

GLOBÁLIS GEODÉZIA
A PENCI OBSZERVATÓRIUM

Borza Tibor

2010

TARTALOM

Előzetes.....	3
Kell egy (de inkább két) obszervatórium!.....	11
Mi várható az űrkutatástól?	13
Geodéziai vonatkozások, lézeres mérések	14
Interkozmosz, saját eredmények	19
Finn kapcsolatok és következményei	23
Katonák között.....	25
Titkosítási mánia	28
A magyar űrrepülés	30
A rádiós technika előretörése	31
Nemzetközi együttműködés, űrszemét kérdése	32
Forradalmi változás	35
Szakmai alapok.....	36
UFO hívők	39
Korszakváltás a geodéziában.....	41
Hétköznapi geodézia	45
És mégis mozog a Föld	48
Új korszak.....	51

Jelen írásban személyes tapasztalataim alapján, az egyetlen hazai műholdmegfigyelő obszervatórium tevékenységét, igyekszem bemutatni. Geodéta lévén természetes, hogy a kozmikus geodéziát érintő, földméréssel kapcsolatos kérdések is terítékre kerülnek. A szárazabb szakmai leírásokat igyekeztem általános érdeklődésre is számotartó információkkal fogyasztathatóbbá tenni.

Előzetes

Az obszervatóriumok mindenekelőtt a csillagok megfigyelésével, azután a Föld, ezen belül pl. óceán megfigyelésével foglalkoznak. Kevésbé ismert, hogy világszerte a mesterséges holdak megfigyelésére is létesítettek obszervatóriumokat. Ezek az intézmények még fél évszázadosak sincsenek, de profiljuk ez idő alatt gyökeresen megváltozott. A kezdeti megfigyelési technikákat már mutatóba sem igen lehet látni, a korszak lassan feledésbe merül.

Mivel pályám kezdete egybeesik ezen obszervatóriumok indulásával, tanúja, sőt részese voltam a kezdeti megfigyelési technikák felfutásának és megszűnésének. Úgy vélem, nem haszontalan megismerni, milyen körülmények között, hogyan és mi célból történtek ezek a megfigyelések.

Jelen írás szubjektív, a saját szemüvegemen át látottakat és nem általában a műholdmegfigyelést kívánom bemutatni. A hangsúly a penci obszervatórium tevékenységére esik, ahol 35 évet töltöttem. Munkatársaim nyilvánvalóan más eseményeket emeltek volna ki, de ez már csak a szerző helyzeti előnye.

A diplomaszerezés után (1970-ben földmérő mérnökként végeztem) két év - az állami földmérésben töltött - gyakorlati munka után, máról-holnapra belecsöppentem a műholdmegfigyelés kezdeti szakaszába. Ekkor az országban több, inkább amatőr szinten létesített obszervatóriumban végezték az ún. vizuális megfigyeléseket, átalakított katonai légifelderítő távcsövekre támaszkodva. A kezdeti időben a műholdak érkezésének és térbeli pozíciójának olyan nagy volt a hibája, hogy elfogadott észlelési technika szerint felállítottak egymás mellé több távcsövet hogy együtt egy szélesebb sávot fedjenek le az égboltból abban a reményben, hogy valaki közülük meglátja a műholdat. Lényegesen pontosabb megfigyelést nyújtottak a később fejlesztett fotokamerák, amelyekből az első korszerű, AFU-75 típusú példányt a Pencre tervezett obszervatóriumnak szánták, de mivel az építkezés még javában folyt, a hetvenes évek legelején ideiglenesen a Bajai Csillagvizsgálóba került. Ott képezték ki (inkább önképzés volt) az obszervatórium későbbi megfigyelést végző munkatársait.

A fotokamera az 1960-as sőt 70-es évek műhold megfigyelésének alaptechnikája volt. Több típus készült ebből a műszerből, közös jellemzőjük, hogy az égbolton mozgó, a Nap által megvilágított műholdat lefényképeztük a csillagokkal együtt, majd a leképződött csillag pontokhoz képest meghatároztuk a műhold képének pillanatnyi koordinátáit. A vizuális megfigyeléshez képest ezzel a technikával mintegy két nagyságrenddel nagyobb pontosságot lehetett elérni, ami 5-10 méteres pontosságot jelentett.

De mi is volt a célja ezeknek a megfigyeléseknek?

A Kepler által felismert bolygók mozgását leíró törvény, természetesen érvényes a Föld körül keringő műholdakra is. A gondot az okozza, hogy a műholdak többsége közel kering a

felszínhez ahol a légkör és más zavaró tényezők olyan fékező hatást fejtenek ki, hogy a kepleri előrejelzés egy keringésen belül is több km-es hibát szenved. Néhány nap után a hold egyszerűen eltűnik, az előrejelzett pozícióhoz képest. De zavaró hatást fejt ki a gravitációs tér, a napszél, stb. ezért mindenekelőtt, ezeket a jelenségeket kellett jól megérteni és modellezni, hogy az előrejelzés minősége drasztikusan javulhasson.

Már az első műhold követésével tisztázódott, hogy lehet rádiós megfigyeléssel is helyet meghatározni, ha kellő pontossággal ismerjük a műhold pillanatnyi helyzetét. A pillanatnyi helyzet ismeretét pályaszámításnak nevezzük. A rádiós módszerek alkalmazásához tehát mindenekelőtt a pályaszámítás pontosságának növelését kellett elérni, amelybe beleértendő a Földmodell paramétereinek a minél pontosabb meghatározása is. Ezt a célt szolgálták a világszinten végzett optikai megfigyelések.

Vizuális műholdmegfigyelést itthon a hatvanas évek végén több obszervatóriumban is végeztek, katonáktól átvett binokuláris távcsövekkel, lényegében amatőr szinten. Körvonalazódott egy professzionális megfigyelő állomás létesítése, amelybe az állami földmérés vállalta a főszerepet. Miután megszületett a döntés hogy Pencen épül meg az obszervatórium, Almár Ivánt kérték fel annak (Kozmikus Geodéziai Obszervatórium) megszervezésére, illetve vezetésére.

H Bajai Csillagvizsgáló területén felépítettek egy műholdmegfigyelő kupolát, amelyben felállították az Asztrozovjet-től kapott AFU-75 fotokamerát. (Ezt a kamerát szánták a penci obszervatóriumba.)

A Földmérési Intézetben kollégáim tudták, hogy vonzódok az űrkutatáshoz, ennek köszönhetően ágazaton belüli áthelyezéssel 1972-ben hirtelen Baján találtam magam, mint a szerveződő obszervatórium leendő munkatársa.

Furcsa érzés volt először megpillantani a közel kétméteres teleszkópot. Ilyen méretű geodéziai műszert korábban még nem láttam. A betonpilléren álló kamera mellett volt még három nagy fémdoboz is, a vezérlő egység, a tápegység és az időszolgálat. Ez utóbbi éppen darabokban volt. Valamelyik tranzisztor, vagy ellenállás meghibásodott és éppen azt nyomozta a két szakember, hogy melyik alkatrész a hibás.

Az orosz nyelv mellett, az angol nélkülözhetetlen volt a legújabb eredmények követéséhez, szabadidőmben elkezdtem ezért szakcikket fordítani. Az első cikk (ezért emlékszem rá), ami felkeltette az érdeklődésem, a Nagy Távcső Projekt címet viselte, a Sky and Telescope népszerű magazinból. Ez a cikk a későbbi Hubble űrtávcső terveit mutatta be. Közel két évtized múlva, az űrsikló segítségével pályára állított Hubble, páratlan képeket készített az Univerzum egyes térségeiről, amit ez a cikk a hetvenes évek elején, elég pontosan megjósolt. A Hubble többszöri javításnak lett alávetve, ezek közül talán a legjelentősebbet Jeffrey Hoffman amerikai űrhajós végezte, akivel évekkel később szerencsém volt személyesen is találkozni az Obszervatóriumban.

A kamerával végzett megfigyelés, általában volt nem volt ördögös, viszont a technika elég bonyolult volt ahhoz, hogy meglehetősen gyakran jelentkezzek problémák. A megfigyelés gyakorlata mellett, fel kellett szedni egy sor elektrotechnikai, csillagászati, pályaszámítási ismeretet, némi fototechnikai gyakorlatot, rádiótechnikát az időjel szinkronizáláshoz, tehát csupa olyan ismeretet, amit nem tanultunk az egyetemen. Később természetessé vált, hogy a kutató munkát nem tanítják sehol, és a sikeres kutatáshoz nem is az előképzettség a legfontosabb, hanem az érdeklődés megléte.

A fotografikus megfigyelés mintegy másfél évtizedig tartott, az erről szóló leírások száma csekély és azok is inkább kutatási jelentések, melyek idővel elkallódtak. Ennek a technikának köszönhetjük az első globális (az egész Földet magába foglaló) geodéziai hálózat létrehozását.

Úgy gondolom a most következő leírás, a sok száz nap észleléssel töltött időt felidézve, hitelesen adja vissza a fotografikus megfigyelés technológiáját. Akit erre nem kíváncsi, nyugodtan átugorhatja.

Az adott éjszakára eső műholdas vonulások naplóba vezetését, valamint az időjel szolgálat szinkronizálását nem számítva, a munka a sötétkamrában kezdődött, ahol előkészítettem a kazettákat a fényképezéshez. A filmtartó kazettába behelyeztem a 20 cm széles hengerre felcsavart légi felvételekhez használt filmet úgy, hogy a film vége kilógjon. Pontosan úgy nézett ki, mint egy amatőr fényképezéshez használt filmtekercs, csak jóval nagyobb méretű és súlyú. A kisebbik kazettába, 7 méter film fért bele, ami kb. 25 felvétel készítésére volt elég, a nagyobbikba háromszor ennyi. Sötétedéskor, de legkevesebb 20 perccel az észlelés előtt, az észlelési naplóval, zseblámpával, és a kazettákkal megpakolva felmentem az észlelő házba. Szükség volt ennyi időre az előkészületekhez. Bekapcsoltam mindhárom tápegységet, megszólalt az időszolgálat sípjele, amely másodpercenként egy rövidet sípolt a 60-ikat hosszabban. Leszedtem a kamerát borító vászon takarót. Kinyitottam a kamera mind a bal, mind a jobb oldali filmtartó szekrényének lemezajtóját. A filmtartó kazettát bekattintottam a baloldali perselybe, az üreset pedig a jobboldaliba. Egy forgatható gombbal eltávolítottam egymástól a filmtartó asztal két üveglapját úgy, hogy közé beférjen a film. A filmet óvatosan kihúzva a kazettából, befűztem a két üveglap közé és óvatosan addig toltam át, ameddig az elő nem bukkant a jobb oldalon. A túloldalt előbukkanó film végét meghúztam, hogy elérjen a fogadó kazetta orsójáig. Befűzve a filmet a forgó orsó keskeny részébe, egy-kettőt csavartam a fogadó kazettán, majd becsuktam mindkét lemezajtót. A filmtovábbító kapcsoló segítségével továbbítottam két felvételt, hogy az üveglapok közé már fényt nem kapott film kerüljön. Ezután nekigyürkőzve letoltam az észlelőház síneken gördülő tetejét, elővettem az észlelési naplót amelyből a beállítási adatokat kiolvastva a teleszkóp két tengelyét (azimut és magassági tengely) beforgattam a megadott értékekre.

Meglepő, de a teleszkóp nem két tengellyel, nem is három, hanem négy tengellyel rendelkezett. Az azimut és a magassági szögek beállításával, a kamera beállt a pálya síkjába. Ebben a helyzetben a harmadik tengely a műhold pályasíkra merőleges, ezért ennek az egy tengelynek a forgatásával az egész pályáiv követhető. Ezért nevezték orbitális tengelynek. A negyedik tengely a pályáivnek ad más görbületet, amire azért van szükség, mert nem a Föld középpontjában, hanem külpontosan, a Föld felszínén áll a kamera. Mindennek tetejébe a műszer képes volt 3 percig a csillagok követésére is úgy, hogy az egész teleszkópot megbillentette a Polárisra mutató tengely körül. Erre azért van szükség, hogy a csillagok a felvételen ne húzzanak csíkot, hanem pontszerűek legyenek. Ez lenne tehát az ötödik tengely. Hogy minek ennyi tengely, amikor a teodolitnak az egész tér beméréséhez kettő is elég, akkor láttam át, amikor megismertem a kepleri pályaelemeket, melyek alkalmasak arra, hogy magunk elé képzeljük a műhold pályasíkjának térbeli elhelyezkedését.

A műhold fényképezés lényege, hogy a csillagos háttérrel együtt, a műhold képe is a filmre kerül, így annak koordinátái a csillagtérképen meghatározható a csillagokhoz képest. A műhold adott képéhez tartozik egy időpont is. Az időjelet a folyamatosan üzemelő kvarcóra szolgáltatta ezred másodperc pontosan. Az atomórát naponta szinkronizáltuk egy oszcillószkóp segítségével a német ZDF, vagy más, időjeleket sugárzó rádióadóhoz. Az 1 millisec pontosságot ezzel a módszerrel el lehetett érni. Kellett ez a pontosság, mert egy másodperc alatt 5-8 km-t halad a műhold a pályán. Így is csak több méteres pontosságra lehetett számítani. A kamera képes volt arra, hogy a felvétel pillanatában ráfényképezze az időtárcsát a filmre.

A tengelyek beállítása után villanyoltás majd egyik szemem a kísértávcső okulárjára helyezve kezdtem megszokni a csillagok fényét. Ez a távcső egyenes állású volt, nem fordította meg a képet, mint általában a teodolitok. Eleinte szokatlan volt, hogy nem geodéziai jeleket, hanem csillagokat látok, amelyek lassan ugyan, de mozognak a látómezőben. Eddigi

munkáim során elég sok szögmérést végeztem, de ott geodéziai jeleket, illetve geodéziai pontnak használt templomtornyokat irányoztunk meg.

A templomtornyok irányzásakor, mivel a látómezőbe egyszerre csak egy torony fért bele, meg kellett győződni, hogy valóban a kiválasztott templomtorny van-e a szálkeresztben. Szerencsére két azonos kiképzésű sisak szinte nincs, valamennyi sajátos formát kapott a megrendelők ízlése szerint. Az, hogy a teodolit látómezőjében fordított volt a kép, érdekes módon nem okozott semmilyen problémát. Az emberi agy, egy idő után természetesnek tartja, és valahogy kompenzálja. Megfigyeltem, hogy visszamenőleg nem tudom megmondani, hogy az adott műszer egyenes állású, vagy fordított képet adott. Olyan ez, mint autóvezetésnél a baloldali, ill. jobboldali közlekedés. Baj is lenne, ha nem egyenes állású lenne a fotokamera távcsöve, mert a jobbról jövő hold a látómezőben balról úszna be, ami már tényleg zavaró.

Na, ezzel a műszerrel egy veszélyforrás kiesett, jutott eszembe egyik tanáromnak a megjegyzése, miszerint a francia forradalom alatt sok teodolittal dolgozó földmérőt is guillotine alá vittek, mert a forradalmárok úgy találták, sokat ólálkodnak a templomok körül, tehát közülük van a papokhoz, meg a valláshoz. Valójában csak a templomok tornyait használták fel munkájukhoz. A csillagok szemlélése talán csak a kínai kulturális forradalomban számított bűnnek, egyébként szerte a világon tisztelet övezi ezt a tevékenységet.

A földmérő szakma azért ma sem teljesen veszélytelen. A geodétáknak néha a gazdákkal gyűlik meg a bajuk, mert attól félnek elmérik a földjüket, gyakran meg a kutyákkal, akik hivatalból acsarkodnak az idegenre, pláne ha piros fehérre festett hegyes jelrúd is van nála. Ennek ellenére szeretik munkájukat, nem szívesen vállalnak tisztán irodai munkát. Kevés olyan mérnöki feladat van, amelyet friss levegőn változatos környezetben lehet végezni. Büszkéek arra, hogy a földmérés az első mérnöki tevékenység, amely már a piramisok építésénél is meghatározó szerepet kapott. Ez nyomon követhető a hazai műszaki életben is, hiszen a BME Építőmérnöki Kara, melynek szerves része a földmérés, egy évszázaddal előzi meg a többi kar beindítását.

Időközben a szemem megszokta a sötét hátteret. Lélegzetelállító ennyi csillagot látni a sötét háttérben. A megadott időponthoz közeli időben a látómező szélén beúszott egy fényes pont, mintha zsinóron húznák, egyenletesen haladva a látómező közepe felé. Mielőtt elérte a szálkereszt függőleges szálát, jobb kézzel felnyomtam a követés kapcsolót, mire a távcső meglódult, ezzel együtt valamennyi csillag is, csak a műhold tűnt állónak, mert együtt mozgott a szálkeresztrel. Bal kézzel a magassági csavar finom mozgásával a szálkereszt vízszintes szálára állítottam a holdat, jobb kézzel pedig a pályamenti sebesség finom beállító csavarját mozgatva, igyekeztem a holdat a függőleges szálon tartani. Miután a követés stabilizálódott, a felvétel kapcsolóval indítottam az első felvételt. Felvétel alatt, különösen kellett ügyelni a hold mozdulatlanságára. A hold sebességének függvényében 10-20 másodpercig tartott az exponálás, miután automatikus filmtovábbítás következett és már indulhatott is a következő felvétel. Egy vonulás alatt a hold földfelszín feletti magasságától függően 3-10 felvétel készült.

A műholdkövetés nagyszerű élmény volt. Némely hold pulzált, mert a fényvisszaverő felület az egyik oldalon nagyobb volt, és ahogy forgott a saját tengelye körül, úgy villant, mint egy világítótorny. Egy műholdba emberévszázadok tudása lett belezsúfolva, és bár mindebből csak egy fénylő pont látszik, nem lehetett minden áhítat nélkül végezni a követést. Van hold, amelyik egy-két év múlva visszaesik a Földre, pontosabban elég a légkörben és van, amelyik akár egy millió évig is pályán marad. Ilyenek, pl. a több ezer km magas pályán keringő kisméretű, tömör, lézertükrös, geodéziai műholdak.

A műhold kamerával való követése akkor ért véget, amikor távcső az orbitális tengelyen elérte a végső pontot és leállt. A látómezőben ekkor a csillagok megálltak, a műhold pedig

látszólag megindult és kiúszott a képből. Gyakran előfordult, hogy észlelés közben a műhold egyszer csak eltűnt. Az eltűnés néhány másodperc alatt történt, mialatt fokozatosan elhalványult. Ez volt az a jelenség, amikor a műhold belépett a Föld árnyékába. A jobb előrejelző programok az árnyékba lépés helyzetét is megadták.

Az AFU-75 kamera típusból mintegy 100 darab készült. Került belőle Afrikába és az Antarktiszra is. A berendezést teljes önállóságra tervezték. Bárhová el lehetett vinni, csak áram kellett hozzá.

Az észlelések befejeztével, általában naponta, az exponált filmmel telt kazettát kivettük a kamerából előhívásra. A felvételeket egy speciális terepi berendezéssel hívtuk elő. Egy állványzaton egymástól úgy 30 cm-re két tekerő karral ellátott tárcsát rögzítettek. Ezek egyikére felcsévéljük a filmet, majd két hevederen átfűzve a másik tárcsába rögzítettük a film végét. Ezután az egészet belehelyeztük egy előhívó folyadékkal töltött krómozott tálba és hol egyik, hol a másik tárcsára át kellett csévélni a filmet, jobbról balra és vissza, mintegy 15 percig. Az előhívás után a fixíres tál következett, majd a dolog izgalmas része, sikerültek-e a felvételek, sikerült-e az előhívás.

A csipeszekkel kiakasztott film száradása után, általában másnap kezdődött a kiértékelés. Azok a felvételek voltak megfelelőek, amelyen a műhold képe pontszerűen képződött le. Egy pontot nem lehetett volna megtalálni a felvételen, ezért úgy oldották meg, hogy a filmet tartó asztal a felvétel ideje alatt többször megindult kompenzálva a műhold mozgását, ilyenkor a csillagok nem látszódtak, majd megállt, ilyenkor pedig a műhold nem hagyott nyomot. Az eredmény minden objektumról egy 6-8 pontból álló sor. A műholdé más sűrűséggel, mint a csillagoké. Hogy a műhold pontok mennyire voltak pontszerűek, az a megfigyelő ügyességén múlt. Ha a potenciométerrel elérte, hogy a hold a szálkereszthez képest mozdulatlan maradt, akkor a csillagokéhoz hasonló, pontokat kapott a műholdra is. Ha a műhold képe megnyúlt, akkor a pillanatnyi koordináta meghatározása gyengébbre sikerült. A sikeres felvételeket másnap beazonosítottuk a csillagtérképen. Nagy segítséget jelentett ebben a munkában az, ha az észlelő a naplóba bejegyezte, hogy az adott felvétel alatt a hold melyik csillagképben, mely fényesebb csillag közelében haladt. Ki ne ismerne néhány csillagképet az égen, pl. a Nagy Medve, vagy az Orion, de ehhez a munkához minden zugát ismerni kellett az égboltnak.

Az első időben esténként egy csillagtérkép segítségével ismerkedtem az égbolttal. Sokkal könnyebben ment a tanulás, ha a csillagképekkel kapcsolatos mitológiát is hozzáolvastam. Így például Perseus, Andromeda, és a Sárkány története az égbolt három csillagképét is segítette memorizálni.

Volt a bajai csillagdában egy Marin nevű megszállott fiatal fiú, aki minden lehetséges időt a csillagok társaságában töltötte. Ha derült volt, pásztázta az égboltot. Sokat segített, számos érdekességre ő hívta fel a figyelmem. Ő mutatta meg az Andromédát (a szomszédos galaxis), az Orion ködöt, a Fiastyúkot, gyönyörű halmazokat, stb. A csillagvizsgáló nagy távcsöve elbírta a 300 szoros nagyítást is. Amikor először belenéztem, lenyűgözött a csillagok sűrűsége. Olvastam valahol, hogy amikor 1949-ben a Palomar-hegyi 5 méteres óriás teleszkópba Rokefeller, mint az építkezés szponzora belenézett, elégedetten jegyezte meg, hogy ezért a látványért érdemes volt ennyit áldozni.

Nem lehetett úgy kimenni éjjel észlelni, hogy Marinnal ne találkozzam. Vagy a munkának számító vizuális megfigyelést végzett (ezért kapott valami kis pénzt), vagy csak egyszerűen bámulta az eget. Többek között változó csillagokat figyelt meg és jegyezte fel a megfigyelés eredményét. Otthon a szülei nem örültek annak, hogy éjjel nem alszik, ezért kulcsra zárták a szobája ajtaját kívülről, hogy éjszaka ne tudjon kimenni az udvarra. De mivel a fiú ezután sem lett kipihentebb, meglesték éjjel. Marin odakint változatlanul bámulta az eget, kiment az ablakon.

A megfigyelést előrejelzés előzte meg. Az éjszakai programot a megelőző napon állítottuk össze. Postán érkezett Angliából olyan előrejelzés, amely 10 szélességi fokonként megadta a műholdak koordinátáit. Ebből kellett interpolálni a csillagda koordinátáira. A számítástechnika ekkor lépett a mechanikus gépek utáni elektronikus korszakba. Nagyteljesítményű kártyás központi gépek már üzemeltek, de a személyi számítógépek még nem születtek meg.

Ekkor kapott a csillagda egy Hunor nevű magyar fejlesztésű írógép nagyságú számítógépet, ami tudta a négy alpműveletet és volt egy memória rekesze. A tekerős szorzógépekhez képest előrelépés volt, de a szögfüggvényeket még nem ismerte.

Az egyetemen még tekerős gépeket használtunk. A mechanikus szorzógépek zaja messzire elhallatszott, különösen, ha egy helyiségben egy tucat gépet használtak egyszerre. A mechanika csodájának számítottak, fogaskerekekkel oldották meg a sok számjegyes szorzást, osztást, sőt a gyökvonást is. Többféle számítógép volt forgalomban, a hallgatók a Brunsvigát kedvelték leginkább, mert kiválóan lehetett tekerni, jól kézre esett. A tekerés külön műfajnak számított, gyakran versenyeztünk, hogy 10 másodperc alatt ki teker többet. Ez persze nem tartozott a tananyaghoz, és a gépeknek se igen használt, de nem lehetett nem élni a kínálkozó lehetőséggel. A legjobbak elérték a másodpercenkénti 10 fordulatot, amellyel nem kis tekintélyt szereztek.

A Hunor működött egy-két hónapig, azután a kijelző csövei felmondták a szolgálatot. Kicsit súlyos, kicsit nagyméretű, kicsit rövid életű volt, de a miénk! (Hazai termék volt.)

