonil Maa atmosfääris olevatel osakestel.

Ka uuris ta polariskoobiga komeete ja tegi kindlaks, et komeetide sabadelt peegeldunud valgus on polariseeritud.

Kuid ilmselt kõige olulisem Arago avastus astrofüüsikas on see, et oma polariskoobi abil tegi kindlaks Päikese aine gaasilise oleku. Arago oli pannud tähele, et Päikese ketta äärelt tulnud kiirgus on polariseerimata, kuid tahke või vedela Päikese puhul oleks see pidanud olema polariseeritud. Aga teiste tähtede aine agregaatoleku suhtes jäi olukord ikkagi kahtlaseks. Arago kasutas asja selgitamiseks muutlikke tähti. Tollal arvati, et tähtede muutlikkus on tingitud kas nende ümber tiirlevatest kaaslastest või siis on tähel suur osa pinnast kaetud plekkidega. Uurides tähe kiirgust polariskoobiga kiirguse miinimumi lähedal, kui Arago arvates oleks kiirgus pidanud tulema täheketta äärelt, ei avastanud ta polarisatsiooni. Seega pidi kõik tähed olema gaasilised. Oma raamatus „Päikese ja tähtede ehitus“ (1866) väidab ta, et tähe kahelt erinevalt ainelt lähtuvas kiirguses võivad olla erinevad Fraunhoferi jooned ja et need erinevused võivad saada võimendatud tähtede atmosfääride erineva ehituse tõttu. Seda väidet võib vabalt lugeda spektraalanalüüsi ennustamiseks.

Laplace oli teinud Aragole ettepaneku mõõta ära valguse kiirus. Sel ajal polnud ju sugugi selge, kas erinevat tüüpi tähtedelt lähtunud valgus levib samasuguse kiirusega või ei. Vastusest sellele küsimusele sõltus omakorda asjaolu, kas aberratsioonikonstant, mis on nii vajalik kehade kiiruste uurimiseks kosmoses, on universaalne konstant või siis mitte.. Arago teravmeelsed katsed keerulise ehitusega prisma abil näitasid, et tema katsete täpsuse piirides on valguse kiirus kosmoses sama kõikide allikate ja suundade jaoks.

Oma tudengil Le Verrier'l soovitas ta uurida Uraani liikumise irregulaarsusi ja pärast seda, kui Neptuun avastati, võttis ta ägedalt osa vaidlusest, mis nimi sellele planeedile anda. Üksiti vaidlustas ta inglaste katsed anda Neptuuni avastaja au kas või osaliselt Adamsile. Arago arvamusel oleks selle planeedi nimi pidanud olema Le Verrier. Hiljem Le Verrier „tasus“ Aragole Biot abiga sel viisil, et püüdis Geograafiliste pikkuste büroo direktoriks saada Arago asemel.

Arago propageeris entusiastlikult ideed, et Krasnojarski lähedalt leitud 700 kilone kuulus Pallase raudmeteoriit on taevase päritoluga. Tegelikult läks ta veel kaugemale, ennustades väikeste taevakehade olemasolu Päikesesüsteemis, mis siis aeg-ajalt võivad ka Maale langeda, niiviisi kaudselt ennustades Kuiperi vööd ja Oort-Öpiku pilve.

Laplace oli 1798.a. publitseerinud idee, et kosmoses võivad eksisteerida ülitihedad

objektid, millelt valgus objekti hiiglasliku raskusjõu tõttu ei suuda lahkuda. Arago üldistas seda ideed – nimelt arvas ta, et on olemas ka mitte nii tihedad objektid, mis suudavad valguse kiirust aeglustada. Seega võib seda ennustust vaadata kui esimest sammu Einsteini gravitatsiooniteooria suunas, mis väidab footoni energia vähenemist gravitatsiooni toimele.

Sugugi ei saa märkimata jätta Arago osa dagerrotüüpia võidukäigus. Joseph Nicéphore Niépce oli 1822.a. kopeerinud ühe gravüüri, kasutades *camera obscura*'t. Kuid tema meetod kujutise jäädvustamiseks oli väga keeruline. Õnneliku juhuse tõttu suutis ärimees Louis Jacques Mandé Daguerre kujutise kinnistamise protsessi oluliselt lihtsustada, kuid tal ei õnnestunud seda avastust müüa. Siis pöördus ta Arago poole, kes aru saades leiutise erakordselt suurest tähtsusest pani kõik rattad käima ning 19.augustil 1839. a. toimunud Pariisi teaduste akadeemia koosolekul avalikustas Arago protsessi, mis sai dagerrotüüpia nime. Prantsuse valitsus ostis avastuse patendi ja maksis Daguerre'ile ja Niépce pärijatele 10000 franki (Niépce oli surnud juba 1833.a.).

See akadeemia koosolek oli tegelikult üks osa Arago ettevõtmistest akadeemias toimunu avalikustamiseks (ka *Comtes Rendus* asutamise oli osa sellest). Loomulikult teenis ta sellega ära paljude teiste akadeemikute, ka Biot, sügava pahameele, sest nende arusaamade kohaselt pidigi akadeemia jääma rahvale millekski kõrgeks ja kaugeks.

Elu lõpp

Pärast 1852.a. riigipööret, kui võimule tuli Napoleon III, soovis Arago lahkuda akadeemia alalise sekretäri ametist. Mitte küll Napoleon III pärast, vaid et ta tervis, eriti aga silmanägemine oli halvenenud. Lisaks kogunes vesi ta kudedesse, tal oli suhkrutõbi ja krooniline neerupõletik.

22. augustil 1853 viibis Arago akadeemias viimast korda. Kuigi tema terviseprobleemid olid väga tõsised, võttis ta ette reisi Roussilloni piirkonda oma perekonna juurde. Seal jagas ta viimaseid korraldusi mitmete küsimuste kohta ja pöördus Pariisi tagasi. Arago suri 2. oktoobril 1853 ja ta maeti Pariisi Père Lachaise'i kalmistule.

Arago sai Kuningliku seltsi Copley medali 1825.a. ja Rumfordi medali 1850.a. Tema nimelised kraatrid on nii Kuul kui Marsil ning üks Saturni rõngastest on samuti Arago nimeline. Arago mälestuseks asutas Pariisi akadeemia Arago medali 1893.a.

Tema nimi on ühena 72st graveeritud Eiffeli tornile.

Kirjandus

1. François Arago, *Biographies of Distinguished Scientific Men*, Tõlkijad W.H. Smyth, Baden Powell ja R. Grant, Project Gutenberg EBook #16775, 30.09.2005.

2. M. Jerome Nickles: Francois Arago. *The Canadian Journal* **2**: 159. 1854. Retrieved 3 May 2013.

3. A.I. Jeremejeva: *Francois Arago ja instrumentaalse astrofüüsika algus*, Kogumikus *Ajaloolis-astronoomilised uuringud*. Vastutav toimetaja A.A. Gurshtein, Nauka, 256-272, 1987

4. J.J. O'Connor, E.F. Robertson:

<http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Arago.html>

5. J. Bertrand: *Arago et vie scientifique*,

www.gutenberg.org/files/26363/26363-h/26363-h.htm

6. Theresa Levitt, *The Shadow of Enlightenment. Optical and Political Transparency in France, 1789-1848*, Oxford, Oxford University Press, 2009, 192 p.