Mivel ez a típusú előrejelzés több hetes volt, időnként olyan nagy volt a hiba, hogy a holdat nem sikerült meglátni. Később, ugyancsak postán, Moszkvából, de az USA-ból is, kaptunk az állomás koordinátáira kiszámolt adatokat, amelyeket csak be kellett állítani a fotokamera tengelyein. A pontosságuk a postai küldés időigénye miatt, ezeknek se volt sokkal jobb. Naponta érkezett az Asztroszovjetből táviraton kódolt előrejelzés is, egy-egy kampány idején. Ezek az adatok már megbízhatóbbak voltak, de még itt is előfordult több perces eltérés a műholdak érkezésének időpontjában.

Mivel a holdak előrejelzése hadilábon állt, jóleső érzés volt, amikor a látómezőbe megjelent a hold. A gyakori előrejelzési hibák miatt saját előrejelző számítógépes program kidolgozásával kezdtem el foglalkozni, sőt a pályaelemek javítását is célul tűztem ki.

Egy évi kitartó munkával, az égi mechanika algoritmusaira alapozva, elkészült az előrejelző program, amely az MTA lyukkártyás CDC számítógépén futott a budai várban. Természetesen a programozást is el kellett sajátítani autodidakta módon. Csak jóval később derült ki, milyen előnyös pl. a hibakeresésben, ha egy program szerkezete jól megtervezett, modul rendszerű. A javításokat postai úton levelezéssel bonyolítottuk le, egy operátor segítségével. (El lehet képzelni a hatékonyságot: egy javítás két hét.) Később, ennek a szoftvernek a személyi számítógépekre átirrt fejlettebb változataival végeztük az optikai és a doppleres megfigyeléseket is az Observatóriumban.

A fotografikus felvételeket egyenként, külön tasakban tároltuk, a tasakon feltüntetve, hogy melyik holdról mikor készült a felvétel. A felvételek listáját megküldtük a mérési kampányt szervező központnak, ahonnan megkérték azokat a felvételeket, amelyekre szükségük volt. Kezdetben ott dolgozták fel a felvételeket. Később mi is elvégeztük a feldolgozást, előbb az MTA Csillagvizsgáló Intézetében, majd a pencsi obszervatóriumban. A feldolgozás a kiméréssel kezdődött. A műholdpontok környezetében kiválasztottunk 8-10 csillagot, majd a filmet (üveglemezt) behelyezve a kimérő berendezésbe, megmértük a csillagok és a műhold pontok koordinátáit. Ezután a kapott mérési adatok alapján egy szoftver segítségével meghatároztuk a műholdpontok koordinátáit a csillagok rendszerében. Ez valójában egy térbeli irányt jelentett a megfigyelő helyről a csillagok felé. Ha ugyanebben az időpontban rendelkezésre állt még további két állomásról is megfigyelés, akkor ki lehetett metszeni az

állomás helyét. Ezt nevezték geometriai megoldásnak. A dinamikai megoldás abban különbözött ettől, hogy nem igényelte a felvételek teljes egyidejűségét. A felvételek közötti időkülönbséget pályaszámítással hidalták át. Ahogy finomodtak a perturbációs modellek, úgy kapott egyre nagyobb szerepet a dinamikai megoldás. Mindebből következik, hogy a világ műholdmegfigyelő állomásainak koordinátái (az első geodéziai világhálózat), valamint a műholdak pálya modelljei egymást segítve egyre pontosabbak lettek.

Még a bajai csillagvizsgálóban dolgoztam, amikor egy jelentős nemzetközi feladatot kellett lebonyolítani a nagyjából összeállt Obszervatórium stábjának. Magyarország vállalta a soron következő Interkozmosz konferencia megrendezését. Ezt a konferenciát minden évben más szocialista országban rendezték. Az Interkozmosz a szocialista országok nemzetközi űrkutatási szervezete volt.

A keleti országok szakemberei mellett szép számmal jöttek nyugatról is. Itt volt például E. M. Gaposchkin is, a neves amerikai szakember, akinek a nevéhez fűződik a Standard Earth III. (földmodell) kiadvány szerkesztése is. Ez a kiadvány tartalmazta akkor a legjobb paramétereket, amelyekre támaszkodva már 10 méter pontos műhold pályát lehetett számítani, ill. ami még ennél is fontosabb volt, meghatároztak több tucat állomáskoordinátát (az egyes obszervatóriumokban működő fotokamera optikai középpontjait) néhány méteres pontossággal, ami az első világhálózatot alkotta. Első ízben sikerült geodéziai kapcsolatot teremteni a kontinensek között.

Itt volt Mueller Iván is, aki Amerikában élt és az egyik legnagyobb tekintély volt a nemzetközi geodéziában. A Budapesti Műszaki Egyetem geodéziai tanszékéről távozott. Mueller kiegyensúlyozott előadásmódja, előadásának tartalma mély benyomást tett a hallgatóságra.

A nyugati szakemberek abban az időben azért követték figyelemmel a keleti blokk űrkutatási rendezvényeit, mert valóban tanulni akartak. A 60-as években a szovjet űrkutatásnak a tekintélye olyan nagy volt, hogy az amerikai tudományos cikkek elején szinte kötelezően közölték a cikk összefoglalóját oroszul. (Nem lehetett könnyű cirill betűs írógépeket beszerezni Amerikában.) A 70-es évek második felére ez az érdeklődés alábbhagyott, talán felismerték, hogy ezeken a konferenciákon nem találkozhatnak az élvonallal.

Az űrkutatás mint sokmindenkit, gyerekkoromban engem is nagyon vonzott. Jól emlékszem az első szputnyik fellövésére, ill. a rádióban hallható bip-bip jelekre, amely az űrkutatás mérföldkövének számít, azóta is. Később, amikor bemondták, hogy mikor lehet látni az égbolton szabad szemmel egy-egy műholdat, a világért sem szalasztottam volna el a látványt, pedig csak egy mozgó pontot lehetett látni. Egyik alkalommal, egy TIT (Tudományos Ismeretterjesztő Társulat) rendezvényen az előadó a holdutazásról beszélt. Azt mondta, hogy 20 éven belül ember lesz a Holdon. A hallgatóság kétkedve fogadta, akkor még igen távolinak tűnt mindez. Az előadó - később kiderült - még el is túlozta, mert jó 10 év múlva az amerikaiak eljutottak a Holdra. Az más kérdés, hogy ha nem lett volna ádáz katonai szembenállás, ill. verseny a SzU és az USA között, a 20 év is kevés lett volna. Jellemző, hogy az utolsó Holdra szállást követő évtizedekben nem ismételték meg ezt a teljesítményt.

Az egyetemen csak felszínesen érintettük a mesterséges holdak mozgását. Első évesen, a mechanika tantárgy keretében a jegyzet egy fejezete foglalkozott vele. A jegyzet írója az egészet elintézte néhány oldalon. Felírta a körmozgás klasszikus egyenletét, majd differenciálta és már elő is álltak a szükséges egyenletek, amiből ki lehetett számítani az első, második és harmadik kozmikus sebességet. Némi problémát jelentett, hogy akkor még a matematikában nem jutottunk el a differenciálszámításig, így éppen csak a lényegét nem

értettük. Ha az oktatásban törekedtek volna az összhangra, a kétségtelenül elegáns differenciál egyenletek helyett, célravezetőbb lett volna mezei módon megértetni, hogy miről is van szó. Newton óta senkinek nem okoz nehézséget kiszámítani, hogy mennyit esik a Föld felé egy tárgy, adott idő alatt. Azt is tudja mindenki, hogy a Föld gömbölyű, ezért ha nem lenne gravitáció, minden vízszintesen eldobott tárgy egyre jobban távolodna a Föld felszínétől. Ha olyan gyorsan repül a vízszintesen kilőtt tárgy, hogy éppen annyit távolodik a földfelszíntől, amennyit a tömegvonzás miatt esik, akkor körpályát kapunk. Ezt nevezzük első kozmikus sebességnek. A második elegendő a Föld, a harmadik, pedig a Naprendszer elhagyására. Itt van azután a súlytalanság kérdése. A médiából ez úgy jön át, hogy az űrhajót fellövik a rakétával, eléri a világűrt, ahol az a súlytalanság állapotába kerül. A képen pedig mutatják, amint az űrhajós lebeg esetleg fejjel lefelé. Ezt sokan úgy értelmezik, hogy a súlytalanság egy adott határ fölött természetes. Valójában súlytalanság akkor létezik, ha a gravitációs hatást kompenzáljuk, azaz szabadesésben vagyunk. A zuhanó ejtőernyős is súlytalan, nem csak az űrhajós. Amint a hordozórakétát kikapcsolják, megszűnik a tolóerő és a szabadesés állapotába kerül az űrhajó. Ha kevés a sebessége bizony leesik. Ha megfelelő a sebessége, nem kell további erő, hogy pályán maradjon, nem kell rakétát használni. Ha nem lenne fékező erő, a keringés a végtelenségig tartana. Nekünk földlakóknak természetes, hogy a gravitáció miatt van súlyunk, pedig a világegyetemben a súlytalanság az általános. Ezt mindenkinek tudnia kellene az iskolából, hiszen Newton törvényei tananyag, de a sajtó képviselői nyilván hiányoztak ezekről az órákról.

Az említett egyetemi jegyzet hatására, a hallgatók, akik nem érezték elhivatottságot az űr kutatás iránt, még az addig meglévő kis érdeklődésüket is elveszítették, hiszen semmit nem értettek az egészből. Az érdeklődés, a kíváncsiság, valami új iránt pedig tanulás közben jöhet meg leginkább, de ennek feltétele a megértés élménye. Valamit megérteni, ami korábban nem volt érthető, az egyik legnagyobb élmény, egyben a további érdeklődés, ismeretszerzés záloga. Ha valakinek érdeklődése van egy téma iránt, és lehetősége adódik kíváncsiságát kielégíteni, akkor nem fáradtság, hanem felüdülés a tanulás.

Ha az embert érdekli egy szakterület, és - ha csak hobby szinten is - mindent felszed, ami a témával kapcsolatos, előbb utóbb jó ismerője lehet az adott területnek. Szakértője lesz.

Még a középiskolában volt egy osztálytársam, finoman fogalmazva gyengécske volt a reáltárgyakból. Matek, vagy fizika órán feleléskor szinte ponttá zsugorodott, vagy legalábbis szeretett volna, annyira sebezhetőnek érezte magát. A reálórakon nem értett semmit, feltehetőleg egy idő után begörcsölt és már azt se tudta, amit korábban igen. Szemmel láthatóan a feltett kérdéseket sem fogta fel, és csak egy valami lebeghetett a szeme előtt, legyen már vége ennek a rémséges felelésnek.

Érdekelte viszont a történelem. El is olvasott mindent, ami a keze ügyébe került. Töri órán egy egészen más embert lehetett látni. Szinte kivirult. A tanár vele példálózott, néha felkérte egy-egy előadásra is.

A diákok általában beskatulyázzák egymást leginkább jó, vagy rossz tanulónak. Ennek a fiúnak két skatulyája volt. Gyanítható, hogy valahol az első matek tanára rontott el valamit, mert ha valakinek van valamihez tehetsége, akkor más területen se lehet ennyire sikertelen.

Tanulás közben nekem is gyakran eszembe jutott, hogy a tantárgyak oktatása meglehetősen rideg, száraz. Kialakult az un. műszaki zsargon. Kétségtelenül ez a legtömörebb formája, a tudás átadásának, de olyan jó lenne néha egy-egy elszólással, példalózással, esetleg humorral találkozni a száraz sorok között, de ez szentségtöréssel érne fel. A műszaki könyvek többsége, gépembereknek való. Igaz, nem lenne könnyű, mondjuk a számtalan vasúti sín csatlakozást úgy leírni, hogy az olvasók a körmüket rágják olvasás közben, de például az atomfizikát, vagy az űr kutatást, de még a geodéziát is lehet olvasmányosan, sőt izgalmasan is bemutatni. Jó példa erre az MTA által támogatott, népszerű TV műsor, a Mindentudás Egyeteme, ahol az

előadók többsége le tudta kötni a hallgatóság figyelmét, pedig néha eléggé elvont témák kerültek terítékre. Mennyivel magasabb lehetne az oktatás színvonala, ha el tudnánk érni, hogy a hallgatók maguktól olvassák a tantárggyal kapcsolatos írásokat, mert kíváncsiak a fejleményekre. Ilyenkor a kérdések is záporoznak, és aki kérdezni tud, az félig már tudja az anyagot. A valóság ezzel szemben az, hogy a hallgatók, a vizsga tananyagát néhány nap alatt, az agyuknak egy speciális rövid távú memóriájába betöltik kisebb nagyobb sikerrel - de bizonyosan kelletlenül- majd a vizsga után azonnal kisöprik onnan. Egy-két tudóspalánta fejében, akinek kíváncsisága, érdeklődése kimagasló, talán marad valami.

Évekkel később egy mérnök barátom rettentően érdeklődött az univerzális kérdések iránt, ezért rendszeresen összevásárolt mindenféle tudományos, vagy annak álcázott könyvet, amelyek foglalkoztak a világ megismerésével, az élet keletkezésével, a földön kívüli élet lehetőségével, stb. Elhozott néhányat, hogy mit szólok hozzá. Volt köztük gyenge, sőt ártalmas áltudomány, de sok igazi érték is. Egy alkalommal John Gribbin: Schrödinger macskája című könyvvel állított be. Nem ismertem a könyvet és a kvantumfizikáról is keveset tudtam. Ez a könyv a kvantumfizika rejtelseibe vezette be az olvasót, de olyan lenyűgözően, és izgalmasan (amiben a kiváló fordításnak is nagy szerepe van), hogy szinte nem lehet a könyvet letenni. Ettől kezdve sok ezzel kapcsolatos írást felkutattam és elolvastam, természetesen a könyv folytatását is azonnal megszereztem.

Lehet, hogy John Gribbin megközelítése nem elég szakszerű, lehet, hogy eltúlozza egy-egy következmény jelentőségét, hogy a mondanivaló érdekesebb, blikkfangosabb legyen, de a legfontosabb célt – az érdeklődés felkeltését – elérte. Természetesen az így szerzett tudás felszínes, hiányzik a matematikai háttér, de akit magával ragad és van hozzá kellő alapja, a felcsigázott érdeklődés hatására magától veszi elő azokat a szakkönyveket, amelyek önmagukban a szakirodalom legszárazabb példányai, amelyek kiválóan alkalmasak arra, hogy elrettentse a halandót a tanulástól.

Kell egy (de inkább két) obszervatórium!

A Szocialista Országok Geodéziai Szolgálatát (SzOGSz) a tagországok polgári és katonai geodézia ágazati szerveinek a vezetői alkották. A hatvanas évek végén javaslatot hoztak, hogy minden ország építsen egy geodéziai műholdmegfigyelő állomást. Ennek a javaslatnak a súlyát az adta, hogy minden tagország, köztük a Szovjetuniót képviselő személy aláírása is rajta volt. A javaslatot, az egyes tagországok geodéziai vezetése, az érvényesítési képességüktől függően, eltérő sikerrel valósították meg. A SzOGSz tagjai abban már nem voltak egységesek, hogy ezek az állomások nyíltak legyenek, vagy titkosak. A mért adatokra és az állomás koordinátákra kellett a titkosítás szabályait alkalmazni, ami a tudományos publikálást szinte lehetetlenné tette, hiszen hogyan lehet beszámolni egy mérés sikeréről, ha nem lehet mellé tenni az eredményeket. Ezzel szemben a nyílt állomás részt vehetett nyugati országok által szervezett mérési programokban is, koordinátái nyilvánosak voltak. Magyarországon a polgáriak nyílt állomást akartak, mert csak így volt lehetőség bekapcsolódni a fejlett világ tudományos életébe, de a katonák ellenálltak. Végül salamoni megoldás született. Két állomás létrehozása mellett döntöttek, egy nyílt polgárit és egy titkos katonait. A megszerzett forrás is tekintélyes volt 50 MFt. (Napjainkra mintegy 100-al lehet szorozni.)

Az iker obszervatóriumban dolgozó katonai kutatókkal a későbbiekben aránylag szoros kapcsolatba kerültünk. Rendszeresen meghívtuk egymást egy-egy előadás tartására.

Logikus volt, hogy a tartalékos tiszti állományt az Obszervatórium munkatársaiból állították ki. Így kerültem én is a műhold megfigyelő alakulat tartalékos állományába. Az előírt katonai

továbbképzések, baráti légkörben zajlottak, általában előre szóltak, akkor is, amikor „váratlan” hadgyakorlatra került sor, éjszakai riasztással.

Az Obszervatórium nyílt besorolásának persze ára lett. A létesítmény körüli geodéziai pontokat titkosították, hogy az állomásnak ne legyen kapcsolata az országos hálózattal. De hogy a kecske is jóllakjon és a káposzta is megmaradjon, a legmagasabb szomszédos dombon építettek egy mérőtornyot, amire támaszkodva meg lehetett teremteni a kapcsolatot, de a titkosítás keretei között. Az Obszervatórium, tehát egy különálló sziget lett az országos geodéziai hálózatban.

Az Obszervatórium leendő kutató állománya az avatás előtti évben nagyjából összeállt. A hetvenes évek közepén én is felkerültem Pestre a Földmérési Intézetbe. Nagyon vártam már, hogy végre kijussak az Obszervatórium építkezésére, hiszen végül is ez lesz a munkahelyem. Végre eljött a nap. Egy mikrobusszal mentünk a fővárostól 50 km-re lévő helyszínre. A mikrobuszban utazott még a fiatal műszaki ellenőrnő, akinek első munkája, a faluból az Obszervatóriumhoz vezető, több mint 3 km hosszú bekötőút megtervezése volt. Az út már elkészült. Úgy 400 méter távolságból feltűnt a főépület és balra tőle a két észlelőház. Körbe 1-2 km-es távolságban hegyvonulat látható. A hathektáros területet egy szántóföld közepéből hasították ki, és kerítették le egyszerű léckerítéssel. A tervezők óvakodtak a fémkerítéstől, mert az zavarhatja a rádiós megfigyeléseket.

A kétszintes épület 60 méter hosszú, kifliként meggömbült, két végén egy-egy hatszög alakú, dobozszerű helyiséggel, ami jól kiegyensúlyozta a középső szélesebb épülettömböt. Egyelőre csak a beton és téglafalak látszottak, na meg a kiugró ablakok, amelyek két vonalban sorjáztak, követve az épület ívét.

A munkások a földemen dolgoztak. Előregyártott elemekkel fedték le az épületet, néhány helyen monolit megoldást alkalmaztak.

Megnéztük a két észlelőházat is, amelyeknek rövidesen el kell készülnie, mert az AFU-75 fotokamera megérkezése már várható. (A Baján lévő kamera olyan jól teljesített, hogy meghagyták, és egy újat kapott az Obszervatórium.) A műszaki ellenőr végezte dolgát, pörölt a kivitelezőkkel, itt erősítsék meg az áthidalót, ott ne falazzák be a helyiséget ameddig az aggregátort be nem viszik, amott gondoljanak a klíma szerelvényre, stb. A pénzhiány már akkor is ismerős fogalom volt, úgy próbáltak ezen segíteni, hogy a szimmetrikus épület egyik végét egy tollvonással levágták. Szerencsére a műszakiak kimutatták, hogy a gépészeti elemek újratervezése többbe kerülne, mint amit megspórolnának. Így sikerült elkerülni egy épülettorzó születését.

Az épület már használható volt, amikor a környék legmagasabb pontján, ki kellett jelölni az Obszervatórium hálózatba való bekötését szolgáló vasbeton mérőtorny helyét. A leendő helyen felállítottak egy 20 méter magas létraállványt, amelyet drótkötelekkel merevítettek ki. Ez egy geodéziai felszerelés, amelyet viszonylag gyorsan fel lehetett állítani. A hivatalos neve szemlélőállvány. A négyzet keresztmetszetű, alumínium csövekből álló állvány tetején volt egy deszkapad, amelyre le lehetett ülni, így a szemlélő biztonságban dolgozhatott. Az Obszervatórium szomszédságában volt egy katonai lőtér. A lőtér felé nézve, több épület körvonalát lehetett kivenni. A szemlélőlétrán úgy érezte magát az ember, mintha madár lenne, szinte lebegett a táj fölött.

A 4 méter átmérőjű henger alakú betontornyot röviddel ezután felépítették. A felső részében kialakítottak egy zárt helyiséget üvegablakokkal. Arra szánták, hogy itt lehet majd technikai berendezéseket elhelyezni, amit nem kell minden esetben le- és felvinni. Magát a pontot egy szokásos rézcsappal ellátott kő képviselte, amely a torony belsejében volt a föld színéig leásva. Hogy használni is tudják a pontot a földmérők, a torony tetején építettek egy pillért, amire a mérőműszert lehet felállítani. A pillér közepén, hosszában csőszerűen lyukas. A tornyot úgy alakították ki, hogy a földbeásott pontot ezen a közepén végighúzódnó nyíláson át,

fel lehessen vetíteni a pillérre. Aki tehát belenézett a pillér közepén lévő furatba, az láthatta a 20 méterrel alatta levő alappontot. Így a szög-, vagy távmérő műszerrel általában sikerült a pont függőlegesébe állni, és már csak a magasságot kellett megmérni. A pillér fölé elhelyeztek egy fémdobot is, amit a földmérők irányoztak meg, mint ismert pontot. (Ez volt a tornyok tényleges haszna.) A torony későbbi szerepe vitatható, szerepet a lézermérések kalibrálásánál kapott.

1975-ben megérkezett AFU-75 kamera 6 db fémpántokkal megerősített faladában. Két hét múlva jött két orosz szakember összeállítani. Időközben az észlelőházak elkészültek, a letolható alumínium tetőszerkezet is a helyére került. Az orosz szakemberek két nap alatt végeztek a munkával. Összeszokott párost alkottak, voltak már Afrikában és a Déli sarkon is. A 220 Voltos áram jelenlétét pusztá kézzel nézték meg, mondván, hogy a feszültség 380 voltnál kezdődik.

Ettől kezdve beindult a rendszeres műholdmegfigyelés. Mérési programok idején, hétvégén, ha az intézeti gépkocsi nem állt rendelkezésre, taxival oldottuk meg a kijárást. Éjjel, a bekötőúton, szinte minden alkalommal a kocsifényszórójába került egy-egy nyúl, őz, ritkán róka is. Amikor intézeti gépkocsi sofőrje közrefogta a fénycsóvába belekerül nyulat. A nyúl lélekszakadva futott a kocsifélt, de a gépkocsi gyorsabb volt és elgázolta. Felháborodásomat figyelemre se méltatva, megállt, bedobta a döglött nyulat a csomagtartóba és jókedvűen hajtott tovább, mondván meg van a vacsora. Az intézeti gépkocsivezetők akkoriban nagy urak voltak, hiszen az igazgatóval töltöttek sok időt, és úgy hírllett, más szívességeket is tettek.

Lassan a főépület is elkészült, a bútorozás nem könnyű feladatán is túl voltunk. Az Obszervatóriumban beindult az élet. A kijárást az Intézetből induló mikrobusz bonyolította le.

A környéken, különösen a faluban mélyen beivódott az a feltételezés, hogy a dombon rakétasilót építenek. Egyenes következménye volt ez annak, hogy akkoriban, különösen a katonai objektumok létesítését nem kötötték a lakosság orrára, ellenkezőleg minden információt visszatartottak, ami teret adott a legvadabb feltételezéseknek is. Egy obszervatórium építése nem fért ebbe a képbe, egyrészt túlságosan emberi volt, másrészt úgy gondolták ennyi pénzt nem áldoznak egy szimpla obszervatóriumra. A közeli katonai terület, valamint az ugyancsak közeli atomhulladék lerakó telep, csak felerősítette a közhiedelmet.

A katonai lőtér egészen közel volt. Az Obszervatórium mérőtornya, amely a geodéziai kapcsolatot jelentette a nyílt állomás és a hazai geodéziai hálózat között, ráesett a lőtér által megjelölt terület egyik sarkára. Ez nem jelentette azt, hogy oda lőttek volna, de veszélyzónába esett. A torony legfelső szintje alatt kialakított zárt helyiség üvegtéglaí idővel megsérültek, láthatóan lövedék érte őket. A katonaság részéről nem volt tehát alaptalan a rendszeres írásbeli figyelmeztetés a soron következő lögyakorlat időpontjáról.

Mi várható az űr kutatástól?

Az űr kutatás eredményei közelebb hozták egymáshoz a hidegháború szereplőit. Műholdak segítségével pontosabban megismerték egymás katonai létesítményeit, egyre kevesebb titkolni való maradt titokban. A szembenállásnak egy felhőtlenebb korszakát jelentette az Appolló-Szojuz program. Űr kutatási szempontból jelentéktelen volt, hiszen űrhajók összekapcsolódását már rutinszerűen végezték mindkét oldalon. El kellett készíteni a dokkoló modult, amelynek egyik vége az amerikai Apollóhoz tudott csatlakozni, a másik fele pedig az szovjet Szojuzhoz. Önmagában az a tény, hogy közös feladaton dolgoztak a két ellentétes oldal szakemberei,

hogy találkoztak egymással és kicserélhették gondolataikat, jelentősen hozzájárult a feszült politikai légkör enyhítéséhez.

A csúcspont a sikeres csatlakozás után a nyomáskiegyenlítő zsilipkamrán át az űrhajósok találkozása volt. Mindkét űrhajón volt kamera, így a világ két oldalról is követhette az összakapcsolódást.

Sokak számára ekkor derült ki az is, hogy amíg az oroszok a földi levegő összetételéhez hasonló légkört biztosítottak az űrhajóikban, addig az amerikaiak tiszta oxigénnel dolgoztak. Ez utóbbinak korábban, egy tragikus tüzeset kapcsán volt sajnálatos szerepe. 1967 január 27-én a NASA próba visszaszámlálást végzett az Apollo 1-gyel. A teszt során tűz ütött ki a kabinban, amelyben három asztronauta veszítette életét. A tiszta oxigén miatt a tüzotásnak esélye sem volt.

Annyi hasznunk azért származott a közös űrrepülésből, hogy a két összekapcsolt űrhajó táblára kassírozott képét megkaptuk a TV-től és sokáig az Observatórium főhelyén díszelgett.

Az űrkitatásról alkotott közkép a hetvenes-nyolcvanas években kettős volt. Egyrészt körülöngte valamilyen misztikus köd és csodálat, másrészt nem értették, mi köze Magyarországnak mindehhez. Érdeklődéssel hallgatták az ismeretterjesztő előadásokat, ugyanakkor mosolyogtak a magyar űrkitatás említésén. Űrkitatás alatt természetesen az űrhajózást értették, hiszen kizárólag erről tudósított a sajtó, ill. a média, ami magyar szemmel valóban távolinak tűnt.

Az observatóriumba elég gyakran jelentkeztek be főleg iskolás csoportok látogatásra. Természetesen a legérdekesebb számukra az volt, ha belenézve a fotokamera követő távcsövébe láthatták, pl. a 10 km-re lévő hegy csúcsán (Naszály) felépített geodéziai torony tetejét, kikandikálva a fák közül. Látogatókat csak nappal fogadtunk.

Szinte minden látogatás során - amellet, hogy érdekesnek tartották a látottakat - felmerült, hogy az állam jól teszi-e, hogy erre ad pénzt, nem kellene-e hasznosabb célra költeni. Ezek nem rosszindulatú kérdések voltak, csak éppen nem volt világos, mit hoz a konyhára a műholdmegfigyelés. Néhány mondattal nehéz volt meggyőzni a hallgatóságot, hogy a jövő az űrtechnológiáé, hogy űrkitatás nélkül az emberiség minden eddigi felhalmozott tudása elenyészhet és ez mindaddig így lesz, ameddig a földi életet nem sikerül a Földön kívülre exportálni. Igen - igen bólogattak, valójában továbbra is pénzkidobásnak tartották a magyar űrkitatást. Ha a hallgatóság érdeklődése magasabb volt az átlagosnál, egy színttel, megemeltük a magyarázat szintjét is.

Kifejtettük, hogy az űrkitatás nem csak az űrhajózásból áll, hiszen a Föld felszínéről végzett mérésekkel is igen sokat meg lehet tudni, a bennünket körülvevő világról. A műholdak megfigyelése, amit végzünk, hozzájárulás egy globális navigáció létrehozásához, aminek már látszik a csírája. Ez képes lesz bárhol a világon a gyors és pontos helymeghatározásra. Amit Kolumbusz órák alatt és jobb esetben 100 km pontossággal volt képes megmérni, azt másodpercek alatt, néhány méter pontosan fogja biztosítani a globális helymeghatározás. Ehhez persze el kell érni, hogy képesek legyünk a műholdak pályáját több nappal előre megadni méteres pontossággal. Ezt a munkát segítik elő a fotografikus és lézeres megfigyelések, amelyet a világon rajtunk kívül még vagy 100 hasonló observatóriumban végeznek.

Geodéziai vonatkozások, lézeres mérések

Hogy a mesterséges holdak megfigyeléséből egyszer haszna is lesz a geodéziának, nem egykönnyen ment át a köztudatba. Még a geodéziában járatos szakemberek is értetlenül

tekintettek az Observatórium munkájára. Mit akartok a méteres pontossággal? Hogy akarjátok ezzel kitérni a telek sarokpontjait? Ezt a több mázsás kamerát meg se lehet mozdítani. Jobban tennétek, ha visszatérnétek a mérőszalaghoz és a teodolithoz. Ezek a kérdések és megjegyzések többnyire nem támadó, hanem, ami még rosszabb lenéző mosoly kíséretében hangzottak el.

Magyarországon ekkor az állami földmérés legnagyobb programja a vasbeton mérőtornyok építése volt. Közismert, hogy a legnagyobb távolság, amit a Föld görbülete miatt, két földi pont között közvetlen összelátással át lehet hidalni, 30-40 km. Ha persze a pont magaslaton van, akkor több is lehet, a Himalájában 100 km-t meghaladó távolságot is lehet mérni. Ezért tették előszeretettel pontjaikat a földmérők, a magas hegycsúcsokra. Kevesen gondolnák, hogy a Balaton egyik végéről, akkor láthatnánk a másik végén álló torony csúcsát, ha a torony magassága elérné az 500 métert. Ilyen mértékben görbül a Föld, más kifejezéssel, ilyen kicsi a planétánk.

A geodéziai hálózatok mérése idején gerendákból ácsoltak ideiglenes mérőállványokat, un. gúlákat. Ez a munka időigényes és költséges volt. Gondoljuk el, azt a sok gerendát felcipelni is elég volt, nem hogy még fel is építeni belőle egy 10-30 méter magas állványzatot. Ezért határoztak úgy, hogy vasbetonból építenek állandó tornyokat az I. rendű pontok fölé, amelyekről a jövőben bármikor, fatornyok építése nélkül, olcsón el lehet végezni az ismételt méréseket. Valami hasonlót egy SzOGSz rendezvény kapcsán Indiában láttak a vezető szakemberek. Onnan jött az ötlet.

Több mint száz ilyen létesítményt építettek az országban, olyan csúcsokon is, ahová gyalog is nagy fáradság feljutni. Bár az alapötlet helyes volt, a program megkésett. Új hálózatmérésekre, amelyekbe ezeket a tornyokat fel lehetett volna használni már nem is kezdett bele a hazai geodézia, mert már jól látszott a rádiós módszerek térnyerése, amihez nem szükséges a közvetlen összelátás, tehát nem szükséges mérőtorny. Ráadásul a műholdas rádiós méréseket, kifejezetten zavarja a torony tetejére szerelt fémállványzat. De hát, ha egyszer valami beindul, nehéz megállítani, pláne, ha a kivitelezők jó pénzt is kaptak érte. A szaklapokban büszkén jelentették, hogy sikeresen befejeződött a mérőtorny program. Úgy jó 25 évvel később már az okozott fejtörést, mit is kezdjenek ezekkel a tornyokkal, mert eredeti funkciójukat veszítve, feltörve, megrongálva, életveszélyessé váltak. A tornyok némelyikének azonban volt egy speciális, titkosan kezelt rendeltetése is, amiről kevesen tudnak.

A magyar geodéziát rendkívül nagy kár érte a II. világháborúban. Az új alaphálózat teljes szögmérési és távolságmérési adathalmaz, amelyek papír adathordozón voltak meg, elpusztult. Egy része romok alá került, más részét széthordták. Hogy mit is jelentett ez a veszteség, megpróbálom érzékeltetni egyetlen alappont meghatározásának kapcsán:

A pont meghatározásakor a szomszédos öt-hat, 30-40 km távoli pontokra végeztek iránymérést, később távmérést. Ehhez tehát mindegyik pontra egy brigádot szerveztek. A közvetlen összelátás biztosítására gúlákat építettek ezeken a pontokon is. Gyakran ez kevés volt, és még nyiladékvágással is meg kellett toldani a munkát. Az előkészületek után kezdődött a mérés. Napokat, sőt heteket töltöttek a pontokon éjjel-nappal, hiszen nem volt midig megfelelő az összelátás. Ezen próbáltak segíteni az éjszakai mérésekkel. A meghatározandó ponton dolgozott a mérnök a műszerrel, a környező magaslatokon lévő pontokon, pedig a segédek tartózkodtak a fényvetítővel. A fényvetítő úgy működött, mint egy mini világítótorny. Kommunikálni valahogy kellett, ezért volt jó néhány megbeszél jel, amit villantásokkal adtak tudtára egymásnak. Ezekre a jelekre időnként felfigyelt az elhárítás is, akik természetesen államellenes összeesküvéket véltek nyakon csípni a hegytetőn. Néhány segédmunkásnak volt is kellemetlensége ebből. Ezzel a pont meghatározása nem ért véget, mert a mért irányok többségét visszafelé is meg kellett mérni. Mindezt több mint 150 ponton

kellett elvégezni, ami rendkívül nagy munkát jelentett. És ez a pótolhatatlan adathalmaz mind odaveszett a háborúban. A keletkezett kár ezek alapján megbecsülhető.

Hogy még egyszer ne történhessen meg ez a csúfság a hazai geodéziával, az akkori vezetők úgy döntöttek, hogy néhány vasbeton torony alá, földalatti kamrát építenek, és a baj közeledtével oda mentik az értékeket. Mikrofilmre vették azokat az anyagokat, amikről úgy gondolták, hogy az újrakezdéshez szükség lehet. Néhány megyei központ adattárában körbefalaztak egy-egy kisebb helyiséget, és ott helyezték ideiglenes biztonságba a mikrofilmeket és más fontosnak vélt anyagot. Ezeket a zárt kamrákat azután fémajtóval lezárták, majd viaszos pecsétet nyomtak rá, nemzeti színű fonallal.

Első munkahelyemen is volt egy ilyen helyiség. Láttam a lezárt, lepecsételt fémajtót. Több mint harminc évvel később az akkori hivatalvezető, mint érdekességet megmutatta a még mindig lezárt ajtót. A viaszon változatlanul az AFTH (Állami Földmérési és Térképészeti Hivatal) pecsét lenyomata volt olvasható, bár maga a hivatal már négy évtizede megszűnt. Már senki sem volt állományban, akik elrendelték a kamra lezárását, a titkosítási szabályok sem voltak érvényesek, de talán tiszteletből, talán kötelességtudatból, egyik vezető sem nyitatta fel a helyiséget. (2009-ben mégis felnyitották, találtak benne egy páncélszekrényt, amit viszont nem tudtak kinyitni, mert a kulcsok hollétéről már nem sikerült információt szerezni. A katonai vonalat azóta többször átszervezték, a kulcsok továbbadása megszakadt valamikor.)

Az eredeti terv az volt, hogy veszély esetén ezeknek a helyiségeknek a tartalmát átszállítják a mérőtornyok alatt kialakított biztonságos kamrába. A torony alatti kamrák el is készültek, de szerencsére használatukra nem került sor, és már nem is fog, mert az adathordozók mérete rohamosan csökken, nincs már szükség több méteres helyiségekre. Már azt is nehéz lenne kinyomozni, mely tornyok alatt vannak rejtett kamrák.

A főépület átadása után hetekkel megjött a már korábban megrendelt SBG típusú, a Zeiss gyár által készített impozáns fotokamera. A műszer helye már régen elkészült a központi észlelőházban. A 60 cm Smith tükörrel ellátott fotokamera, már komoly csillagászati műszernek számított. Képes volt a csillagkövetésre, tehát a hosszú idejű expozícióra is. Ugyanakkor rendelkezett orbitális tengellyel, amely a műholdak követését tette lehetővé. Nem filmre, hanem üveglemezre exponált. Az emulzióval bevont üveglemezeket egy kazetta tartóból emelte ki egy kar, és helyezte el a fókusz síkjában, majd a felvétel után tette át egy másik kazettába.

A kamerát két német szakember állította össze, ők végezték el a betanítást is. A kamera tengelyeit kézi vezérlővel, motorok segítségével lehetett irányítani. A műholdak követését előre gyártott lyukszalag vezérelte.

Fotokamerája volt már az obszervatóriumnak, az SBG-t valójában a leendő műholdlézer kiszolgáló egységének szánták. A lézer távmérőkkel, méretarányt lehetett adni a globális geodéziai hálózatoknak. Az első generációs lézérágyúkkal a lézertükrökkel felszerelt holdakra végeztek távolságmérést, pontosabban a kibocsátott jel futási idejét mérték meg, néhány nanosec pontossággal. Az első generációs lézertechnikának a pontossága kb. 1 méter volt.

Az SBG egyrészt biztosította a tengelyrendszert, másrészt 60 cm-es főtükörrel fogadta a műholdról visszaverődő lézérimpulzust. Az átalakított teleszkóp fókuszpontjába nem a fotólemez, hanem egy jelerősítő került.

Rövidesen megjött a lézérágyú is. Az LSZD-nek nevezett berendezést a prágai egyetemen fejlesztették ki. A 20 kg-os lézérágyút az Obszervatórium munkatársai, a kamera magassági tengelyétől viszonylag távol, a főtávcső tetejéhez erősítették. Láthatóan nem tartozott szervesen a teleszkóphoz. Hogy a teleszkóp egyensúlyi helyzete megmaradjon, a lézérágyú súlyának többszörösét kellett felszerelni a tengely átellenes oldalára, vaslapok formájában. A lézérágyúból vastag köteg kábel vezetett le a vezérlőpulthoz, ill. a hűtő berendezéshez. Az

elektromos kábelektől is vastagabb a két hűtővezeték, amelyben hűtőfolyadék áramlott. A villanócső által keltett hőt el kellett vezetni, hogy lehetőség legyen a következő lövés leadására.

A fényimpulzust egy kb. 15 cm hosszú 1 cm vastag rubinrúd generálta egy villanólámpa segítségével. Az óriásimpulzusok előállítására forgóprizmával és rezonátorral történt. A berendezés kimenő teljesítménye 100 MW, a kimenő nyaláb széttartása 1 mrad. A túlmelegedés elkerülése miatt, percnként csak 6-8 lövést lehetett leadni.

A távolságmérés a lézergyű impulzus kibocsátásával indult, amely visszaverődve a több ezer km távol lévő műhold prizmajáról, beérkezett az SBG nagytükrére, ahonnan a fókuszpontba jutva leállította az időmérést.

A kísérleti mérések után, nemzetközi projektek keretében elkezdődtek a lézeres megfigyelések is. Később saját projekt alapján, az Observatórium is kezdeményezett nemzetközi mérési kampányokat. A lézeres mérésekhez az észlelőn kívül kellett egy műszerész is, aki az elektromos számlálót kezelte.

Négyen végeztük az optikai megfigyeléseket. Hetente átlag kétszer voltam ügyeletes. A következőkben egy téli éjszakán végzett észlelésen keresztül mutatom be, hogyan zajlott le a lézeres megfigyelés.

Mivel csak hajnalban jött az első hold, este lefeküdtem. Vekker ébresztett, amire ugyan számítottam, de megszokni nem lehet ezt a kellemetlen csöngetést. Az ablakhoz botorkáltam, hogy megnézzem csillagos-e az ég. Ha beborult, még vissza tudok aludni. Sokat nem láttam az égboltból, mert az ablakokat előre gyártott betonkeretekkel bélelték ki, ami jóval túlnyúlt a fal vastagságán. Jól festettek az observatórium sziluettjén, az egymás mellett sorjázó a fal síkjából kinyúló ablakkeretek, meg nyáron kitakarták a meleget árasztó Napot, de volt egy kis erőd jellege. Igen ott ragyog az Orion. Derült az ég, ebből észlelés lesz. Félóra van még a megfigyelésig.

A megfigyelést ketten végeztük. Megcsörgettem a munkatársamat, aki "megyek" beszólással jelezte, hogy már ő is talpon van. A vatelinnel bélet észlelőruha ha csinos nem is, viszont jó meleg volt. Kézbe vettem az észlelési naplót, ránéztem az órára, még 20 perc volt a hold érkezéséig. Az íves folyosón végighaladva az előtéren keresztül kiléptem az épületből.

Megcsapott a hideg levegő. Ragyogtak a csillagok. A havas föld és a fenyőfák szinte világítottak a Hold fényében. Az észlelőházhoz úgy 80 méter hosszú, enyhén emelkedő beton járda vitt. Az alatta lévő műszerszobába a társam már élesítette a rendszert. A futási idő mérésére szolgáló számláló stabil működéséért volt felelős, de ő kezelte a lézergyű indító gombját is.

A számláló Magyarország hozzájárulása volt az Interkozmosz együttműködésben készült lézeres megfigyelési technikához. Az észlelőtérbe szűk lépcső vezetett. Gyakran felötlött bennem, hogy itt egy testesebb ember fel se férne. Az észlelőtér az SBG teleszkóp töltötte ki. Impozáns látvány volt az alap helyzetben 3 méteres, fehér színű műszer. Bekapcsoltam a főkapcsolót, majd áram alá helyeztem az SBG kamerát. A fiókos szekrényből kikerestem a megfelelő vezérlő lyukszalagot, és behelyeztem az olvasóba.

Az észlelőház nem a megszokott kupolás megoldással, hanem sineken guruló, kétoldalra letolható alumíniumtetővel készült. A kétrétegű alumíniumtető közé épített szigetelőanyag, még a nyári napsütésben is kellemes hűvösben tartotta a helyiséget. A forgatókarral lecsavartam előbb az egyik, majd a másik féltetőt, ami nem kis erőfeszítésbe került. Hogy miért spórolták ki a motort, nem volt világos. Egy előnye azért volt, a fizikai munkától kiment minden álmodás az észlelő szeméből.

A távcső, közel vízszintes alapállapotban, a kb 1 km-re levő betontoronyra volt irányozva. Ebben a helyzetben hagyta előző nap a kollégám, mivel minden mérés kalibrálással kezdődik

és végződik. A rendszer tesztelésére ismert távolságot kell megmérni, amire alkalmas a geodéziai torony fala. A torony a környék legmagasabb pontján állva a fák fölé nyúlt.

A műholdról visszaverődő lézer impulzus igen gyenge, szabad szemmel nem érzékelhető. A 60 cm-es tükör többeszer annyi fényt fog fel mint az emberi szem, de még ezt is megsokszorozza a teleszkóp fókuszába helyezett erősítő. Hogy az érzékeny erősítő meg ne sérüljön a toronyról visszaverődő, számára igen erős fénytől, a tükröt kímélő fedlapot a kalibráló mérések idejére nem vettük le, csak az 1 mm átmérőjű furatot nyitottuk meg, amin keresztül nagyjából annyi foton érkezett a toronyról (280 000-szer kevesebb mint fedlap nélkül), mint egy több ezer km távoli műholdról, a nyitott távcsőbe. Felvettem a fülhallgatót és a mikrofont és bejelentkeztem a kollégámnak.

Bekapcsoltam a magasfeszültséget, ami a lézerhatás kiváltását előidéző villanócsövek kisütéséhez kell. Az eddigi monoton zúgás mellé, most egy víjjogó hang társult, villogó, kék színű fényhatással kísérve. E misztikus jelenségek nélkül is működött volna a rendszer, de a csehek ilyenre építették. A kísérőtávcsővel ellenőriztem az irányzást, majd jeleztem a mikrofonba, hogy kezdjük a kalibrálást.

Néhány másodpercenként egy villanás következett, rubinvörös foltot hagyva a torony falán. Tíz tesztlövés volt az előírás. A valódi és a mérésekkel kapott távolság eltéréséből korrekciót tudtunk számolni a valódi lézémérések pontosításához.

A kalibráló mérések befejeztével levettem a távcső fedlapját, megcsillant a ragyogó tükör. Eszembe jutott egy még a bajai csillagvizsgálóban történt eset. A bemutatót vezető professzor nem nézett a távcsőbe, mert azt pár perccel korábban az egyik segédje a Jupiterre állította, és szemmel láthatóan oda is irányult. Felengedte az állványra a látogatókat. Egyenként biztatta őket, hogy vegyék szemügyre a négy Galilei holdat. (Galilei látta meg őket először) Az első iigeen, iigeen láátom megjegyzéssel átadta a helyét a következőnek, aki ugyancsak látni vélte a holdakat. Miután mindannyian látták, és eltávoztak, a professzor alapállásba hozta a teleszkópot és megrökönyödve látta, hogy a tükröt védő parafa mindvégig a helyén volt. A gondos segédje időközben beugrott egy pillanatra, és a tükröt kímélve visszatette.

Az előrejelzés megadta az automatikus követést vezérlő lyukszalag számát, amelyet kivettem a tárolóból és befűztem a lyukszalagolvasóba. Az észlelőnaplóból leolvastam a távcső beállítási adatait, az azimutot beállító, két kézzel fogható erőkar segítségével az egy tonnás távcsövet kiemelve, a függőleges tengely körül elforgatva beállítottam az azimutot, majd megoldva a magassági rögzítést, beállítottam a magassági szöget is. Végül a követő távcsövet a kézi vezérlővel elforgattam a szélső helyzetbe, ahol a hold feltűnése várható.

Még 5 perc, jött a figyelmeztetés a fülhallgatóból.

Lekapcsoltam villanyt, belenéztem a követő távcsőbe. A húszszoros nagyításnál sziporkáztak a csillagok. Beállítottam a szátkereszt élességét. Még egyszer leellenőriztem minden beállítást. Hogy a szemem alkalmazkodjon az égbolthoz, legkevesebb egy perccel korábban már a távcsőbe néztem és vártam a műhold megjelenését. Két-három évvel ezelőtt a Moszkvából táviratban, majd telexen kapott előrejelzés alapján, előfordult, hogy nem láttuk meg a műholdat. Elment a látómezőn kívül. Ez ma már nem fordulhat elő, legfeljebb egy-két másodperc lehet a hiba. Még egy perc. Bal kezemet a magassági, jobb kezemet a pályairányú potenciométer forgatógombjára helyeztem feszülten figyeltem. A várakozás alatt nem ritkán idegen holdak jelentek meg a látómezőben, de sebességük és az irányuk elárulta, hogy vadholdak.

10,9,8,7...jött a fülhallgatóból. Amikor a visszaszámlálás háromnál tartott, jobbról beúszott egy csillagszerű fényes pont, a műhold. Jóleső érzéssel akceptáltam, hogy az előrejelzés hibátlan volt. A műhold a vízszintes szátkereszttel párhuzamosan haladt, közeledve a függőleges szátkereszthez. Amikor majdnem elérte, a kézi vezérlővel beindítottam az automatikus követést. A lyukszalag beolvasó monoton berregéssel megindult, egyben meglódult a távcső

és a látómezőben valamennyi csillag is. Megállt viszont a műhold, amelyet a szátkereszt metszéspontjában kellett tartani a két potméterrel. Amikor ez stabilan sikerült, megadtam a jelszót, - kezdheted!

A látómezőben a műholdig húzódó vörös fénycsíkot a lövések hanghatása kísérte. Talált! Talált!.Nem!..Talált!... Hallatszott a fülhallgatóban. Sikeres mérés esetén a kollégám által kezelt számláló megállt és az előrejelzetthez közeli értéket mutatott. Ha nem állt meg, mellé lóttünk.

A mintegy 6 percig tartó átvonulás alatt általában 20-40 sikeres találatot sikerült elérni. A vonulás után megismételtük a kalibráló méréseket, kivettem és visszahelyeztem az átcsvélődött lyukszalagot a beolvasóból, behúztam a tetőt és áramtalanítottam a rendszert. Az észlelés folyamatáról készült egy 40 lépéses protokoll lista is, amelyet néhány hetes kihagyás után (külföldi út, szabadság) ajánlott volt elővenni.

Az eredmények a főépületben, a számítástechnikai helyiségben rögzítődtek lyukszalagra. A kapcsolatot a két épület között egy aknákkal megtüzdelt csatornarendszerben vezetett kábelköteg biztosította.

A számítógépteremben a mágneskazettáról beolvastam a szűrőszoftvert, amely bekérte és be is olvasta az imént kapott lyukszalagot. Az eredmény pár perc múlva megvolt. Két mérés hamis volt, több km-el kilógtak a sorból. Ezeket kiszűrve, a 28 sikeres mérés átlagos eltérése az előrejelzett pályától 56 cm volt. A korrigált lyukszalagot behelyeztem a telex gépbe, és elküldtem az anyagot a feldolgozó központba. Ilyenkor éjjel flottul ment minden a telex körül. Nem kellett megismételni a küldést, és azonnal fogadta a célállomás.

Interkozmosz, saját eredmények

A nyolcvanas évek elején kombinálva fotografikus technikát a lézeressel, sikerült egy érdekes egyedi eljárást kidolgozni, amelyet érdemes volt bemutatni nemzetközi fórumon is. Éppen Bakuba hirdettek meg egy nemzetközi lézeres szimpóziumot az Interkozmosz országok számára, így bejelentkeztünk a konferenciára.

Voltam már Szovjetunióban egy tanulmányúton, még hallgatóként. A moszkvai belföldi repülőtér várójában volt időm felidézni a tanulmányút eseményeit.

A negyedéves hallgatóknak külföldi nyári gyakorlatot szerveztek. A földmérők egyik csoportja Lengyelországba, a másik a Szovjetunióba ment. A SzU-ba nem volt könnyű kijutni, ezért azt választottam. A gyakorlat valójában csereüdülés volt. A moszkvai diákok a Műszaki Egyetem balatonkenesei mérőtáborába, ill. Budapestre jöttek viszont-gyakorlatra. A mi csoportunk úgy 10 hallgatóból és egy kísérő tanárból állt.

Moszkvában, az első meglepetést a közlekedés okozta. A sok Volga típusú gépkocsi, úgy száguldozott a zebrákon át, mintha autóverseny lenne. A járdán hasonló, agresszív stílusban közlekedtek a gyalogosok, sok ütközéssel. A megoldás az volt, hogy nem nézni se jobbra, se balra, menni feltartóztatlanul, és íme, a szembejövők félreálltak. Emlékezetes program volt az úrhajózási kiállítás megtekintése. Ott az idegenvezető bizalmasan elmondta, hogy amióta Koroljov meghalt, nem sikerül semmi. Az amerikaiak megelőzték őket. A jövő héten lesz az első Holdra szállás, amiről csúfosan lemaradtak.

Vendéglátóink még a híres Bolsojba is szereztek belépőt, a Spartacus balettre. A színházakban nyári szünet volt, de ez az előadás kifejezetten külföldiek számára tartották. Az első felvonás végén a szokásosnál is nagyobb ünneplés volt, majd egyszer csak felállt az egész nézőtér, és a díszpáholy felé nézve, hosszasan és hangosan tapsolt. A páholyban ekkor egy idősebb férfi felállt, és meghajolva, integetve köszönte a tapsot. Hacsaturján volt személyesen.

Néhány napot eltöltöttünk Leningrádban is. Ez a város megkapóan szép. Élveztük a fehér éjszakákat, egy fél nap jutott az Ermitázsra is. Szárnyas hajóval átvittek bennünket a mesés Petrodvorecbe. Kínos jelent volt, amint elsetáltunk a hajóra váró hosszú sor mellett, mert mint delegációval kivételeztek velünk. A várakozó tömeg ezt kevésbé tolerálta.

Puskinoban, Katalin cárnő palotájában a káprázatos termek között, megmutatták a borostyán termet is, ill. a borostyánok hült helyét. Mint ismeretes, a II. világháborúban ez a területet elfoglalták a németek és kipakolták a palotát. A páratlan műkincsek azóta sem kerültek elő. A borostyánszoba I. Frigyes porosz uralkodó számára készült, kinek fia Nagy Péter cárnak ajándékozta. Az ajándékozás állítólag úgy történt, hogy miután az uralkodó büszkélkedve megmutatta a szobát Nagy Péternek, az megjegyezte, hogy ez igazán fejedelmi ajándék. Nem volt mit tenni, becsomagolták és elszállították Szentpétervárra.

Moszkva és Leningrád alapvető különbségét, amit egy idegennek azonnal szembeötlök, leginkább egy közszájon forgó vics adja vissza:

A vonaton egy fiatalember átadja a helyét egy nénikének. Milyen kedves fiatalember jegyezte meg a néni, ugye Leningrádba való? Igen, miből tetszett gondolni? Hát hogy olyan udvarias. A néni viszont moszkvai ugye? Kérdezett vissza a fiatalember. Csakugyan, honnan jött rá? Csak onnan, hogy elfelejtette megköszönni.

A Vörös Nyíl nevű vonattal utaztunk vissza Moszkvába, a nyílegyenes vasúti pályán. Pontosabban indokolatlanul van benne egy kunkor. Vendéglátóik azt mondták, hogy ez azért van, mert a cár, ahogy meghúzta a két várost összekötő vasút vonalát a térképen, a ceruza megbotlott az egyik ujján. Azért gyanítani lehetett, hogy nem egészen így történt, mert a kunkor egy mocsarat került meg. Egy másik, későbbi eset, viszont valóban megtörtént. A Moszkva szálló homlokzati díszítése a szimmetria tengelytől balra másképp nézett ki, mint jobbra. A magyarázat szerint az építész két verziót mutatott be Sztálinnak, a szimmetriatengellyel elválasztva. Sztálin azt mondta, hogy így jó, ahogy van. Nem volt mit tenni így építették meg.

A városnézések után elvittek bennünket a hivatalos mérőgyakorlatra, Moszkvától 200 km-re, egy Poligon nevű táborba. A mérőgyakorlatot orosz vendéglátóink szó szerint vették, közölték, hogy ébresztő reggel 6 órakor, és indulás egy hidat kitűzni. Erre nem számítottunk, annak tudtában, hogy a cserehallgatók Magyarországon csak üdülni fognak, Pesten és a Balatonon. Másnap 8 óra lett mire sikerült összerelni a morcos csapatot. Vendéglátóink látva a teljes érdektelenséget, valamint elképedve azon, hogy az oktatáshoz felállított műszer távcsövébe fordítva néztünk (nem véletlenül), feladták a munkavégzésre irányuló próbálkozást. Így azután jókat kirándultunk a környéken.

Néhány nap múlva megsúgták hogy az egyik vezetői sátorban a kivételezettek megnézhetik az első Holdra-szállást. Valójában néhány óras késéssel mutatták be a nagy eseményt. Elég sokan zsúfolódtak össze a sátorban, és a fekete-fehér kép minősége is alig volt élvezhető, de Armstrong első lépése egy másik égitesten új korszak kezdetét jelentette,

A domodedovoi Inturiszt váróban időközben összegyűlt szinte az egész konferencia. Ahogy érkeztek a különböző országból a küldöttségek, úgy hozták át őket busszal erre a repülőtérre. Végre elérkezett az indulás ideje. A belföldi járat egészen más világ volt. Előbb felkísérték az Inturist utasokat (külföldiek) majd utána jöttek a helyiek. Zsákokkal, kosarakkal, dobozokkal megrakodva, szemlátomást piaci emberek, akik rendszeresen szállítanak friss terméket Moszkvába. Egymást taposva tülekedtek a jobb helyekért. A TU-134 gépen helyek nem voltak kiadva. Ugy tűnt néhánynak nem jutott ülőhely, nagy volt a kiabálás. Végre valahogy elrendeződtek a dolgok, lezavarták a többlet utasokat és a gép felszállt. Későre járt, az utasok elpilledtek. Már meg kellett volna érkeznünk Bakuba, de semmi nem utalt a leszállásra. Az

ablakon kinézve a csillagok alapján nyilvánvaló volt, hogy nyugatra repülünk. De hogy mehetünk nyugatra, amikor Baku a Kaszpi tenger nyugati partján fekszik, ez esetben alattunk csak tenger lehet, de akkor milyen fénypontok látszanak alattunk? Rövidesen jött a közlemény, hogy a bakui repülőtér műszaki probléma miatt nem tud fogadni, ezért Jerevánban landolunk. Ott közölték, ki sem kell szállni, mert rövidesen indulunk Bakuba. Egy óra múlva el is indultunk, már bementek a bakui leszállást, már lehetett látni az autókat is az utakon, amikor a gép áttartott a reptéren ismét felemelkedett, majd irány vissza Jerevánba. Éjjel 2 körül érkezünk Jerevánba. Bevezettek bennünket a nemzetközi váróba. Ez a külföldieknek fenntartott váró volt, ennek megfelelően kulturáltabb, mint a helyi utasoké. A látvány ennek ellenére elég különös volt. A váróterem műbőr ülésén lehúzott cipővel emberek aludtak. A szag ennek megfelelően keveredve a vodka szagával, különös elegyet képezett. Leülni nem lehetett, kint hideg volt, bent emberpróbáló szag. Mindez még nem volt elég, egyszer csak rossz küllemű emberek valahonnan betoltak egy a repülőgépeken, a stuardesek által használatos sokpolcos felszolgáló kocsit, amelyet azonnal elleptek az addig alvó alakok. Kihúzgálták a kocsiból a félig már elfogyasztott, étcsomagokat és keselyűmódra rávetették magukat a maradékra.

A szokatlan intermezzo után nem sokkal feljött a Nap, és a repülőtérrel látni lehetett a Törökország határán fekvő, hó fedte Ararát hegységet. Információ szerint csak délután indul a gép Bakuba, így kirándulásra használtuk fel az időt.

Hogy mi is történt Bakuban az homályban maradt, érdeklődésre azt mondták, hogy rossz időjárási körülmények voltak.

Végül 14 órás késéssel megérkeztünk, ahol egy már az előző napon kikerült katona kollégánk elmondta, hogy ő már itt volt tegnap is, más dolga nem lévén kijött a repülőtérre elénk, de a gép nem szállt le. Semmilyen rossz időjárási körülményt nem tapasztalt.

Maga a szakmai rendezvény sikeres volt, több ország is bekapcsolódott az általunk kidolgozott programba. Sokat lehetett tanulni a rendezvényen, hiszen minden országban hasonló problémákkal küszködtek.

Az Observatórium kutatói évente 25-30 külföldi utazást tettek, kezdetben szinte kizárólag a szocialista országokba, de a hangsúly lassan áttevődött a nyugati féltekére. Ezek az utazások zömmel konferencián, szemináriumon való részvételek voltak, vagy mérési kampányokban való részvétel, ritkábban hosszabb lélegzetű ösztöndíjak. Az utazásokat általában az Interkozmosz szervezet bonyolította le, el is nevezték az intézményt úrkutatási utazási irodának.

A konferenciák szervezői a szakmai programok mellett, általában beiktattak egy kulturális programot is, ami megszínésítette a rendezvényt. Voltak országok, ahová mindezek ellenére nem szívesen utaztam. Így például nem örültem a berlini utazásoknak. Kezdődött azzal, hogy a határon sajátos tortúrán kellett átesni. Álljon a fallal szembe, kezeket széttárni, terpeszállás, majd hátulról végigtapogattak, mint a bűnözőket a filmekben. Egyik alkalommal egy gyermek szerszámkészletet vásároltam a kisfiamnak, hátha kedvet kap a barkácsoláshoz. Befért a kézitáskába. Az átvilágításnál kipécézték, majd a lefóliázott lombfűrész szálakat kivágták, kiszedték, lévén az egy „életveszélyes fegyver”. Elképzeltem, amint egy lombfűrész szállal megfenyegetem a pilótát, hogy engedelmessédjem, vagy elfűrészem a torkát.

Egy alkalommal gyalogosan mentünk a Potsdami kutatóintézetbe, ahol a kiskapu mellett nyitva volt az autók által használt nagykapu is. Mivel ez volt közelebb, természetesen azon mentünk be. Amint beléptünk, kipattant a portás a fülkéjéből, hogy tessék visszamenni és a kiskapun bejönni, mert az a gyalogosoké. Ennél még cifrább eset volt, amikor egy strand kihalt pénztáránál akartunk jegyet venni a vezető korlát egyik oldalán odalépve a pénztárhoz.

A pénztáros kikövetelte, hogy a másik oldalról közelítsük meg a pénztárat, mert onnan van a bejárat. Ismétlem, senki nem volt a környéken, de a rend az rend.

Az étterem előtt mindenhol nagy sorokat lehetett látni, az étteremben meg sok asztal üresen állt. Felvezető pécézte ki a sorban állók közül azokat a szerencséseket, akik odamehettek egy, a felvezető által megjelölt asztalhoz, amelynél rendszerint már ültek. Az asztalokat rendszeren feltöltötték. Az, hogy ki, kivel akart étkezni, nem volt szempont, a felvezető volt ott a mindenható. Maga a kiszolgálás és az ételek rendben voltak. Ennyit az NDK furcsaságairól.

Egy érdekes feladatot (bár nem geodéziai) megemlítek, mert közelebb visz a legáltalánosabban használt ürtechnika, a műholdas kommunikáció geometriai problémáinak megismeréséhez. A telekommunikációs holdak szerepet kaptak a globális helymeghatározásban is. Léteznek globális kiegészítő rendszerek (pl. EGNOS, WAAS) amelyek többnyire geoszinkron pályán keringő holdat használnak fel a központ és a felhasználó közötti kommunikációra.

A nyocvanas évek közepén, a Posta Kísérleti Intézetéből megkeresték az Observatóriumot, hogy szükségük lenne olyan számítógépes programra, amellyel követni tudják a Molnyija nevű szovjet kommunikációs holdakat. A feladathoz célszerű volt megismerni a helyszínt és ott átbeszélni a problémakört.

A kirándulás emlékezetes élménye a 12 méter átmérőjű rádióantennának, a völgy természetes háttéréből előbukkanó valószínűtlen látványa. Az épület kettős drótkerítéssel volt elhatárolva, állandó őrk felügyeletével.

Az állomást 1978-ban üzemelték be. A helyszín kiválasztását alapos előkészületi munka előzte meg. A rádiófrekvenciás zavarok elkerülése érdekében ugyanis csak völgykatlanban lehetett elhelyezni. Ez a helyszín egyszer már szóba került, az Observatórium helyének kiválasztásakor is. Ott is szempont volt a völgykatlan.

A 12 méteres antenna szervesen egybeépült a főépülettel, mintegy abból nőtt ki. A 60 tonnás antenna látványa uralja a környéket. Az állomáson 40 fő dolgozott, és mint akkoriban minden jelentősebb kommunikációs helyszínt, fegyveres őrséggel vigyázták. Az egész berendezés szovjet termék volt, ciril betűs feliratokkal. Az állomás feladata volt, hogy a műholdas kapcsolat segítségével a nemzetközi forgalom egy részét átvegye a túltelített kábeles kapcsolattól, de ezt használták az óceánon túli forgalom lebonyolítására is.

Műholdas kommunikációra kiemelkedően legalkalmasabbak a geoszinkron pályán keringő holdak, mert együtt forognak a Földdel, így a relatív mozgásuk gyakorlatilag nulla. Ez azt jelenti, hogy az égbolt egyetlen pontjára kell irányozni az antennát. Ha a pálya inklinációja (a pályasíknak az egyenlítő síkjával bezárt szöge) zérus, akkor ez a pont az egyenlítő felett van. Az antenna mozgató berendezését meg lehet spórolni. A szovjetek a Raduga nevű 24 órás keringésű holdakat használták erre a célra.

A pálya inklinációjának korlátot szab a fellövés helyének földrajzi szélessége, ugyanis nem lehet kisebb inklinációval rendelkező holdat pályára juttatni, mint a kilövő állomás földrajzi szélessége. A dolog egyszerűen belátható, hiszen a pólusokon átmenő (inklináció=90 fok) holdat bárholonnan lehet indítani, mindössze Észak, vagy Dél irányban kell fellőni. Ha viszont a fellövés azimutját nullára választjuk (K-Ny irány), akkor a hold éppen a fellövés földrajzi szélességénél fordul vissza. Mindebből következik, hogy az egyenlítő felett keringő holdat, csakis az egyenlítőről lehet fellőni. A Szovjetúnióknak nincs egyenlítője, ezért ilyen holdak feljuttatásához keresnie kellett valamilyen egyenlítői országot, vagy meg kellett oldani a hajóról történő pályára állítást.

A SzU területének nagyrészét a geoszinkron holdak nem látják, mert az északi területekről az egyenlítő fölött tartózkodó hold túlságosan alacsony szög alatt látszik.

Megoldható, hogy a geoszinkron hold kimozduljon az egyenlítőről, ha a pályasík dőlését (inklináció) nem nullára vesszük. Ha pl. 80 fokos inklinációval juttatjuk fel a holdat, akkor továbbra is együtt forog a Földdel, de 12 órát az északi, 12 órát pedig a déli féltekén tölt, lassan mozogva észak-dél irányban, egészen a 80-ik szélességi körökig, majd vissza. Legtöbb esetben egy 8-as pályát ír le a Földről nézve. Ez azt jelenti, hogy a SzU északi területeiről csak a 24 óra kb. negyedén lehet a holdat használni.

A geoszinkron holdakat az oroszok erősen elnyúlt elliptikus pályájú Molnyija holdak pályáraállításával igyekeztek kiváltani, amelyek 12 órás keringési idejük túlnyomó részében a Szovjetunió területe felett haladtak, ezért alkalmasak voltak az ország távol fekvő részei közötti kapcsolatra. A Molnyija holdak földtávol pontja (apogeum) 40 000 km-es magasságban, a SzU területe fölött volt, a földközeli pontja (perigeum) pedig néhány száz km-es magassággal, az átellenes oldalon. Az ellipszis miatt a földközeli szakaszon a hold rövid idő alatt áthaladt, így a 12 órából 8-9 órát tartózkodott a Szovjetunió területe fölött, lehetőséget biztosítva az országon belüli kommunikációra. Három Molnyija holddal a 24 óra lefedhető, így a kapcsolat folyamatos lehetett.

Ezekre a holdakra és a hűsznál több megfigyelő állomásra alapozva a szovjetek létrehozták az Orbita rendszert. Ez volt az az idő, amikor a Szovjetunió volt az egyetlen ország, ahol rendelkeztek a kozmikus rádióhírközlés földi állomásainak ilyen széles hálózatával.

Mivel a Molnyija holdakat követni kellett a földi antennával, szükség volt az előrejelző programra, amely megmondja, hogy mikor és hol látszik a hold az adott helyről.

A szoftvert elkészítettük, utolsó lépéseként az Obszervatórium számítógépén már jól üzemelő programot adaptáltuk a Posta Kísérleti Intézet számítástechnikájára. Hogy később mennyit használták ezt az előrejelző programot, nincs információnk.

Finn kapcsolatok és következményei

Az Obszervatórium beindulásának kezdetén a geodézia felső vezetése rákapott Finnországra. Egyik magas beosztású vezető kiment egy konferenciára és igen megtetszett neki a tiszta levegő, a szauna, a vodka, valamint a geodézia terén elért nemzetközileg is elismert finn eredmények. Példáját mások is követték, és ha már ott voltak, hogy alkossanak is valami maradandót, úgy határoztak, hogy megrendelnek a finnektől egy szélsőpontosságú alapvonal mérést, amiben a finnek a legjobbak voltak a világon. Alapvonalnak nevezik a földmérők azon két geodéziai pontot összekötő szakaszt, melynek a lehető legpontosabb módszerrel megméri a hosszát. A továbbiakban ezen az alapvonalon kalibrálják a távmérőket, így biztosítva az azonos méretarányt. A finnek által kidolgozott fényinterferencia módszer, egy igen érzékeny, de fantasztikus pontosságú távolságmérést tett lehetővé. Az alapvonal a geodéziai hálózatok méretarányát hivatott biztosítani úgy, hogy valamennyi, a mérésben résztvevő távmérőt ezen az ismert távolságon kalibrálják. Ennek a technológia importnak még lett is volna haszna, de egy másik vezető érdekesebb dolgot látott.

A finneknek nem volt könnyű geodéziai hálózatot létesíteni egyrészt mert kevés kiemelkedés, hegység található, másrészt mert sok a vízfelület, és igen sok a sziget. A sok sziget hálózati összekapcsolásához hegyek híján ki kellett találni valamit. Ki is találták, hogy meteorológiai ballonokat eresztenek fel, amelyekre villanó fényforrást szerelnek. Ha a villanásokat éjjel a csillagos égbolttal együtt lefényképezik egyszerre több helyről, a feladat megoldható. Na megvan ami kell nekünk magyaroknak is, bár szigeteink nincsenek, de ne legyünk kicsinyesek, gondolták a vezetők. Kell hozzá fotokamera ami van, ballont lehet vásárolni, már csak a villanásokat kell megoldani.

Igy került a stelláris háromszögelésnek nevezett program Magyarországra. Mielőtt a projekt elindult volna, kiadták véleményezésre az Obszervatóriumba. Ellentmondásos vélemények

születtek, a rádiós technikában járatosak elleneztek, az asztrogeodéták javasolták. Mivel a javaslat felülről jött nem volt kérdéses, a projekt beindult. Egymástól 100-150 km-re kijelöltek több megfelelő helyet, ahol fel lehetett állítani a nehézkes fotokamerákat, beszerettek egy csomó meteorológiai ballont. A villanásokat egy, az NDK-ból érkezett mérőkocsi, ill. személyzete biztosította. Rádióvevőt és magnézium port erősítettek a ballonra, ami akár 35 km magasra is felrepült. A földről rádiójellel gyűjtötték meg a magnézium port, ami úgy villant, mint egy kezdetleges vaku. Természetesen több adagot juttattak fel egy ballonnal. Éjszakánként párhuzamosan három-négy állomásról követték a villanásokat fotokamerákkal. Ez egy klasszikus geometriai megoldás volt, a teljes szinkronitás biztosításával. Nagyjából az állomások centrumában eregették a ballont és villantottak az NDK-sok. Eleinte nem volt kapcsolat a csoportok között, később a CB rádiók elterjedésével valahogy sikerült kommunikálni is. Komoly gyakorlatot igényelt az első villanások megpillantása, hiszen egy-egy sziporkázó csillag be-be zavart, de a merev nézéstől az emberi szem maga is produkál villanásokat. A felhők is megjelentek gyakran kitarakva a szondát egy-két állomásról.

Ekkor a globális helymeghatározás első generációja, az amerikai NNSS rendszer már létezett, sőt nálunk is üzemelt egy Dopplervevő. A rádiós technikával lényegesen olcsóbban és gyorsabban el lehetett végezni lényegében ugyanazt a feladatot, amit a stelláris háromszögeléssel. Az érvek leperegtek, a nehézkes program évekig tartott, meglehetősen sok pénzt felemészelve. Volt azonban pozitív vonatkozása is a dolognak. Az Obszervatórium addigi legkomolyabb fejlesztési feladatát ebben a projektben kapta, amit kiválóan megoldott.

Az NDK mérőkocsi, villanós rendszer egyrészt sokba került, másrészt nem volt elég megbízható. Időnként nem gyulladt meg a magnézium, talán a nagy magasságban uralkodó hideg és alacsony légnyomás miatt. Az Obszervatórium elektromos szakemberei ekkor kifejlesztettek egy villanócsöves szondát. A villanásokat góliátelemelekkel táplálták. Integrált áramkörökkel oldották meg, hogy a szonda a megadott program szerint villantson. Lenn a földön rendben is volt minden. Igen ám, de odafent kisebb a légnyomás, nagy a hideg, mely körülmények között másképp viselkedik az anyag, a szonda történetesen úgy, hogy nem volt hajlandó villanni. Ekkor kerestek az országban egy alacsony nyomású hideg tesztkamrát, ahol sikerült elvégezni a szükséges beállításokat. A projekt megállíthatatlanul folytatódott.

Az emelkedő ballon több sorozat villantás után, tovább emelkedett, majd a csökkenő légnyomás miatt széttört és leesett az aljára erősített villanó szondával együtt. Miután a szonda más célra nem volt jó, annak reményében, hogy visszakerül ráírtuk, hogy aki megtalálja és bejelenti az adott telefonszámon, az kap némi készpénzt. Volt olyan szonda amelyik háromszor is repült.

Mivel a szonda magas frekvencián éles hangot adott ki, amely egyre intenzívebb lett a villanásig, na meg villant is, a megtalálók gyakran egy darabig csak messziről nézték, nem merték megközelíteni. Volt aki egy hosszú bottal piszkálta, amíg meg nem látta a nagybetűs feliratot. Ez idő tájt megnőtt az UFO megfigyelések száma.

A finn kapcsolatok elmélyültek, ami további lehetőséget jelentett újabb kiutazásokra így később sor került az alapvonal importálására is.

A stelláris háromszögelés támogatói - igaz évekkel később - de legalább belátták, hogy a műholdak korában ez a program zsákutca volt.

Az Obszervatórium nemzetközi szinten, aktív tevékenységet folytatott. Az Interkozmosz országok szakemberei az évi rendszeres találkozásnak köszönhetően jól ismerték egymást, támaszkodtak is egymás munkáira. Eredményeikkel, vagy képességeikkel nem is volt probléma, viszont a munkájukhoz használt eszközök egyre inkább elmaradtak a nemzetközi élmezőnytől. Természetesen az Obszervatóriumba is jöttek külföldről. Volt, hogy egy időben

ott tartózkodtak Indiából, Egyiptomból és a Szovjetunióból. Diákok is jöttek nyári gyakorlatra, Hollandiából, Németországból, Indiából, stb.

A fiatal kutató gárda tudományos előremenetel tekintetében is aktív volt. Talán egyedülálló intézmény volt az országban, ahol a kutatók 70%-a tudományos fokozattal rendelkezett.

Katonák között

A kozmikus geodézia katonai részlege lényegében ugyanazt a feladatot végezte, amit az Obszervatórium, de a titkosítási kötöttségek miatt lényegesen nehezebben. Nem támogatták az egyéni kezdeményezéseket, nem hagyták kibontakozni az ötleteket. A meglévő kreativitás így rövidesen kihalt, és csak a rutinszerű megfigyeléseket végezték. Idővel ezek korszerűtlenné, feleslegessé váltak, egy idő után fel is számolták a részleget.

A szakmai mellett volt szorosabb, katonai kapcsolat is. Az Obszervatórium munkatársaiból biztosították a tartalékos tiszti állományt. Engem is átkértek, aminek természetesen örültem, hiszen mégis csak jobb baráti légkörben eltölteni a kötelező behívásokat.

Hivatalos célja a kiképzésnek az volt, hogy háború esetén legyenek tartalékosok, akik beállnak a műhold megfigyelésbe kiegészítve a hivatásosokat. Hogy háború esetén mit hozott volna a konyhára a fotografikus, esetleg a lézeres megfigyelés, azt ne kérdezzük. A katonai rendtartás előírta, hogy minden tevékenységhez kell ennyi meg ennyi tartalékos és punk-tum, gondoskodni kellett róla. Voltak egynapos, de egyhetes gyakorlatok is. Első ilyen alkalommal, amint beöltöztünk, óhatalanul felöltött a katonai előéletem.

Egy éve sem dolgoztam első munkahelyemen, amikor a behívót kaptam féléves kiképzésre és szolgálatra. Úgy tartottam, ez az idő kiesik az életemből, ezért a hazafias érzés nem tengett túl bennem.

Akkoriban az egyetem elvégzése után a végzett diplomásokat behívták félév katonai szolgálatra, amelynek a végén általában, tartalékos alhadnagyként szerelték le őket. Ők képezték a tartalékos tiszti állományt. Hogy ezek a képzések mennyire voltak hatékonyak, mennyire sajátították el a szükséges katonai ismereteket, egyáltalán mennyire volt minderre szükség, az megért volna egy tanulmányt. Háromhetes kiképzést a Kerepesi úti laktanyában kaptuk, ahol a legkatonásabb esemény az éjjeli őrszolgálat volt. A laktanya bejáratát őrizték, fapuskával. Igazi fegyvert mégsem adhattak néhány napos alapképzés után.

A kiképzést alapvetően tanteremben elméleti úton kaptuk, de voltak alaki foglalkozások is. A kiképző általában egy kevésbé forgalmas utat kereset és ott masírozott, meg nótázott bennünket. Hogy a többiek honnan ismerték ezeket a katonadalokat, fel nem foghattam. Érdekes volt megfigyelni, hogy a járókelők közül a nők általában csillogó szemmel követték a „sereget”, a férfiak legyintettek vagy somolyogtak. Az egyik alkalommal a kiképzést vezető őrnagy lezárt egy mellékutat az alaki foglalkozás idejére, amit egy arra hajtó kamion sofőrje zokon vett. Oda is szólt, hogy őrmester úr engedjen át, ne járassam itt az autót fölöslegesen. Az őrnagy elvörösödött, amiért a legénység előtt leőrmestereztek, kikérte magának, majd talán dacból nem engedte el az autót. Erre a sofőr rákezdte, hogy tábornok úr ne csinálja ezt, várják az árut stb. Hallva a kuncogást, nem bírta tovább a szívatást, jobbnak látta, ha elengedi a szemtelen civilt.

Lőgyakorlat is be volt iktatva a kiképzésbe, a törökbálinti lőtéren. Amikor megérkeztünk, kiderült, hogy a lövedék szállítmány lemaradt. Úgy délidőre azután az is megjött, kezdődött a lőgyakorlat. Minden tartalékos kapott 5 lövedéket, amelyből kettőt egyesével, a maradék hármat pedig sorozatlövésrel kellett kilőni. Három lövedéket sorozatban! Hát nem egy hosszú sorozat. Volt, aki eltalálta a célt, mert néha eldőlt egy-egy bábú. Olyan is volt, aki miután kilőtte az összes lövedékét, felállt és elindult, hogy megnézze mit lőtt. A hivatásosok

ordítottak, hogy azonnal feküdjön le, és tüzet szüntess! De többen meg se hallották, úgy beleélték magukat a lövöldözésbe. Szerencsére nem lett baj a dologból, de az antikatoná volt az egyetlen a századból, aki a kiképzés végén csak őrmesteri rangot kapott. A többiek a törzsőrmesteri, néhányan főtörzsőrmesteri rangig vitték. Akkoriban vezették be a zászlós és törzszászlós rangokat, mert Dunát lehetet rekeszteni a katonai iskolával nem rendelkező főtörzsőrmesterekkel, és idős korukra még sem maradhattak altisztek.

A diplomás tartalékosok első lépésben egy hónapos képzés után törzsőrmesteri rangot kaptak, az akkoriban hét fokozatot jelentett. További öt hónap után, pedig az alhadnagy rang újabb három fokozat, ami összesen 10 lépcső a ranglétrán. Ez olyan katonai karrier, hogy Napóleonnak is dicsőségére vált volna.

Az egy hónapos kiképzés után a tartalékosok csapathoz kerültek öt hónapra. Volt, aki kemény helyre került, pl. egy világvégi hegyen lévő laktanyába, de voltak, akik jobban jártak és egy felügyelőségen kötöttek ki, ahol tervezői munkát végezhettek általában azt, amit civilben is tettek. Nekem szerencsém volt, műszaki ellenőr lettem a székesfehérvári elhelyezési felügyelőségén. Néhány laktanyában folyó építkezést kellett műszakilag ellenőrizni. Nem sok fogalmam volt mit is kellene tenni, ezért az építkezést vezető sorkatonákat - általában építési szakemberek - megkértem sorolják a problémákat. Abból nem volt hiány. Ezek közül kiválasztottam egyet és benaplóztam. Hetente egy-két órát töltöttem minden laktanyában, azután irány a strand.

Nem lehetett nem észre venni, hogy a hivatásosak nincsenek a helyzet magaslatán. Egyik alkalommal berohant egy tiszt a munkaterembe és „van maguk közt geodéza” felkiáltással földmérőket keresett. Egy társammal azonnali parancssal kirendeltek az egyik laktanyába, hogy tűzzük ki a helikopter leszállóhely jellemző pontjait, mert tereprendezést fognak végezni.

De siessünk, mert jönnek a földgépek.

Egy hét múlva a szokásos műszaki ellenőri körutamon meglepve láttam, hogy utoljára mi jártunk ezen a terepen, semmilyen tereprendezés nem történt. Két hét múlva a karókból már hiányzott, egy hónap múlva az enyészete lett. Mégse volt olyan sürgős.

Ha valami rendkívüli, tehát előre nem látható esemény következett be, szinte fejére állt a laktanya. Jöttek az ellentétes parancsok, a hivatásosak igyekeztek is valamilyen ürüggyel kibújni a feladat alól.

Egyik barátomat gyakran behívták, mint tartalékos tisztet. Általában akkor, amikor valami esemény volt kilátásban. Talán kiszúrták, hogy még egyedül álló volt, lehetséges. Mesélte, hogy egyik alkalommal egy háromnapos gyakorlatról minden hivatásos eltűnt, őt hagyták meg ügyeletesnek. Jöttek a telefonok, amelybe előírás szerint jelszóval kellett bejelentkeznie. Ha azt mondta, hogy *rigófészek*, akkor leszidták, hogy mit bohóckodik, mondja meg kicsoda. Ha civil módra jelentkezett be, akkor azért dorongolták le, zárkával fenyegetve. Hiába nem könnyű a katonáélet sem.

Mi tartalékosok egyetértettünk abban, hogy háború esetén ez a hadsereg elképesztő galibát tudna produkálni, amit nem lenne könnyű rendbe tenni. Gyakran idéztük Churhcill mondását, miszerint a háború komoly dolog, ezért nem szabad a tábormokokra bízni.

Miután letelt az öt hónap, összehívták az állományt a kiképző laktanyába, ahol ünnepélyes keretek között megkaptuk a tiszti rangot, majd a vezénylő tiszt szabadkozva ugyan, de megkérdezte, hogy akar-e valaki az állományban maradni. Halk kuncogás volt a válasz, de láss csodát egy fő jelentkezett.

Az emberek lelkivilága igen eltérő. Ki tudja, mi vitte rá, hogy a civil életvitelét feladja. Nekem már az se ment a fejembe, hogyan választhat magának valaki Magyarországon katonai pályát. Megértem, hogy az amerikaiak, vagy az oroszok így gondolkodnak, mégiscsak világhatalmak, eltöltheti őket valami büszkeség, hogy bárhol a világon beavatkozhatnak, amit sajnos meg is tesznek, de milyen perspektívája van egy magyar katonának. A legvonzóbb még

a vadászpilóta, ők legalább egy pokoli erőgép urai, ráadásul többszörös hangsebességgel repülnek. De hát az országban csak néhányan ilyen szerencsések, és ők sem kapják meg a legkorszerűbb gépeket.

Úgy gondolom, azok az emberek választhatják a katonásdit, akik szeretik, ha megmondják, mit kell tenni, nem kell önálló döntést hozni. Nekik végül is, jól jöhet ez az életforma. Hogy ne legyen kényelmes, arról azért maguk gondoskodtak. Nem volt egy nyugodt percük, pedig háborúnak nyoma sincs. Nem véletlen, hogy karkedvezménnyel mehetnek nyugdíjba, el is használnának rendszeren.

Hogy nem a legfelkészültebb emberek lettek hivatásosak, arról több alkalommal magam is is meggyőződtem. Egy barátom mesélte, hogy az egyetem előtti kiképzésén az atombombáról volt szó. Az őrmester magyarázta a bomba hatásait mert, hogy jobb felkészülten fogadni. Előbb a hanghatás jön, azután a fény. Vezette fel a mondókáját.

Többen tiltakoztak, hogy előbb a fénynek kell jönnie, mert gyorsabb a hangnál. Erre az őrmester: El tudják azt maguk képzelni mekkorát pukkan egy ilyen bomba!?

Egyszer feladatul kapta a felügyelőség, hogy állapítsák meg, milyen alakú foltot világít meg egy reflektor a föld felszínén. Elkezdtek megszervezni az éjszakai munkát, úgy gondolták, hogy egy magasabb pontra helyezett reflektorral megvilágítják a mezőt, majd a határvonalat körbejelölik, melyet majd nappal bemérnek és térképeznek. Miután minket is bevontak, elcsodálkoztunk mire ez a felhajtás. A reflektor sugárkévéje egy kúp, ami egy sík terepen ellipszist ír le. Ha a fényvetítőt a földfelszínen helyezük el, akkor parabolát kapunk. Ha pedig a zenitből világítunk, akkor kört. Mit kell itt vizsgálni? Középiskolás anyag, kúpmetaszések címszó. Ez esetben hallgattak ránk, így ez a különös éjjeli feladat elmaradt.

A féléves kiképzés végül is az átlagostól kellemesebb körülmények között letelt, de semmivel sem éreztem magam többnek, mint előtte, pontosabban néhány új barátal lettem gazdagabb. Azokban a titkosan kezelt füzetekben, amelyekbe az előadások során jegyzeteltünk, és amelyeket minden nap szigorúan begyűjtöttek, nehogy valaki kivigye magával a tanteremből, semmi nem volt, amit valóban titkolni kellett volna.

A műhold megfigyelési gyakorlatoknak egészen más volt a hangulata, hiszen ismerősök között, ráadásul már tiszti fokozatban került rá sor.

A legelső mindjárt egyhetes volt, váratlanul jelentették be, így - ahogy ez már lenni szokott - pontosan arra az időszakra esett, amikor a nejem szanatóriumba utalták. Az óvodás fiamról nekem kellett gondoskodni, a nagyszülők távol éltek. A katonák belátták, hogy a gyereket nem lehet felügyelet nélkül hagyni, de a gyakorlatot még sem lehet elhalasztani, ezért úgy határoztak, hogy a kiképzést munkaidőre korlátozzák. Az Observatóriumból hárman vettünk részt ezen a kiképzésen, de hogy ne kivételezzem velem, a másik két tartalékos is naponta hazamehetett. Az egyik napon az éjszakai bevetés volt a kiképzés tárgya. Még a főparancsnokságról is jöttek, mert akkora eseménynek számított. A hivatásosak gyakorló ruhában egész éjjel tették ami elő volt írva. A gyakorlat lényege a tartalékosok kiképzése volt, hogy háború esetén gondtalanul bekapcsolódhassanak a munkába. Így azután meglehetősen furcsán jött ki, hogy a gyakorlat főszereplői reggel úgy 8 óra után érkeztek meg a laktanyába, hogy megtudják, hogyan is zajlott le az éjszakai kiképzésük. Olyan megerőltető azért nem lehetett, mert az éjszakai eszem-izsom utáni állapotok még jócskán árulkodtak. A sült hús izletes szaftjából még nekünk is jutott.

Évekkel később parancsnokhelyettesi posztra került egy a SZU-ban frissen kandidált tiszt. Új seprű jó seprű, elhatározta, hogy kell egy nagyszabású hadgyakorlat, mégpedig igazi háborús körülmények feltételezésével.

Behívott vagy 40 fő tartalékos állományt. Már a behívások is háborús körülmények között történtek. Volt aki óvodába vitte a gyermekét, azzal köszönt el, hogy este megy érte, de délben már a "laktanyában" találta magát. Egy kocsit küldtek értük, majd rájuk parancsoltak, hogy vegyék elő az otthon tárolt katonai felszerelést, öltözzenek be és már mehetnek is a kijelölt objektumba. A helyszínen azután megtudták, hogy nem mehetnek estére haza. Sokan szerettek volna haza telefonálni, hogy ne aggódjanak, de az agilis kandidátus, azt mondta, hogy háborúban nincs telefon. A katonai megfigyelőállomás kertjében a tartalékosokkal felállított tábori sátrakat, feltöltötte vaságyakkal, ásatott tábori wc-eket, mint a háborúban.

A tartalékos tiszteket éjjel riadóztatták. Több helyről is megkaptam az értesítést, hogy éjjel jönnek értem ne lepődjek meg. Azt viszont elfelejtették mondani, hogy egy hétre készüljek. A kirendelt taxis is megszegte a hadititkot ő is odaszólt, hogy majd jön értem.

Ennél gyorsabb elkészülést még nem látott a hadtörténelem, mert ahogy jött fel a lépcsőn a taxis, már katona ruhában nyitottam az ajtót. A számomra jól ismert egységnél, nagy volt a felfordulás. Az aránylag kis területen a behívott legénység verte fel a sátrakat, és ásták a tábori latrinákat.

Este összecsődtették a legénységet meg a tiszteket és eligazítást tartott a kandidátus. A lényege az volt, hogy teljes a hírzárlat, háború van.

Nagy volt a felháborodás, mondván, hogy mi már tudjuk, hogy háború van, de a családnak még nem. Még háborúban is lehet üzenetet hagyni a családnak. Végül mindenkinek megengedett egy telefont.

Maga a kiképzés geodéziai feladatok megoldására szorítkozott, ill. a szokásos politikai fejtágításra. Továbbra sem láttam értelmét.

Titkosítási mánia

Amikor a fejlettebb világ úrkutatással foglalkozó szakemberei már a második generációs lézertechnikával végzett megfigyelésekről tartottak előadásokat, a "béketábor" országaiban ez a projekt, még csak a tervek szintjén létezett. Megoldhatatlan feladatnak tűnt olyan automatikusan mozgatható, néhány ívmásodperc irányzási pontosságra képes tengelyrendszer (montirung) elkészítése, amellyel vakon, azaz nappal is lehet követni a lézertükrökkel felszerelt holdakat. A másik probléma olyan ún. hideglézerek készítése, ami egy másodperc alatt sok leadott lövésre képes, és a mérési pontossága eléri a dm-t. Az Interkozmosz együttműködésben a montirunggal próbálkoztak a bolgárok, de a lettek is (akkori SzU), a lézerral az NDK-ban, Csehszlovákiában, de a deszkapanelt nem hagyták el ezek a fejlesztések.

Ami a dologban érdekes, hogy ha nem is nyíltan, de tudomást lehetett szerezni arról, hogy a SzU-ban is figyelnek meg, azaz követnek dm pontosan lézeres holdakat, tehát van második generációs lézerük. Kérdés, hogy milyen eszközzel?

A SzU-ban a katonai vonal teljesen elkülönült a civil szervezetektől. Előfordult, hogy a katonák felkérték (utasításba adták) a polgáriakat valamilyen feladat elvégzésére, de ez a kapcsolat csak egyirányú volt. Ilyen volt pl. amikor a Buran (szovjet úrsikló) néhány méteres makettjének a visszatérését kellett követni. Az Asztroszovjet azután tovább kérte a szövetséges országokat a feladatra. (Magyarország fölött sajnos borult volt az ég.)

Valami információ mégis kijutott a katonai területről, mert az Asztroszovjet munkatársai mondogatták, hogy vannak második generációs lézer állomások a SzU-ban, a katonák kezében, amelyek vakkövetésre is alkalmasak.

Egészen elképesztő, hogy ugyanabban országban hagyták az egyik társaságot kinlódni egy fejlesztésen, amikor egy másik társaság már megoldotta a problémát. Ez a jelenség önmagában is jól érzékelteti azt a torz szemléletet, ami uralkodott a SzU-ban. A nyílt, civil

kutatók közelébe se kerülhettek az igazi űrkutatásnak. Egy-egy kiválasztott vezető néha részt vehetett mint vendég egy műhold fellövésén, de ezzel ki is merült az együttműködés. Ezzel szemben a nyugati oldal a konferenciákon úgy viselkedett, mintha semmilyen titkolni valójuk nem lenne. Nyilvánvalóan ott is voltak nem publikus informácók, de azt valóban jól titkolták. A konferenciákon minden feltett kérdésre megadták a választ. Az USA-ban az űrkutatási berendezéseket, de a katonai csúcstechnikát is civil cégektől rendelik meg a katonák, minek következtében a megszerzett fejlesztési eredmények automatikusan hasznosításra kerülnek a civil szférában is. Természetesen a katonai fejlesztések esetén megvannak a titkosítási szabályok ott is.

A keleti blokk titkosítási mániája sok gondot okozott a szakembereknek. Semmiségekért börtönbe is lehetett kerülni. A geodéziában titkosak voltak a kisméretarányú topográfiai térképek, az egész felsőrendű alaphálózat, a légifelvételek, stb. Mivel a hálózat az ország geometriai rendjét alapozza meg, pontosságát mindenkor a legprecízebb mérési technikával, és a legkifinomultabb számítási eljárásokkal illik biztosítani. Igen ám, de az új eljárások bevezetését mindig vizsgálatoknak, elemzéseknek kell megelőzniük, hogy el lehessen dönteni, mit hoz a konyhára, érdemes e foglalkozni vele. Ilyen kutatómunkát az egyetemeken a szakmát oktató tanár-kutatók is előszeretettel végeztek, ha hozzájutottak a titkosnak nyilvánított anyagokhoz. Ezek az anyagok az állami szerveknél voltak, onnan kivinni szentségtörésnek számított. Éltek is az állami földmérés szakemberei a lehetőséggel és tudományos féltékenységből, vagy valódi félelemből, hivatkozva a titkosítási szabályokra, gyakran megtagadták az adatok kiadását. Mintegy cserébe, az egyetemi tanárok, akik otthonosan mozogtak a Tudományos Akadémia berkeiben, igyekeztek távol tartani az állami földmérés kutatóit a magasabb tudományos pozícióktól.

Voltak említésre érdemes esetek is. Első munkahelyemen történt. Légifelvételket kellett visszaküldeni a budapesti központba. Előírás szerint a szigorúan titkos anyagok szállítását fegyveres őrökkel kellett biztosítani. Kértek tehát fegyveres őroket. A két sorkatona át is vette az anyagot, de a vonat indulásáig volt még vagy két órájuk, gondoltak egyet, betették az anyagot, na meg a fegyvereket az állomás csomagmegőrzőjébe, és elmentek a kocsmába. Alaposan kihasználták az időt, mert az asztal alá itták magukat, jöttek a rendőrök, majd kihívták a katonai rendészeket és fény derült a csomagmegőrző tartalmára is. Hogy a kiskatonákkal mi történt arról utólag sem lehetett tudni, de a hivatalban napokig folytak a kihallgatások a légifelvételek kezelésével kapcsolatban. Úgy hírelett, a fegyver volt a kisebb probléma, a katonai vizsgálatnál is.

A mérnökök bizonyos feladatokhoz kikérték az 1:100 000 méretarányú topográfiai térképszelvényt. Mivel szigorúan titkos volt, úgy kellett vigyázni rá, mint a szemük fényére. Egy alkalommal egy kiváló, de kissé excentrikus, földmérő kapott szemlélési feladatot a Sopron-Kőszeg határvonal közelében. (Szemlélésnek nevezik azt a munkát, amikor egy új geodéziai pont helyét kell megkeresni és kijelölni a terepen.)

A történethez tudni kell, hogy abban az időben a nyugati határt szigorúan őrizték, tilos volt a határ több km-es körzetbe belépni engedély nélkül. Az egyik legnagyobb bűn volt a határ illegális átlépése. Több halállal végződő szökési kísérlet is történt.

Az emberünk vette a távcsövet, a szigorúan titkos térképet, járkált a határ közelében, hegycsúcsról-hegycsúcsra és szemlélt. A határőrök már messziről kiszúrták a furcsa, távcsöves alakot. Bekerítették, elfogták, A kérdésre, hogy mit csinál, emberünk nyugodtan válaszolt, hogy természetesen szemléli, mutatva a kezében lévő titkos térképre. Na ez már sok volt a katonáknak. Nem elég, hogy valaki távcsővel nézelődik a határ közelében, de még szigorúan titkos térkép is van nála, ráadásul nem is tagadja, hogy szemlélődik. Pillanatok alatt

a katonai fogdában találta magát. Úgy váltotta ki másnap Sopron neves muzeológus tudósa, mert hogy a testvére volt az illető.

A titkosítási mánia az amerikai Landsat műhold által készített digitális felvételek kezelésével érte el csúcspontját. A rögeszme következtében megvalósítottak egy szakmapolitikai paradoxont. Érvényben volt a titkosítási rendelet, miszerint a légifelvételeket szigorúan titkos minősítéssel kellett ellátni. Nem volt mit tenni, titkosították az USA-ból vásárolt Landsat felvételeket is. Hogy ki elől, az valóban titok maradt.

A magyar űrrepülés

Az Obszervatórium rövidesen kibővítette tevékenységét. A Földről végzett megfigyelés mellett a műholdak által, a Föld felszínéről készített fényképfelvételekből kinyerhető információkkal, más szóval a távérzékeléssel is elkezdett foglalkozni.

A távérzékelésben rejlő lehetőségeket senki nem vitatta, hiszen ha csak a fény hullámhosszán készített fényképeket tekintjük is, fantasztikus lehetőségek nyíltak meg az információnyerésre. Az ultraibolya, vagy az infravörös tartományban készített felvételek további páratlan alkalmazási lehetőségeket kínálnak, pl. bepillantást nyerhetünk a felszín alatti világba is.

A hazai távérzékelés több évi jelentős felfejlesztési fázis után, a régióban, de még a nyugati világban is elismert eredményeket ért el, amit később iparszerűen, országos feladatok végzésével ki is aknáztak. Ez a részleg hamarosan kinőtte az Obszervatórium kereteit, és helyileg bekerült a központba. Aktív szerepet játszottak az első magyar űrrepülés alkalmával.

Az első magyar űrhajós repülése, a körülötte rendezett szenzáció-hajhászás ellenére, valóban jelentős esemény volt. Farkas Bertalan, a fiatal jóképű katonai repülő, kiválóan megoldotta a betervezett feladatokat. A több mint egyhetes repülés alatt mivel kevésnek bizonyult az információ, amit a Berci a Szaljut fedélzetéről naponta pár percben tudósított, az újságírók törték magukat valami plusz hírért. Nem maradhatott ki az Obszervatórium sem az eseményből, többek újságíró kereste fel, hátha összejön valami számottevő hír.

A távérzékelő részleg a Bioszféra nevet adta a projektnek, több helyszínén az országnak földi méréseket végeztek, hogy majd a Berci által az űrből készített felvételekkel összevegyék. Ezek a feladatok nem voltak haszontalanok, de több volt benne a propaganda, mint a várható eredmény.

Ezeknek az űrrepüléseknek voltak élelmes haszonélvezői a SzU-ban. A magyar repülésre is elindult Bakuból egy kamion, tele műszerekkel, hogy részt vegyen a programban. Hogy mit akartak mérni és miért itt, az homályban maradt. Meg is tette az út 99.9 %-át biztonságosan, amikor az Obszervatóriumtól néhány km-re egy éles kanyarban felborult. A magyar kísérijük szemtanúja volt az esetnek. Azt látta, hogy a sok műszer egymás hegyén hátán feküdt, de a két orosz csak a vodkás üvegeket szedegette, a műszerekkel nem igen foglalkoztak. Hogy miért kellett Magyarországra utazni ezzel a kamion nagyságú mérőkocsival és méréseket végezni, csak azért mert az űrhajó fedélzetén volt egy magyar is, rejtély. Amikor a cseh-szlovák űrhajós repült, Csehországban voltak. Sikerült megetetni otthon a hivatalos szerveket, hogy van valami összefüggés, és még egy műszerkocsit is szereztek hozzá. Nálunk sokat nem mértek, mert az egyiküket, már az érkezésük másnapján egy furcsa betegséggel a László kórházba szállították és ott is maradt a repülés végéig.

A repülés másnapján meglehetősen figyelni az űrhajót Magyarországról. Természetesen egy sokszoros nagyítású teleszkóppal is csak egy fénylő pont képződik le, tehát a fényképen is

csak egy egyenes vonalat lehet látni, a csillagos háttérrel. Az első napon én is készenlétben álltam, hogy lefényképezem, de az égbolt teljesen borult volt. A negyedik napon a kollégámnak mégis sikerült lefényképeznie. Meg is lett a szenzáció. A sajtósok amint megtudták, hogy lefényképezték az űrhajót, nem csak bementék a rádióban, de látni is akarták. Kivonultak az Observatóriumba, de a fénykép nagy csalódás volt számukra. Csak egy vonalat láttak, amit a műhold képe húzott az emulzió és nem a Farkas Bercit, ahogy ínteg az ablakból, pedig valami ilyesmire számítottak.

A rádiós technika előretörése

Az optikai megfigyelések, különösen a keleti régióban még javában folytak, amikor a nyugati országok már szinte kizárólag a Doppler technikát alkalmazták. Magyarország kissé kilógott a keleti blokkból, a semleges Ausztrián keresztül, némi nyugati csúcstechnológia is eljutott ide. A Doppler technika természetesen embargós (export tilalmi listán lévő termékek) volt, a varsói szerződés országai számára. Valahogy mégis átengedték a Magyarországról érkezett vásárlási szándékot, vagy a műszerforgalmazó nem vette komolyan a tiltást a lényeg, hogy 1978-ban megérkezett az Observatóriumba az egész keleti blokk első Doppler-vevője. (Két évvel később feloldották a tilalmat.) Másodikként az NDK jutott Doppler-technikához. Ez volt az időszak, amikor a nyugatnémetek jelentős támogatást kezdtek nyújtani az NDK-nak. Ennek az együttműködésnek lett később az egyik gyöngyszeme az a Trabant, amelybe korszerű Volkswagen motorokat építettek. Ez a képtelen konstrukció visszatükrözte az ugyancsak képtelen politikai, ill. gazdasági helyzetet.

Az amerikai gyártott JMR1 típusú Doppler vevő beszerzése mérföldkönek számított. A műszer kiválasztására két kollégám utazott ki az USA-ba, ahol a műszergyártó cég szívélyesen fogadta őket, még abba a katonai objektumba is megfordultak, ahol a navigációs rendszer egyik központja is üzemelt. Hogy ez tudatos volt-e, vagy véletlen, nem lehetett tudni.

A Doppler-technika új életet vitt az Observatóriumba. Ezzel a műszerrel nem kellett éjszakázni, nem kellett az égboltot figyelni, hogy felhős-e, dolgozott automatikusan, ahogy beprogramozták. Az észlelési adatokat tartalmazó kazetta nagyjából 3 naponta telt be.

A vevő, amikor nem volt rákapcsolódva a műholdra, folyamatosan füttyögve pásztázott csúsztatva a kereső frekvenciát. Ha megtalálta valamelyik műhold jelét, rátapadt és a keresést abbahagyta. Egy vonulás (a műhold áthaladása az égbolton) mintegy 20 percig tartott. Ez a technika egyszerre csak egy holddal tudott kapcsolatba lépni, ezért nem volt mindegy hogy rákapcsolódva egy kevésbé jó vonulásra, esetleg lemaradt egy igen jó pozícióban lévő műholdról. Ennek elkerülésére az észlelők beprogramozták, hogy melyik holdakkal létesítsen kapcsolatot.

Kihhasználva azt az előnyt, hogy a régióból egyedül mi rendelkezünk Doppler-vevővel, számos nyugat-európai mérési kampányban vettük részt. Megismerve a rádiós technikát jelentős szoftverfejlesztéseket is végeztünk, amelyekért egy amerikai cégtől további két vevőt is kaptunk. A három vevő, már komoly műszerparknak számított, ezért még több meghívást kaptunk nyugati országokból is.

Egy tetszőleges pont pozícióját 20 perc alatt lehetett meghatározni 50 méteres pontossággal, de ha a pontosságot 1 méter alá akartuk növelni és a magassági koordináta is szükséges volt, akkor 4-6 napig kellett a ponton gyűjteni a méréseket és speciális szoftverrel kellett kiértékelni az adatokat.

Nemzetközi együttműködés, űrszemét kérdése

Doppler vevőinkkel gyakran vettünk részt észlelési kampányokban külföldön, főleg a nyugati országokban. A kampányok szervezőinek jó jött a három vevő és az olcsó munkaerő, nekünk is jól jött az akkor még ritkaságszámba menő nyugati kirándulás. Ritkábban az un. testvéri országokból is kaptunk meghívást.

Egy alkalommal a bolgár kollégák segítséget kértek az országos mérési kampányukhoz, ami azt jelentette, hogy Doppler vevővel a Plana nevű, a mi obszervatóriumunkhoz hasonló megfigyelő helyen kell egy hónapot folyamatosan észlelni. Rám esett a választás, ezért úgy gondoltam, ha már ott leszek, beavatom az ottani kollégákat a doppleres holdak fotografikus megfigyelésébe.

A mi javaslatunkra folyt ez a program. A lényege az volt, hogy az ismert koordinátájú műholdakból iránymérésekkel határoztuk meg az állomás koordinátáit. A doppleres holdak koordinátáihoz az észlelésekkel párhuzamosan rögzített pályaelemek felhasználásával lehetett jutni, két lépcsőben. Egyszer megadnak egy klasszikus Kepleri ellipszis pályát, hat adattal, majd 2 időpercenként megadnak három korrekciós értéket méterben, amivel meg kell javítani az ellipszis pályát három irányban. A két perc alatt ezek az értékek nem változtak többet, mint 10-20 méter, így viszonylag pontosan lehetett interpolálni, az adott időpontra.

Ha már rendelkezésre áll a holdakra mutató irány, továbbá ismert a hold helye is, térbeli hátrametszéssel számítani lehetett a megfigyelőállomás koordinátáit. Ez azt jelenti, hogy amennyiben rendelkezésre áll egy sereg mért irány az állomás és a holdak között, és ismerjük a holdak pillanatnyi helyét az égen, akkor meghatározható az állomás földrajzi szélessége és hosszúsága.

Az ötlet azonnal tetszést váltott ki, a kelet-európai országokban. A nyugati szakemberek ekkor már a Doppler holdakkal elért első mérésekből kapott eredményekről tartottak előadást, de a keleti térfélen vonzó volt, mert a szocialista országok számára embargósnak számító Doppler vevőből ekkor csak egy darab volt a régióban. Ezzel a programmal, a rendelkezésre álló fotókamerák kaptak új feladatot, egyben a rádiós technika közelébe lehetett férközni. Az így levezetett állomáskoordináták pontossága meglepően nagy volt, az addigi 10 métert 2 méterre sikerült leszorítani. A pályaelemeket a nemzetközi programhoz az Obszervatórium biztosította.

Két héttel az indulás előtt elkészítettem mind a doppleres, mind a fotografikus előrejelzéseket. Éppen a két hét miatt számítani lehetett nagyobb hibára. A doppleres előrejelzés nem volt lényeges, hiszen csak a kezdés és befejezés időpontját kellett megadni percre pontosan. Iránymérésnél több időperces hiba viszont már jelentősnek számít. Mivel a műholdak pályasíkja igen stabil, akár egy évre is előre jelezhető egy fok pontossággal. Amit már egy napra is nehéz előre jelezni, az a műhold helye a pályán. Nem csoda, hiszen másodpercenként közel 8 km/óra sebességgel száguld. Ha viszont több percet késik, vagy siet, a Föld ez idő alatt úgy elfordulhat a pályáiv alatt, hogy a műhold kiesik a látómezőből. Ezt a jelenséget kell valahogy korrekcióba venni.

Lefuttattam a pályaszámító programot, több verzióban. A holdat két időperc eltéréssel tologattam a pályán, 5 perc késéstől, 5 perc sietésig. Ennél nagyobb hibára nem számítottam. Nem lehet tudni, mikor lesz derült az ég, ezért 5 egymás utáni napra számoltam előrejelzést, több holdra. Öt nap csak elég lesz. Amint sikerül elkapni a holdakat, a kapott hiba alapján már pontosítom és a következő vonulásra a pályaelemeket.

Plana, a Szófia fölötti Vitosa hegy túloldalán fekszik, megkerülve a hegyet úgy 30 km-re a fővárostól. A kocsiban az ablakon beáramló levegő elviselhetővé tette a hőséget. Az utolsó 5 km emlékezetes volt, mert az útfelület nagyobbik felét mély kátyúk borították, így azután a gépkocsik csak 5-6 km-es sebességgel voltak képesek közlekedni. Az egyébként félórás út így

1.5 óráig tartott. Végre megérkeztünk az obszervatóriumba, amely a dimbes-dombos táj egyik magaslatát foglalja el. A nyár ellenére a hőmérséklet itt normális, mivel a falu 800 méter magasan fekszik. Ellentétben a magyar állomással, itt szokványos csillagászati kupolák voltak az észlelő házakon. Több ilyen megfigyelő hely van a több hektáros bekerített területen. Nem luxus kivitelben, de egy egész lakosztály állt a rendelkezésünkre, külön dolgozószoba, hálószoba, konyha.

Hétvégén az állomás kiürült, még éjjeli őr sem alkalmaztak. Egyedül maradtunk a családommal és egy hatalmas, barátságos németjuhász kutyával.

Még ki se pakoltunk rendesen, de a csillagos ég vonzereje arra ösztökélt, hogy megnézem, valóban minden összeáll-e a fotografikus megfigyeléshez. A kamrában előkészítettem a kazettát elővettem az előrejelzést és felmentem a megfigyelő házba.

Beállítottam a tengelyeket a még otthon kiszámolt 5 perces sietésre. Villanyoltás. Meglepett, hogy mennyivel tisztább az égbolt, mint otthon. A 800 méteres magasság ennyit számít. Na meg a tisztább légkör is. Budapestnek és környékének bizony elég szennyezett a légköre. Ilyen ragyogó csillagos égboltot otthon csak igen ritkán, egy-egy időjárási front elvonulása után tapasztaltam. Keleten a hegyek felett felhők takartak ki az égboltból. Jobb szemem a követő távcső okulárjára helyezve vártam. A doppleres holdak poláris pályán mozogtak, tehát a vonulás iránya nagyjából dél-észak irány volt. Ha 5 percet sietne a hold, most kellene meglátnom. Percenként fél fordulatot kellett csavarni a magassági szög beállító csavarán. Minden hosszú sípjelnél (percenként) korrigáltam a magasságot. A hold nem jött, pedig már a késés tartományába ért. Már több mint 2 percet késett a hold, amikor a látómező baloldalán beúszott a műhold, nem sokkal a vízszintes szákeret alatt, és haladt azzal párhuzamosan a látómező közepe felé. Az 1Hz-es sípjelek alapján megállapítottam a késést. Amikor a hold metszette a függőleges szálat, indítottam a követést majd elkezdtem számolni a sípjeleket, 17, 18, hosszú síp. Tehát 3 perc mínusz 19 másodpercet késik. Ez alapján már tudtam korrigálni a következő napi előrejelzéseket.

Készítettem három felvételt, amikor a hold halványodott, majd eltűnt. Bement a Föld árnyékába. Az árnyékba menetellel az aznapi munka végétért.

A műholdak eltűnésének volt egy durvább lehetősége is. Ez időtájt katonai körökben gyakran esett szó a mesterséges holdak lelövéséről. Folytattak műholdak lelövését célzó kísérleteket mindkét oldalon.

A műholdak többsége katonai céllal került pályára, ebből következik, hogy az első perctől terítéken van azok lelövése is. A feladat nem egyszerű. Először is olyan rakétát kell előállítani, amelyik eléri a kellő magasságot. Ez végül is rendelkezésre áll, hiszen a holdat is feljuttatták valamivel. A nehezebb kérdés az eltalálás. Fel kell szerelni a rakétát valamilyen érzékelővel, pl. radarral, amivel az utolsó szakaszban a célra lehet vezérelni. Mindez másodpercenként 5-7 km-es sebességnél, ami hétszerese a leggyorsabb vadászrepülő sebességének, komoly technikai kihívás. Évekkel később, 2007 január 11-én Kína a nyilvánosság előtt lelőtte egyik meteorológiai műholdját, demonstrálva, hogy ők is képesek erre a teljesítményre.

A lelövés problémája legyen a katonáké. Van itt egy súlyosabb kérdés, ami mindannyiunk, de főleg utódaink életét befolyásolja, ez pedig az űrszemét. Az alacsony 150-200 km magas pályákról a légkör fékező hatása rövidesen lekényszeríti a holdat a sűrűbb légrétegekbe, ahol egyre nagyobb mértékben fékeződik, felizzik, majd elég. Egy masszív, tömör hold magas pályán azonban millió évekig is fennmaradhat.

A szétlőtt hold darabjai bár kis méretük miatt nem láthatók, azért megvannak, és elkezdik beborítani az eredeti hold környezetét. Az a darabka, amelyik a Földtől kifelé kapott egy impulzust, magasabbra kerül, tehát lassabb pályára, ezért lemarad az eredeti hold helyétől. Amelyek a Föld irányába lökődtek meg alacsonyabb, tehát gyorsabb pályára kerültek, ezért

megelőzik a szétlőtt holdat. Az égi mechanika egyik látszólagos érdekessége, hogy ha az űrhajó fékeződik, magasabb pályára kerül. Ennek magyarázatához gondoljunk a piruettező korecsolyázóra, aki ha behúzza kezeit-lábait felpörög, mert az impulzus megmaradás ezt diktálja. Mivel az oldalirányú impulzust elszenvedő részek ugyancsak távolodnak a kiindulási helytől, a hulladékdarabok lassan, de biztosan szétszóródnak.

Az űrszemét nagyobb veszélyt jelent az űrhajózásra, mint a meteorbecsapódás. Termeljük az űrszeméteket rendszeresen. 1991-ben egy Kozmosz műhold ütközött egy másik Kozmosz egyik darabjával. 1996-ban egy kiéget Ariane felső része ütközött a francia Cerise műhoddal. 2005-ben a Déli sark felett egy amerikai rakétatest és egy kínai rakéta harmadik fokozata keresztezték egymás pályáját. Képzeljük csak el, ha néhány év alatt sok ezer darab űrszeméteket juttattunk a Föld körüli űrbe, mi lesz itt 1000 év múlva. Ha ilyen ütemben szemételetünk, egy idő után nem lehet kilátni a Földről. A veszélye az űrszeméteknél nyilvánvaló, hiszen a hatalmas impulzus miatt egy 1 cm^3 térfogatú darabka, ha 10 km/sec sebességgel becsapódik, felér egy kizigránát pusztító erejével.

A fő probléma az, hogy az egyszer kijuttatott űrszeméteket szinte reménytelen vállalkozás lehozni. Nem lehet egyszerűen összegereblyézni, már csak azért se, mert egy méret alatt nem is lehet követni, tehát nyilvántartani őket. Ahhoz, hogy be lehessen gyűjteni őket, a „gereblyét” azonos pályára kell állítani, a pályamódosítás pedig sok energiát igényel. Pedig ezek a darabkák veszélyt is jelentenek. Ha például egy ilyen darabka találkozik egy szembe jövő űrhajóval, a relatív sebesség, ami az ütközéskor fellép, már 15 km is lehet másodpercenként. Ilyen sebességnél, az ütközésnél felszabaduló energia - még néhány cm^3 -es alkatrész esetén is - végzetes lehet az űrhajóra. A szemételettel borított földkörüli térség tehát egyszerűen megakadályozhatja, hogy ki lehessen jutni a Földről. Remélhetőleg erre nem kerül sor, de az ilyen hold szétlövéssek, ütközések fokozzák ennek bekövetkezését. Az emberi faj fennmaradásának egyik kérdése, hogy sikerül-e felülemelkedni a rövid távú önző, hatalmi szempontokon, és alávetni magunkat egy hosszú távú környezetkímélő szemléletnek. A legalapvetőbb emberi tulajdonságot kell levetkőzni. Nem lesz könnyű feladat. Leszármazottaink nem fognak imáikba foglalni az űrszeméteket miatt.

A legkényesebb állapotban a szinkron pálya van. A keringési idő annál több, minél magasabb pályán kering a hold. A Hold például 380 ezer km magas pályán 28 nap alatt kerüli meg a Földet. Van egy olyan pálya is, amikor éppen 24 óra a keringési idő. Ha ezen a pályán a műhold az egyenlítő fölött kering, (a pálya inklinációja zérus) akkor a Földről mindig ugyanott látjuk. Óriási előnye van tehát a szinkron pályának, hiszen a rajta keringő holdat a nap 24 órájában mindig azonos irányban látjuk, ami egy kommunikációs hold esetében óriási előny. Ez a magasság a Föld közepétől számítva 42 ezer km .

Vannak érvényben az ENSz által kidolgozott egyezmények, mi szerint a műholdak tulajdonosai kötelesek annyi energiát tartalékolni a műholdon, amennyivel ki lehet lökni pl. a szinkron pályáról a holdat, mert a szinkronpálya a legértékesebb. Ennek ellenére a legtöbb űrszeméteket kiemelkedően ezen a pályán van, ami igen aggasztó.

Másnap a bolgár civil kollégák együtt az ottani katonákkal, összesen négy csapattal elindultak a doppleres mérési kampányra. Planán 10 órakor kellett megkezdeni a Doppler mérést. Reggeli után gondosan felállítottam a vevőkészülék antennáját a betonpillérre, a három alumínium lábat kikötöttem, hogy egy esetleges vihar le ne lökje a pontról, az antenna kábelt bevezettem az AFU házba, ahol a Dopplervevő üzemelt. Tíz óra előtt bekapcsoltam a vevőt, ami megkezdte a holdak keresését változó magasságú sípoló hang kíséretében. A kereső frekvenciacsúsztatást lehetett így hanggal követni. Amikor a vevő rátalált egy holdra, rákapcsolódott és a sípolás abbamaradt. Megvártam, amíg az első hold észlelése beindul, majd készenléti üzembe helyezve a készüléket magára hagytam. Ha alaposan előkészíték mindent, elegendő naponta egyszer ránézni. Nem egy megerőltető munka.

A planai három hét ragyogó időben, kellemesen telt el. Bolgár kollégákkal együtt készítettünk egy sor felvételt a Doppleres holdakról. Később ezen felvételek alapján 2 méteren belül sikerült meghatározni az AFU75 kamera helyét, a WGS72 világrendszerben. Többször belátogattunk Szófiába, ahol általában igen meleg volt, felüdülés volt visszatérni az obszervatóriumba. Az emberek mentalitása lényegesen nyugodtabb, emberibb volt, mint amit nálunk megszoktunk. Előfordult, hogy a helyközi busz sofőre leszállt, elment valamit vásárolni. Amikor vagy 15 perc múlva visszajött senki nem méltatlankodott, ültek a buszban és beszélgettek nyugodtan. Az egymással szembe közlekedő autóbuszok vezetői is rendszeresen megálltak beszélgetni. Ilyenkor megállt a forgalom. Semmi dudálás. A környezet is megtartotta ősi jellegét. Az obszervatórium mellett kezdődő erdő tele volt szárocával, a réten szegfűgombát szedtünk, meg számtalan mezei virágot.

Az utolsó héten visszajöttek az expedíciós csapatok, akik leginkább a Duna delta környéki szunyoginvázióra panaszkodtak. Még néhány napos referenciamérések és irány haza.

Pénteken vendéglátóink megkérdezték, hogy akarunk-e kirándulni egyet a Rilai kolostorhoz. Hogyne akartuk volna. Reggel 7 órára előállt a Lada gépkocsi és irány Rila. Az utakra ráfért volna egy kis javítás, de a táj gyönyörű volt. Közeledve Rilához, egyre szebb hegyormok tűntek elő, majd felbukkant a jellegzetes csíkos mintázatú kolostor. Rövidnadrág nem volt ildomos a kolostorban, ezért felvettük az előre bekészített megfelelő ruházatot. A belső helyiségek ablakaiból látható panoráma egyedülálló. Igazán innen nyílik pazar kilátás a hegyormokra.

Vagy két órát töltöttünk a kolostorban, vezető mutatta a látnivalókat. Nem szabad kihagyni, mindenkinek ajánlom. Az ebédet visszafelé menet, egy út menti büféből oldottuk meg, mindenféle kebab szerű, ízletes étellel. Ráadásnak hatalmas őszibarackot ettünk, ami a folyadékhiányt is pótolta, de az íze az felejthetetlen.

Kiérve a Rilai útról, jött a javaslat, még csak dél van, menjünk el a bolgár Svájcba, a Pirin hegységbe. Itt van nem messze, ezt se szabad kihagyni. Nosza, nézzük meg, gyerünk!

Valóban nagy élmény volt. Úgy 1800 méter magasan, egy turistákkal teli völgyben szálltunk ki a kocsiból hosszabb időre. Itt készülődtek a hegymászók a másnapi túrára. Mindenféle sátrakat lehetett látni, de faépítmények is voltak, ahol vásárolni, tisztálkodni lehetett. A völgyből szinte minden irányban igen magas, fehér márvány, hófoltokkal tarkított csúcsok látszottak. Itt hamarabb sötétedett, a napfény a magas hegyek miatt korán eltűnik. A sejtelmes szürkületből felbámulni a fényes, még napsütötte csúcsokra, nem mindennapi látvány. Késő éjjel értünk vissza Planára, két nap után pedig Budapestre.

Forradalmi változás

Kollégáim felvetettek egy új típusú mérés technikát, amit a Doppler-vevővel lehetne végezni. Le is rakták az interferometria elvére támaszkodó, lényegében a későbbi GPS technika mérési technika alapjait. Ezekbe a nagyszerű fejlesztésekbe én is bekapcsolódtam, azzal a javaslattal, hogy alkalmazzunk atomórákat a közös időhátter biztosítására. Az időmérés sarokpontja volt a módszer sikerének, mint ahogy később az egész globális helymeghatározásnak is.

Az ötletet az NDK-s kollégák is átvették, és saját eljárást dolgoztak ki. A két csapat végül egy közös, atomórákkal kiegészített mérési kampányt szervezett, amelyben még a 800 km-es távolságot is sikerült 10 cm pontossággal megmérni. Ez a pontosság egy nagyságrenddel múlta felül a hagyományos doppleres mérés eredményét. Értékelte ezeket a fejlesztéseket az egyik amerikai Dopplervevő gyártó cég is, és további két vevőt ajándékozott a fejlesztések sikeres folytatásához. Sőt, egy amerikai vállalkozó is látott benne fantáziát, de mielőtt eljutott

volna a kivitelezési szakaszba, előtérbe került a GPS technika, ami egy csapásra kiszorította a doppleres módszert.

Már az első mérési eredményekből látszott, hogy a GPS lesz az első olyan műholdas helymeghatározó technika, amely bevonul a hétköznapi geodéziába. Ez lesz az a technika, amely kamatostól visszahozza a műholdmegfigyelésekbe fektetett munkát, amely meghatározó lesz a geodéziában. Maga a technikai fejlődés bámulatos volt. Az első GPS vevő még egy konténeret töltött meg, tíz évvel később már csak 10 kg-ot nyomott, és újabb 10 év múlva (ezredforduló után) egy karórába is be lehetett építeni. Tegyük hozzá azonnal, ez utóbbi nem geodéziai műszer.

Érdekes, hogy a globális navigációs rendszert nálunk nem a navigációs szakemberek, hanem mi földmérők ismertük meg először. A nyolcvanas évek végén az Obszervatórium tartotta az első GPS tanfolyamokat, amelyen részt vettek többek között a MALÉV pilótái, de ami még érdekesebb, egyetemi oktatók is. A műholdas helymeghatározás ekkor még teljes mértékben hiányzott a tananyagból.

Úgy gondolom jól sáfarkodtunk azzal az előnnyel, ami az önkébe csöppent a Dopplervevő beszerzésével. Néhány év múlva, amikor már a többi szocialista ország is hozzájuthatott ilyen berendezéshez, szívesen jöttek a régióból szakmai összejövetelekre, hogy átbeszéljék a következő lépéseket, nemzetközi mérési kampányokat, egyben kalibrálták a berendezéseket.

A rádiós technikában szerzett presztízs, megmaradt a GPS korszak elejére is, ennek egyik eredménye volt, hogy egy évtizedig minden második évben, sikeres nemzetközi GPS szemináriumot tartottunk az Obszervatóriumban. A szemináriumok légré, közvetlen volt, a szakmai protokoll nem nyomta rá a bélyegét. A nemzetközi szakemberek egyre többen jelentkeztek, furcsa módon még a tengeren túlról is. A szemináriumok egyik vonzereje abban volt, hogy élenjáró nyugati szakemberek kapták a főszerepet, akikhez az érdekesítő előadások után, záporoztak a kérdések, főleg a keleti blokkból érkezett kollégáktól. Több szemináriumon vett részt, pl. Mueller Iván professzor is, aki alapítója volt az egyre jelentősebb szerepet játszó Nemzetközi GNSS Szolgálatnak. A szemináriumok elmaradhatatlan velejárója volt az Obszervatórium kertjében főzött bográcsgulyás. Egyre többen jelentkeztek talán a családias légré miatt, mígnem a létszám kinötte az Obszervatórium kereteit és más helyszínt kellett keresni. Paradox módon ezzel viszont odalett a vonzerő, abba is maradt a sorozat.

Szakmai alapok

A GPS alkalmazások mellett az Obszervatórium alaputatásokat is végzett. Ilyen volt a VLBI (nagyon hosszú bázisvonalú interferometria) projekt is.

A geodézia legfontosabb alapfeladata, a Föld alakjának minél pontosabb meghatározása. A Föld alakja mindig is érdekelte az embereket, Homérosz például lapos korongot említ, de Püthagorasz már gömbnek gondolta, Arisztotelész korában pedig már általános felfogás volt a gömb alak. Az első méréseket a Föld sugarának meghatározására Eratoszthenész végezte, úgy, hogy megfigyelte, amikor a Nap sugara Asszuánban éppen merőlegesen esett a felszínre (a Nap besütött a kút fenekére), addig Alexandriában 7 fokkal eltért a függőlegestől. A két város közötti távolságot felszorozva $360/7$ –el, megkapta a Föld területét. Eratoszthenész mindössze 7%-ot tévedett, ami a módszer ismeretében inkább a véletlennek köszönhető.

A középkorban erről megfeledkezve, hivatalosan ismét lapos lett a Föld, de a nagy felfedezések korában a kérdés véglegesen eldőlt, hiszen Magellán hajója megkerülte a Földet.

A Föld alakjának minél pontosabb ismerete, fontos a térkép készítéséhez. A Föld alakját minél kiterjedtebb geodéziai hálózatokkal lehet szabatosan meghatározni. A geodéziai hálózatokkal az a gond, hogy hagyományos technikával, nem lehet őket összekötni, ha az óceán két oldalán fekszenek. Hogyan lehet a problémát megoldani? A választ már ismerjük, űrtechnikával, műholdak segítségével.

Van azonban egy lehetőség, amikor nincs szükség műholdakra sem. A világűrben folyamatosan áramlanak minden irányban, a rádióhullámok. Különösen erős és pontszerű rádióforrások a kvazárok. Tegyük fel, hogy két rádióteleszkópot állítunk fel, egymástól távol, és mindkettőt ráirányítjuk ugyanarra a kvazárra. A beérkező véletlenszerű jeleket mindkét helyen rögzítik, és igen pontos időt is rendelnek hozzájuk, azonos időrendszerben. A jelek beazonosításával, meg lehet állapítani, hogy a jel mennyivel később érkezik meg a távolabbi távcsőbe, azaz számítható a két teleszkóp távolságának a kvazár irányába eső vetülete. Elvégezve ugyanezt a mérést további két, más irányban lévő kvazárra, számítható a két teleszkóp valódi távolsága. Ezt nevezik VLBI technikának. A nagyméretű rádióteleszkópokkal, páratlan pontosságot lehet elérni. Lehetővé vált több ezer km-es távolságok 1 cm-en belüli pontosságú megmérése. A hagyományos geodéziai mérésekhez viszonyítva ez három nagyságrend pontosság javulást hozott. Természetesen ezzel a módszerrel csak a meglévő teleszkópokat tudták összemérni. Mintegy két tucat állomás, alkotta meg az első, globális geodéziai hálózatot. Az első, az egész Földet lefedő geodéziai hálózat tehát VLBI technikával készült. A rádiótávcsöveket alapvetően csillagászati jelenségek tanulmányozására építették, a geodézia hálózat csak mintegy mellékterméke a technikának.

Mivel a kvazárok igen távoli objektumok (gyakorlatilag végtelennek tekinthető a távolságuk) a módszerrel, a Földön a két távcső relatív helyzetét függetlenül a köztük lévő távolságtól azonos pontossággal határozhatjuk meg. Megoldódott tehát az óceánok áthidalásának kérdése.

A VLBI technika annál részletesebb képet állít elő, minél nagyobb területet fednek le a Föld felszínén a teleszkópok, azaz minél távolabb helyezkednek el a távcsövek egymástól. Ennek a távolságnak a Föld mérete szab korlátot. Ez adta az ötletet arra, hogy helyezték ki az egyik távcsövet az űrbe, hogy a Föld átmérőjének többszörösére lehessen növelni a teleszkópok közötti bázisvonalak hosszát. Ezt nevezik űrVLBI technikának.

Az Observatórium egy aktív csoportja, ebbe a témába dolgozta bele magát, és bár Magyarország soha nem rendelkezett rádióteleszkóppal, szoftverfejlesztéseinket használták Amerikában és Japánban is.

Egy eredeti ötlettel, sikerült az addig egymással csak közvetve összemérhető földi és égi koordinátarendszereket elméletileg közvetlenül is összekapcsolni. Eredményeik elismeréseként több órás megfigyelésidőt kaptunk a Japán űrVLBI holdra, amikor is az Observatórium által javasolt méréseket végezték, szinkronban több földi VLBI állomással. ŰrVLBI témában az Observatórium szoros kapcsolatba került orosz, indiai, japán, és amerikai kutatókkal. Rövid ideig én is dolgoztam ezen a témán, a tervezett orosz űrVLBI hold pályaszámítását modelleztem Hollandiában, ahol rendelkezésre állt a megfelelő szoftver.

Ez a projekt jól bizonyította, nem feltétlenül azon a területen lehet csak elérni sikereket, amelyet közvetlenül művelnek is az országban. A VLBI technika által létesített geodéziai világhálózatot azután a lényegesen olcsóbb GPS/GNSS technikával sűrítették be a Föld felszínén. Ezeknek az igen pontos hálózatoknak a folyamatos mérésével derült fény a kontinensek mozgásának finom meghatározására, ami sokat segít a Föld fizikájának megismerésében.

A laikusok nehezen értik, miért tulajdonítanak a földmérők olyan nagy jelentőséget a Föld alak minél pontosabb megismerésének, amikor a földmérő legtöbbször egy telek négy sarkát méri be, vagy tűzi ki, amihez elegendő egy mérőszalag. Egy hétköznapi példával talán közelebb kerülünk az igazsághoz:

A megépült bevásárló központok között, a Pólus volt az egyik első. A földmérő, akit megbíztak a kitűzésével műholdas technikával gondolta a munkát elvégezni, ezért megkért, hogy segítsék neki. A megrendelő mm pontos kitűzést kért. A két legtávolabbi alappont vagy ötszáz méterre volt egymástól, tehát szokatlanul nagy épület. Elvégeztük GPS technikával a mérést, feldolgoztuk, majd az Egységes Országos Vetületi rendszerben átadtuk a megrendelőnek. A megrendelő óvatos volt és felkért egy másik csapatot, hogy mm pontos távmérővel mérjék meg közvetlenül a pontok távolságát. Összehasonlította az eredményeket és ugyancsak meglepődött, mert cm-es eltéréseket kapott. Összehívta a földmérőket és fejükre olvasta az általa kimutatott hibákat.

Több óránkba került, mire sikerült megértetni, hogy minden rendben van. A problémát az okozza, hogy a GPS mérés vízszintes koordinátáit országos rendszerben, a Föld alakját jól megközelítő ellipszoidon ábráztuk, a távmérések pedig egy önkényes helyi térbeli rendszerben születtek. (Tudom ez így még nem érhető.) Megadhattuk volna a kitűzött pontok koordinátáit mi is egy helyi ortogonális (derékszögű) rendszerben amelyben az épület függőleges élei is párhuzamosak. Ez esetben nem lett volna ellentmondás az ellenőrző mérésekkel, de felmerül a kérdés, a Pólus melyik pontján rögzítsük a függőlegest, azaz a Föld melyik pontjához illesszük a vízszintes síkot. A helyet az, hogy csak egy pontban lehetséges, mert a függővonalak a Föld gömb alakja miatt nem párhuzamosak. Ötszáz méterre lévő két pont függővonala már 15 ívmásodperces szöget zárnak be egymással. Ha tehát egy helyi derékszögű rendszerben a Pólus egyik végét beállítom a függőlegesbe, a másik vége 15 másodperccel ferde lesz, és ami még súlyosabb, az épület nem lesz vízszintes, a másik vége cm-ekkel megemelkedik.

Az a helyzet, hogy már egy ekkora kiterjedésű épületnél sem szabad ragaszkodni a helyi, síkalapú rendszerhez, mert a síkot csak egy pontban lehet illeszteni a Föld felszínéhez.

Az országhoz viszonyítva még az ilyen kis objektumnál is, mint a Pólus, cm-es hibákat kapnánk, ha alapfelületnek nem egy ellipszoidot hanem síkot vennénk.

Az országos koordinátarendszer alapja ezért egy ellipszoid, ami jól megközelíti a Föld alakját. Ha valaki távmérővel belemér, ezért nem kaphat egyező eredményt, mert a valóságban mért távolságokat még redukálni kell magassági, vetületi és még más korrekciókkal.

Hosszas magyarázkodás után talán megértették a Pólus építetői, hogy miről van szó, és mivel még nem dőlt össze a központ, úgy tűnik nem hibáztunk.

Ma már a műholdak korában nem okoz problémát a Föld alakjának meghatározása, de rendkívüli feladatnak számított mindez hagyományos földi technikával. A földalak meghatározásának kezdetén, mérföldkönek számít a Struve féle geodéziai alapvonal. A közel 200 éves alapvonal azért is érdemel figyelmet, mert 2005-ben, tíz ország (Norvégia, Svédország, Finnország, Oroszország, Észtország, Litvánia, Lettország, Fehéroroszország, Moldova és Ukrajna) együtt kérte és kapta is meg a felvételét a világörökség listájára.

Az alapvonalat az 1800-as években hozták létre Friedrich Georg Wilhelm von Struve német csillagász vezetésével. Struve a Föld alakját kívánta meghatározni, különös tekintettel a lapultság mértékére. Ha a Föld lapult, akkor a sarkok közelében nagyobb ívhossz tartozik egy meridiánfokhoz, mint az egyenlítőn. A 2820 km hosszú alapvonal legészakibb pontján a norvég Hammerfestben, egy díszes obeliszket állítottak, egy a tetején elhelyezett földgömbbel. A legdélebbi pontja Ukrajnában, a Fekete tenger partján van. A mérések kimutatták, hogy 1 meridiánfokhoz tartozó ív hosszúsága a Fekete-tengernél kb. 400 méterrel rövidebb, mint a Jeges-tengernél, ami meglepően pontos meghatározás volt.

Az alapvonal hosszát nem közvetlenül, hanem geodéziai módszerrel, háromszögeléssel és földrajzi helymeghatározással (csillagászati módszer) határozták meg. A 258 háromszögből és 265 pontból álló alapvonal mérését 1816-ban kezdték el és 1855-ben fejezték be. A 40 éves munka Struve életműve. Világörökség a 34 db legjobb állapotú, valamint a kultúrtörténeti szempontból a legérdekesebb pontokat választották ki, és helyezték védelem alá.

A geodéziai alapvonal az érintett országokban a nemzeti hálózatok alapjául szolgált. Finnországban pl. az északi és a déli háromszögelési hálózatot a Struve alapvonal kötötte össze egészen 1960-as évekig.

Érdekes megjegyezni, hogy bár az alapvonal helye nem változott, születésekor, még csak két ország, Svédország és Oroszország területét érintette, szemben az ezredforduló utáni tízzel.

Elhivatott általában nyugdíjas földmérők, nálunk is igyekeznek megmenteni értékeinket. Több állandó kiállítást is létrehoztak, közülük talán a leggazdagabb a Bosnyák téri geodéziai székház (Budapest) földszintjén látható. A székház előtt, pedig szép alappont gyűjteményt találunk, köztük több mint 100 éves pontjelekkel. Sajnos a terepen elhelyezett geodéziai jelek megőrzése szinte megoldhatatlan. Az ország távolság etalonjának pillérei Gödöllő határában még állnak, mert betonból vannak, de minden fémszerkezetet, ami járulékosan beépítésre került, elhordtak, szétverték. Kezdték a díszes öntöttvas kapuval. Nem lehet minden pontot világörökséggé nyilvánítani, bár a pusztítóknak az sem jelentene korlátot.

UFO hívők

Maga az obszervatórium szó az emberek többségében kiváltja az érdekes látnivaló, egyben látogatható érzetet. Átlagos turisták az obszervatórium felirat láttán, vonzalmat éreznek annak megtekintésére. Mivel általában ezeket az intézményeket a költségvetés tartja el adófizetők pénzéből, a jogos elvárásnak úgy tesznek eleget, hogy nyílt napokon mutatják be házuk táját a látogatóknak. Ameddig az optikai megfigyelések voltak, terítéken a látogatók belenézhettek a fotokamerák kísérő távcsöveibe, láthatták pl. a szabad szemmel nem látható 10 km-re lévő geodéziai tornyot. Miután az optikai műszerek elavultak, a teleszkópok oktatási intézményekbe kerültek, ahol még hasznát tudták venni. Így azután a látogatók leginkább csak előadásokat hallgathattak, ill. válaszokat kaphattak kérdéseikre. A kérdések egy jelentős része sajnos az UFO-kal volt kapcsolatos.

Ez pedig nehéz ügy. Nem magával a kérdéssel van probléma, sokkal inkább az UFO hívőkkel. Mint minden hívőt, lehetetlen eltántorítani őket, vagy csak megingatni is meggyőződésükben. Minden zavaros körülmények között születő UFO jelenséget tényként kezelnek, és ádáz ellenfélnek tekintik már a kételkedőket is.

Ha a látogatók között akad UFO hívő, elmaradhatatlan a kérdés, hogy az észlelések során láttunk-e különös jelenségeket? Az is előfordult, hogy kertelés nélkül kérték, beszéljünk az UFO megfigyelésekről.

A földönkívüliek kérdése persze mindenkit érdekel, de a többségnek - ellentétben a hívőkkel - nincs előítélete. Az, hogy az emberek érdeklődése a földönkívüli élet után lankadatlan, végül is pozitív, hiszen ez is egy hajtóerő, ami segíthet a földi élet szükségszerű exportálásában. Az már más lapra tartozik, hogy a tudományos kutatástól a vak hitig, széles a skálája az UFO kultusznak.

Az írott sajtóban, TV-ben, rádióban is gyakori téma. Sajnos a szenzációhajhászás nagyobb teret enged a gyanús esetekről beszámoló, jó fantáziával megáldott egyéneknek, mint egy a jelenséget tudományosan megmagyarázó szakembernek.

Hogy a laikusoknak nem okoz problémát egy földönkívülivel való találkozás, vagy a velük való kommunikáció, az még csak rendben lenne. De számos úgynevezett UFO szakértő is

rendszeresen megjelenik a TV képernyőn, és úgy beszélnek, mint a világ legtermészetesebb dolgáról. Hogy az UFO-k földi jelenléte mennyire beásta magát a közgondolkodásba, jól példázta, hogy a világon számos hölgy próbálja elhítenni környezetével, hogy őt egy UFO ejtette teherbe, vérfrissítési céllal. Ha a hölgy elég ügyes, a férj még büszke is a földönkívüli rokonságra.

Ha egyszer belegondolnának, hogy itt a Földön, ahol lényegében minden élőlény reprodukáló eleme ugyanaz a szerkezetű DNS, ahol minden élőlény közös őstől származik, valahol tehát rokonságban áll, mégsem értik egymás nyelvét, és még a viszonylag közeli fajoknak sem lehet közös utódjuk, akkor egy a földi viszonyoktól eltérő körülmények között kifejlődött civilizációból származó lény, milyen eséllyel indulhatna egy közös utódeért?

A problémával komolyan foglalkozók még azon is aggódnak, hogy egymás nyelvét a legjobb szándék ellenére sem leszünk képesek elsajátítani, mert nem biztos, hogy vannak azonos dolgaink, fogalmaink. Gondoljunk csak bele még itt az azonos körülmények között kifejlődött, fajtársaink kommunikációját sem értjük. Rejtély pl. a delfinek nyelve is, pedig tudjuk, hogy képesek bizonyos kommunikációra. Végeztek olyan sikeres kísérleteket delfinokkal, hogy egy adott helyen, az egyiket megtanítottak egy bonyolult feladatra, amelynek a végén eljutott a jutalomhoz. Ezután beengedtek egy másik delfint is aki nem ismerte a feladatot. Az elsőt elkülönítették, de kommunikálni tudott a másikkal, majd elindították a feladatot. Meglepő módon a másik delfin is eljutott a jutalomhoz, ami kommunikáció nélkül nem volt lehetséges.

Még az se biztos, hogy egyáltalán meglátjuk-e a jövevényeket, hiszen lehet, hogy több nagyságrenddel kisebbek mint mi.

Az UFO hívők persze nem zavartatják magukat, építenek földönkívüliek számára leszálló pályákat, csodálják a gabona köröket, mutogatják a szennyezett földet, ahonnan elrugaszkoznak az űrhajók, stb. Nagy szakértelemmel magyarázzák a képernyőn, hogy emberek így nem tudják meghajlítani a gabona szárát, mert az eltörne. Erre csakis földönkívüliek képesek. Amikor esetenként kiderül, hogy a gabonaköröket mégis emberek csinálták, mert jelenkeznek a tettesek, ahelyett, hogy lesütött szemmel elkullognának, dühödten támadnak az elkövetőkre, majd beismerik, hogy elenyésző százalékban valóban előfordulhat ilyesmi, de ez nem befolyásolja a "tényt" hogy a gabonakörök többségét nem emberek készítették. Az sem zavarja őket, hogy az aránylag nagyszámú obszervatórium, ahol professzionális megfigyeléseket végeznek, még egyetlen esetben sem számolt be idegenekről. Gyanús esetek persze voltak, amelyekre utólag megvolt a magyarázat.

Bizony van felelősége a médiának, hogy milyen teret enged az áltudománynak. A nézettség persze mindenek előtt, a rendszeres asztrológiai műsor beiktatása már nélkülözhetetlen a csatornákról.

Egyik csillagász munkatársamat, miután kifejtette tudományosan megalapozott véleményét a földönkívüliekről, komolyan letámadták, hogy miért nem képes elszakadni a propaganda szövegtől és elmondani az igazat.

Egy regionális rádió meghívott egy élő műsorba. Már telefonon tisztáztuk, hogy bármiről beszélhetünk ami kapcsolatos az űrutatással, csak az UFO-król nem. Be is tartotta a szavát a műsorvezető, de nem állhatta meg, hogy adásszünetben meg ne kérdezze, hogy is volt az, amikor az Obszervatóriumból láttak UFO-kat, mi is történt valójában? Határozottan cáfoltam, de a riporter kitartóan állította, hogy az észlelési napló bejegyzései szerint láttak földönkívülieket. Mivel a naplóbejegyzések többsége tőlem származott, csak tudtam volna az esetről. Ez persze nem győzte meg a riportert. Aki hinni akar az hisz.

Volt egy művelt idősebb kollégám, akit az egyik utolsó polihisztorként tisztelt mindenki, sok tudományban otthonosan mozgott. Tőle hallottam a következő példabeszédet:

A lemergi tiszteletes híres volt a távollátásáról. Egy ízben mise közben égnek emelte a kezét és síri hangon bejelentette, hogy látja a varsói püspököt, aki most távozott az élők sorából. Néhány nap múlva érkezett egy kereskedő Varsóból. Az emberek szóba elegyedtek vele, sajnálták, hogy meghalt a püspökük. A kereskedő cáfolta, mondván, hogy a legjobb egészségnek örvend. A lakosok egy kicsit meglepődtek, majd kihúzták magukat és megjegyezték, azért az is szép, hogy az ő papjuk Varsóig ellát.

Visszatérve a földönkívüliekre. Egy ilyen esemény olyan nagy jelentőségű lenne, hogy alapjaiban rázná meg a földi civilizációt. A pusztá megjelenésük a Földön, azt jelentené, hogy jócskán előttünk járnak, hiszen jelenlegi ismereteink szerint nem lehet áthidalni az iradatlan távolságokat. De ha valahogy mégis itt lennének, vajon milyen párbeszédet folytathatnánk velük. Ha egy tinédzser találkozik egy idős emberrel, alig találnak közös témát. Szinte beszélni sem tudnánk, mondjuk csak ezer évvel korábbi elődünkkel és nem csak a nyelv miatt. Mi még csak-csak megértenénk őt, mert vannak fogalmaink az akkori életről, de fordítva? Vajon mit ért a számítástechnikát nem ismerő idős ember, abból a beszélgetésből, ami egy szoftverfejlesztő műhelyben zajlik. Pedig azonos korban, azonos országban élnek.

Az UFO szakértők visszatérő magyarázata arra, hogy miért nincsenek bizonyítékok földönkívüliekre az, hogy a kormányok, meg a katonák eltitkolják. Igaz, ezt súlykolják a sci-fi irodalomban, és filmekben is. Ezzel szemben a helyzet az, hogy egy igazi földönkívüli megjelenése a tudós társadalmat biztosan sokkolná, hiszen ez az esemény, az emberi társadalomra, fennállása óta messze a legnagyobb hatással lenne. Hogyan lehetne egy ilyen horderejű eseményt eltitkolni kormány szinten, amikor a csúcsvezetők is gyakran cserélik egymást? Hogyan lehetne titokban tartani, amikor szinte minden egyéb információ kiszivárog? Pont a földönkívüliekkel tartott kapcsolatot sikerül ilyen mértékben titokban tartani minden volt államfőnek vagy beavatott katonának?

Ha vannak, akik mindennél jobban óhajtják egy ilyen esemény bekövetkezését azok mindenek előtt az e kérdéskörrel foglalkozó kutatók. Ők reálisan fel tudják mérni az esemény horderejét, jelentőségét, de mégis ők azok akik sajnós, még egyetlen esetről sem tudtak beszámolni. Ők azok, akik kidolgozták a SETI programot, amely földönkívüli mesterséges intelligenciától származó jelet próbál felfogni. Kísérletük egyelőre sikertelen, de a már átvizsgált tartomány a lehetőségekhez képest még elenyésző. Vannak optimista tudósok is, akik szerint rövidesen meg lesz a bizonyíték. Ha ez sikerül is, a mesterséges jelek vétele és a kapcsolatfelvétel között, persze a különbség még Ég és Föld.

Korszakváltás a geodéziában

GPS technika első éveiben a legjelentősebb nemzetközi rendezvényt az amerikaiak tartották évente, változó színhellyel. Az ötödik ilyen konferenciát tavasszal rendezték Új Mexikóban. Ott találkozott a témával foglalkozó szakemberek színe-java. Ott voltak az üzemeltető katonák, a GPS vevőket gyártó cégek, és természetesen a felhasználók is, főleg a kutatási területről.

Egyik feladatunk volt a konferencián, kiválasztani a hazai célra legmegfelelőbb vevőtípust, mert ha lépést akarunk tartani a világgal, ideje beszerezni a technikát. A rendezvényen szerencsére ott volt egy holland barátunk is, aki a Delfti egyetemen oktatott többek között GPS helymeghatározást. 56-ban ment ki szinte valamennyi osztálytársával együtt, a soproni egyetemről. Amikor a delfti egyetemen dolgoztam egy hónapig, többször meghívott a lakásukra is.

Az egyhetes konferencián panaszkodtam, hogy az otthoni felső vezetés úgy tekint a műholdas technikára, mint egy újabb fölösleges játékszerre, ami semmit nem hoz a geodézia konyhájára. Így nehéz lesz hozzájutni az első GPS vevőhöz, pedig már ideje lenne beszerezni, ha nem akarunk nagyon lemaradni.

- Ide figyelj! Ezen tudunk segíteni. Mi az egyetemen kaptunk egy pár GPS vevőt az államtól azzal a céllal, hogy mutogassuk a vállalatoknak, terjesszük az új technológiát. Ebbe a feladatba belefér az is, hogy elvigyem Magyarországra ugyanezzel a céllal. Úgyis megyek haza nyáron két hétre. Használjátok ki, mutassátok be a vezetőknek. A műszerek kezelését itt is meg tudom mutatni, a szoftveres feldolgozás kicsit rázósabb, de előtte küldök egy minta feladatot a tanuláshoz. Nem kezdők vagytok, fog az menni. Rám ne számítsatok, mert nem szeretném végigdolgozni a magyarországi tartózkodásomat. Még van néhány hónap, addig tervezzétek meg a mérést, csináljátok neki reklámot.

Kihasználva a nagyszerű ajánlatot, felkészültünk a mérésre. Előkészítettünk egy mini hálózatmérést négy alapponttal. A központ a mérőtorony volt, hogy legyen végre valami geodéziai szerepe is. A pontok között volt erdei pont is, ahonnan semmi kilátás nem volt a szomszédos pontokra. Ez annak a demonstrálására volt alkalmas, hogy a műholdas technikának nincs szüksége összelátásra, tehát megtakarítható a gúlák építése, vagy az irányvágás (hogy át lehessen látni a fáktól, nyiladékot vágnak az irányzás vonalában). Az egyik pont maga a mérőtorony volt, ahol az antennát nem kis fáradsággal, helyeztük fel a fémszerkezet tetejére. (A pont fölé emelt mérőtornyok hátránya, máris kiütközött.)

A kiválasztott pontoknak voltak már koordinátái, hiszen részét képezték az országos hálózatnak. A műholdas meghatározásnak tehát már ismert koordinátákat kellett meghatározni, ami egyben azt is jelentette, hogy ellenőrzést is kapnak az új technikára.

A megbeszélte időben megérkeztek a GPS vevők, és a hozzájuk tartozó számítógép más tartozékokkal. Egy nap gyakorlás elegendő is volt. A teszmérést hat naposra terveztük. Egy vektor mérésére 4 órát szántunk. (Két évtizeddel később a meghatározás másodpercekre rövidült.) Két alkalommal is sikerült kimozdítani a minisztériumból az ágazatvezetés szakembereit, akik saját szemükkel győződtek meg a létező technikáról.

- Hogyan lesz ebből koordináta? Kérdezték.

A vevő folyamatosan mér egyszerre 5-6 holdra távolságot, majd a távolságok alapján, ismerve a műholdak pillanatnyi koordinátáit, ki lehet metszeni a vevő helyét. Ennek a pontossága úgy 10 méter.

- Igen és hogyan lesz ebből mm? Faggattak tovább.

Úgy, hogy minden esetben két vevőt kell üzemeltetni párhuzamosan. A két vevő észleléseit ugyanazok a pályahibák terhelik, ezért a két adatsor különbségéből ez a hiba, egy sor más hibával együtt kiesik. Ezt nevezzük relatív mérésnek.

A mérés után a vevőből kiolvassuk az adatokat, majd számítjuk a két pontot összekötő vektort. Ezután ha van fölös mérés, elvégezzük a vektorkiegyenlítést és megkapjuk a végleges koordinátákat. Sajnos, a tervezett 24-gyel szemben, még csak 7 db műhold van fenn, ezért a napnak csak egy bizonyos szakaszában lehet dolgozni és sokat kell mérni.

- Sokat? Hagyományos technikával ennyi idő alatt még a felkészüléssel sem végeznénk, nem is beszélve az irányvágásokról, vagy a gúlák építéséről, hogy az összelátást biztosítsuk. El sem akarjuk hinni, hogy még ma befejeződik a mérés ezen a ponton. Egyelőre nem is hiszem, hogy lesz ebből elfogadható eredmény. Appropó, mikor tudjuk meg, hogy mit kaptatok?

Néhány napon belül minden meg lesz válaszoltam.

Egy hét múlva az Intézet előadóterme zsúfolásig megtelt. Az előadás nem volt meghirdetve, de kitudódott, hogy az első GPS mérésekről lesz egy házi beszámoló és sokan voltak

kiváncsiak az új “csodafegyverre”. A minisztériumi szakemberek természetesen kaptak értesítést.

Az előzmények bemutatása után ismertetésre került a mérés folyamata, majd a feldolgozás eredménye. A kapott vektorok és azok hibái láttán kisebb moraj futott végig a termen, mert a megbízhatóság mm-t mutatott. A földmérők legjobb setben is a cm-es pontossághoz szoktak.

A részeredmények alapos bemutatásával, a végeredmény pontosságával, de főleg a hihetetlenül kevés időszükséglettel, sikerült meggyőzni a hallgatóságot, hogy itt és most, egy új korszak kezdődött a hazai geodéziában is.

Ezután a GPS technika fogalma már nem burkolózott a misztikus ködbe, nagyon is valóságos, elérhető technikává lépett elő.

A rendszerváltást igen nagy földtulajdonosi mozgás követte, amelynek természetesen térképezési vonzata is volt. A földmérők presztízse megnőtt, az egyetemen emelkedett is a földmérő szakra jelentkezők száma. A hagyományos geodéziai hálózat, amely úgy másfél km-ént jelentett egy pontot az ország egész területén, még nem volt teljes, hiányzott mintegy 4000 alappont, ami az ország 15%-át érintette. A benzin árrobbanás annyira megemelte a sok gépkocsi használattal járó geodéziai munkák költségeit, hogy a rendelkezésre álló keret nem volt elegendő a pontsűrítés befejezésére. Nem beszélve arról, hogy hagyományos technológiával a munka elvégzését legkevesebb 5 évre becsülték.

Nagy bajban volt az ágazat, félő volt, hogy a kárpótlási törvény földnyilvántartási feladatainak nem tud eleget tenni és politikai ügy keletkezik belőle, attól pedig menten meg az Isten, mert az fejekbe kerül. Ha ugyanis nincs elegendő sűrűségben alappont, akkor nem lehet elvégezni a méréseket, így a kárpótlási törvényt nem lehet végrehajtani.

Ekkor jelentkeztünk a főhatóságnál, hogy GPS technikával a feladatot két év alatt meg lehet oldani. Ebben az időben, GPS technikáról az ágazatnál sokan még nem is igen hallottak, ezért jól jött az Observatórium által szervezett bemutató, amelyet a holland kölcsön műszerekkel hajtottunk végre. Látva a tesztméréseket, megismerve az eredményeket, az ágazatvezetés szorult helyzetében bevállalta a kockázatosnak ítélt projektet, és zöld utat adott a GPS vevők beszerzése ügyében. (Ezek a vevők a nagy geodéziai vállalatokhoz kerültek.) Mire a vevők beérkeztek, elkészítettük a részletes technológiát. A méréseket végző vállalati szakemberek számára rendezett néhány napos tanfolyam után beindult a nagyüzemi pontsűrítés GPS technikával, ami nemzetközi viszonylatban is újdonságnak számított, hiszen magát a GPS rendszert csak négy évvel később nyilvánították üzemkézsre.

A napi 8 új pont meghatározása hihetetlen volt a hagyományos technológiához szokott szakembereknek. (Két év múlva már napi 40 pont volt a norma.) Amikor először megjelentünk az első 200 pont feldolgozott dokumentációjával, és átadtuk a vállalatnak a vékony dossziét, az átvevők megkérdezték, hogy segítsenek-e becipelni a többi anyagot. Nem hitték el, hogy az új dokumentálási forma ennyivel tömörebb lehet. Az állami földmérés a műholdas helymeghatározásnak köszönhetően megfelelt a kihívásnak. A kárpótlási munkákhoz olyan nagy szükség volt az újonnan létesített alappontoknak, hogy a földhivatalok a GPS mérés után egy héttel már kérték a friss koordinátákat, pedig ekkor a pontleírások még el sem készültek. A helyszínrajzokat úgy váltották ki, hogy felrakták a pontokat a térképre és máris használatba vették. A hagyományos technikánál a mérés és a koordináta között félév is eltelt.

A műholdas technika új, az egész világon egységes koordinátarendszert is hozott magával. Ebben a rendszerben dolgoztak a GPS vevők. Mivel a térképeink egy ettől független referencia rendszerben adottak, kapcsolatot kellett keresni a két rendszer között. Meg kell találni a geodéziai rosette-i követ, amely mindkét hálózatban ismert. Itt persze nem egy körül

van szó, hanem sok, kövel állandósított geodéziai alappontról. A probléma éppen az volt, hogy kezdetben egyetlen pont sem volt ismert a GPS rendszerében. Hogy a transzformációt a két rendszer között el lehessen végezni, mindenhol azzal kezdték a munkát, hogy kellő sűrűségben megmérték GPS-szel, az országos rendszerben már ismert alappontokat. Ez természetesen jelentős többletmunkával járt, ráadásul a lokális GPS hálózat elhelyezésében több méter hiba is lehetett, hiszen az abszolút meghatározás pontossága 10 méter volt. Akik a pontsűrítő munkában részt vettek, azonnal átlátták, hogy amennyiben az országban, egyenletes sűrűségben lennének, közös pontok, akkor meg lehetne spórolni a munka 20%-át.

A GPS technikát tehát csak akkor lehet hatékonyan alkalmazni a geodéziában, ha az állami földmérés megteremti számára a szükséges infrastruktúrát. Első lépésben ez azt jelentette, hogy a hazai térképek alapjául szolgáló referenciarendszert, össze kellett kapcsolni a GPS által bevezetett globális referencia rendszerrel. Hogy az ország egész területén meg legyen a kapcsolat, 10 km-enként kellett egy-egy pontot a GPS referencia rendszerében meghatározni. Ez lényegében egy újabb geodéziai hálózatot jelentett. A GPS referenciarendszert az egységes európai GPS hálózatból lehetett levezetni, ami már 1989-től rendelkezésre állt.

Az Obszervatórium felterjesztette az Országos GPS Hálózat koncepcióját, de az ágazatvezetés hallani se akart róla, mondván, hogy éppen most fejeztük be a korábbi, ezért az elkövetkező 20 évben új hálózat építésére senki ne is gondoljon, nem adnak rá támogatást! Nem értették, hogy ez a hálózat a korszerű technika alkalmazhatóságához kell, és nem is nevezhető újnak, hiszen teljes mértékben a régre támaszkodik.

A hagyományos hálózat mintegy 50 000 pontjának létesítése igen nagy munka volt, igénybe is vett több évtizedet. A GPS technika hatékony alkalmazásához szükséges hálózat meghatározása így azután vörös posztó volt a vezetés szemében, mert az új hálózatban konkurenciát láttak. Három évnyi parkoló pálya után az Intézet 1994-ben saját hatáskörben elkezdte a munkát. Amint a minisztériumban kitudódott, nyomban utasítást adtak a munka leállítására, de akkorra a pontok helyszíni kiválasztása - a sietség miatt nem a legjobb minőségben - már megtörtént.

A kényszerleállítás után egy évvel, az ágazatvezetéshez visszakerült egy korábban is ott dolgozó szakember, aki négy évig polgármester volt, egy közepes városban. Mint városvezető járt erre, meg arra, többek között Hollandiában is. Ott bemutattak nekik egy korszerű térinformatikai rendszert, amelynek az alapja a GPS hálózat volt. A látottak meggyőzték a GPS hálózat jelentőségéről. Amint visszakerült a földmérésbe, első dolga volt, hogy forrást szerezzen a GPS hálózat létesítésére. Sikerral is járt, igaz több évre elosztva, de meg lett a pénz.

Maga a munka mintaszerűen, igen gyorsan elkészült. Ez a szakember évekkal később maga mesélte, hogy korábban ő maga sem hitt a műholdas technikában, de most élete egyik legjobb döntésének tartja, hogy segítette a hálózat megvalósításában.

Az egész feladatot az Obszervatórium tervezte meg és maga végezte el a terepi és az irodai számításokat.

A műholdas helymeghatározás a geodéziai berkekben kezdett elterjedni, bár mint minden újtól, a földmérők többsége tartott tőle. Meghallgatták az erről szóló előadásokat, gyakran hitetlenkedtek, majd folytatták a jól bevált hagyományos technológiát. Még a volt egyetemi tankör társaim is gyanakodva fogadták azokat a beszámolókat, cikkeket, amik megjelentek, ezért ugyancsak meglepődtem, amikor ez egyik konzervatívabb volt tankör társam egy alkalommal azzal köszönt rám, hogy végre hasznát vette a GPS technikának.

- Na, beszereztél egy GPS vevőt?

- Á dehogy. Az történt, hogy valahol Csajágröcsögén egy telket kellett kitűzni. Miután elvégeztem, megjelent a tulajdonos és nem akarta elfogadni a levért karót. Azt mondta rossz helyen van a karó, mert nem dolgoztam elég pontosan. Mire én így: Miről beszél papa, ne

mondja, hogy ez nem elég pontos, műholdas technikával GPS- el lett bemérve. Lódítottam. A tulaj erre köpni-nyelni nem tudott, majd „Ja, ha műhoddal csinálta az más”. És elfogadta.
- Na, ennyit hozott már nekem is a GPS.

Hétköznapi geodézia

A geodézia alapszabálya, hogy „egy mérés nem mérés”. Ebből következik, hogy ellenőrzés nélkül nem szabad kiadni az eredményt. Egy földmérőnek természetes, hogy minden mérési eredményhez tartozik egy megbízhatóság is, mert vérében van, hogy nincs hibátlan mérés. Az átlagember viszont úgy gondolja, ha valamit megmérünk, az meg van mérve, az eredmény kikezdhethetetlen. Megzavarodik, ha valaki átad neki egy mérési sorozatot azzal, hogy ez az eredmény. Hogy lehet több eredmény? Melyik az igazi?

Ebbe a dilemmába esett Gauss a matematika fejedelme is, amikor belekóstolt a geodéziába. Azonnal átlátta, hogy valamit tenni kell a megismételt mérések eltéréseivel. Nem is lett volna Gauss, ha ennyibe hagyja. Kidolgozta a legkisebb négyzetek módszerét, amely rendkívül elegánsan kezeli a problémát, megkapjuk az óhajtott egyetlen legvalószínűbb eredményt, de megkapjuk a meghatározás hibáját is. A módszer azóta is nagy tiszteletnek örvend, hirdetve Gauss páratlan zsenialitását. Gauss egyébként nem kisebb kérdést akart tisztázni a geodéziai eszközeivel, mint, hogy milyen világban élünk. Ezalatt azt értette, hogy a tér görbült-e, vagy sem. Erre persze nem kaphatott választ, mert ugyan a tér görbült, de azt, az akkor ismert geodéziai módszerekkel itt a Földön nem lehetett kimutatni.

Az első igazi geodéziai munkával másodéves koromban találkoztam. Egy borsodi vegyi gyárban Sajóabonyban végeztük a gyártelep kisvasút hálózatának feltérképezését. A gyár nagy területen feküdt. Eredetileg kifejezetten robbanószert gyártottak, ennek megfelelően, hogy csökkentsék az esetleges robbanással járó pusztítást, az egyes részlegeket földhányásokkal választották el egymástól. Azt is mondhatnánk, hogy a részlegek egy-egy völgyben üzemeltek, melyeket gyakran alagutakban vezetett kisvasút kötött össze. A feladat a kisvasút hálózat felmérése és térképezése volt. A gyár profilja továbbra is veszélyes vegyi anyagok előállítása volt, de már nem csak katonai megrendelésre dolgozott. Csökkent a termelés, ezért felszámoltak néhány részleget. A veszélyességhez nem fért kétség, elég gyakran történt robbanás, ami nem egyszer halálos balesettel is járt.

Az elhagyott üzemszereken, épületeken az enyészet már látható nyomokat hagyott, de ami egészen bizarr volt, a felhagyott alagutak bejáratait lassan visszavette a természet, indák gyökerek futották be. Az inkák, vagy Angkor évszázadok óta elfeledett, majd ismét felfedezett városairól látott képek jutottak eszembe, bár ezek a beton építmények kevésbé voltak vonzóak.

A vasutak térképezését, az akkor leggyakrabban alkalmazott geodéziai módszerrel, sokszögeléssel végeztük. Ennek az a lényege, hogy nagyjából azonos távolságra egymástól, karó leverésével úgy jelölnek meg alappontokat, hogy a szomszédos pontokat össze lehessen látni. Ezután következik a mérés. Megmértük a pontokat összekötő távolságokat, és az egyes pontokon a két szomszédos pontra menő irányok által bezárt szögeket. Ezekből az adatokból fel lehet térképezni a sokszögvonalat. Ezután a vasút jellemző pontjait ezekhez a pontokhoz, ill. a pontokat összekötő vonalakhoz mértük be. A távolságmérést nem mérőszalaggal, hanem optikai távmérővel végeztük.

Szállást a gyár munkásszállóján kaptunk, ahol találkoztunk a munkásélet árnyas oldalával is. Fizetés kéthetente volt, pénteki napon. Feltehetőleg azért pénteken, hogy minél több maradjon belőle a családnak, hiszen hétvégére hazautaztak. A fizetés napján koradélutánról kezdve hajnalig tartóan elszabadult a pokol. Akik nem utaztak haza ittak, káromkodtak, ajtókat

csapkodtak és törték be az üveget rajta, hangoskodtak, nótáztak stb. Szombatra azután minden elcsendesedett, mindenki elutazott, már aki felébredt. A szombati félnapos munkaidőt, más napokon dolgozták le.

Ezen a gyakorlaton a sokszögelést alkalmaztuk, de máshol más technikát kellett előnybe részesíteni, a helymeghatározáshoz. Legalább egy tucat módszert vertek a fejükbe az egyetemen. Gyakran gondoltam tanulás közben, hogy jó lenne egy olyan technika, ami azonnal mutatná a koordinátákat, és ahogy mozgatom a műszert, úgy változnának a koordináták is. Talán valamilyen erőteret kellene létesíteni az adott területen, és az abban való mozgást egy az erőteret érzékelő műszer érzékelné. Ez lenne a szép világ, fenébe azzal a sok meghatározási módszerrel!

A földmérők gyakran igényelnek segéderőt, aminek az ellátásához nem volt szükség előképzésre. Műszert, jelrudakat kellett cipelniük, pontokat kellett kiásni, vagy karót leütni, megfogni a szalag végét, stb. A jó figuráns (így nevezik a segéderőt) aranyat ér. Volt köztük olyan is, aki az évek során minden szükséges ismeretet felszedett, így felszólítás nélkül tudta hová kell menni, és mit kell tennie. A legértékesebb figuránsok a háború után, a kirekesztett arisztokratákból kerültek ki, akiknek ha képesítésük nem is, de a műveltségük megvolt.

Ha már a figuráns szóba került, még az első munkahelyemen dolgozott velünk két idősebb segédmunkás. Falusi emberek voltak, saját szőlővel, így ha a falujuk környékén volt munka, kötelező pincelátogatás lett beiktatva. A figuráns kifejezés ebben a körben megszokott volt, bár egy évszázaddal korábban, amint ezt egy korabeli geodéziai szakkönyvben láttam, nevezték alakoncnak is.

Történt egyszer, hogy az intézmény pénzügyi osztályán dolgozó fiatal ügyintéző, bekérte a két figuránst, hogy valamit aláírasson velük. A segédmunkások már ott váraoztak az iroda előtt, amikor kinyílt az ajtó és „a két figura jöjjön be” felszólítással invitálta be őket.

A két segédmunkás köpni-nyelni nem tudott, vérig voltak sértve. Napokig nem tudtak napirendre térni fölötte. „Két figura” ismételtették fejcsóválva. A műszakiak persze jól elszórakoztak az eseten, és még hónapokig figurának szólították a két segéderőt.

Megesett, hogy a téli időszakban megálltunk egy kocsmánál egy rövid italra, nyáron meg egy korsó sörre. A földmérőknél mi tagadás, ez a munkával jár. A helybéliek, talán a terepre alkalmas ruházatuknak betudhatóan, nem néztek ki, sőt bizalmukba fogadtak minket. Nem egyszer, ha több segéderőre volt szükség, eleve a kocsmában kezdtük a munkát, ahol pillanatok alatt kerítették segédmunkást. A bizalmat az is táplálta, hogy a földmérők láthatóan nem vetik meg a fizikai munkát. Igaz, ami igaz, a terepen nem lehet csokornyakkendőben dolgozni. Bár nem a ruha teszi az embert, azért néha abból ítélnék.

Még az egyetemen történt a topográfiát oktató tanárukkal a következő eset. Ez a tanár nem csak tanította, de a gyakorlatban végezte is a szakmát. A térképezést végző geodéziai cégektől rendszeresen átvállalt néhány térképszelvényt felmérését. A munkára hallgatókat fogadott fel, ami abban különbözött a kötelező gyakorlattól, hogy fizetés is járt érte. Több hallgatónak ez volt a rendszeres nyári kereseti lehetősége. A kis vállalkozásba belefért, pl. az is, hogy arra a néhány hétre vásároltak kerékpárokat, majd az utolsó napon otthagyták, ahol befejezték a munkát, vagy odaajándékozták valakinek.

A terepi munkában lebarnult csapat a nap végére, bizony nem úgy nézett ki, mint akiket skatulyából húztak elő. Meglehetősen kiszáradtak, jólesett a korsó sör. Egy alkalommal egy isten háta mögötti helyen az italbolt nem volt nyitva, viszont a vegyesboltban volt dinnye. Hármójuknak gondolta a tanár elég lesz egy fél is, csak eldobnák a többit. Kért tehát egy fél dinnyét. A boltos végignézett rajta, majd miután elvette a fél dinnye árát, kézbe vette a másik felét, és – fogja jóember, ezt nem kell kifizetnie – azzal átnyújtotta a másik felét.

Mondják, amikor Einstein kérte a pincért, hogy olvassa már fel neki az étlapot, mert nincs nála a szemüvege, az jóindulatúan jegyezte meg, nem szégyen az, ha valaki nem tud olvasni.

A geodéziai tevékenység talán legsikeresebb mozzanata az, amikor a mérnök mindenféle hókusz-pókusz után rámutatva egy pontra általában egy szántóföld közepén, megkéri a segédmunkást, hogy ásson le, és több mint egy méteres mélységben fog találni egy téglát, óvatosan tárja fel, nehogy elmozduljon. Első esetben a segéderők mikor túljutnak az egy méteres mélységen, fogadásokat mertek volna kötni, hogy itt ugyan nem fognak találni semmit. Aztán ahogy ásnak tovább, egyszer csak megkoccan az ásó, majd alig hisznek a szemüknek, amikor valóban előbukkan a tégl a bekarcolt kereszttel. Ettől kezdve megnő a tekintélye a mérnöknek. Pedig csak annyi történt, hogy a geodéziai alaphálózatra támaszkodva, kitűzte az elpusztult (általában kiszántott) alappont koordinátáit. Minden alappont alatt kötelező elhelyezni egy földalatti jelet - ami általában egy megjelölt tégl - hogy a pont sérülése esetén helyre lehessen állítani. Ha a követ el is tüntetik, akkor kerül sor az ilyen „bűvészmutatványra”.

A 80-as évek elején az Obszervatóriumban is működött egy GMK nevű furcsa képződmény. A gazdasági munkaközösség a legvidámabb barakk egyik találmánya volt. Vidéken virágoztak a háztáji gazdaságok, és hogy e tekintetben a munkásság se kerüljön hátrányba, a gyárakban, de még a hivatalokban is létrehozhattak un. GMK-at, amelynek keretében, saját zsebre dolgozhattak a munkások gyári, ill. intézeti körülmények között.

Ember legyen a talpán az a főnök, aki ebben a zavaros helyzetben meg tudta állapítani, hogy az illető most éppen a szocializmust építi, vagy kapitalista alapokon a zsebére dolgozik. Bár ezt a munkát hivatalosan csak szabadidőben lehetett végezni.

Egy ízben elpusztult alappontokat állítottunk helyre Nagyatád térségében, így sikerült némi plusz jövedelemhez jutni. Kemény munka volt, ráadásul ráment néhány hétvégénk, de a plusz jövedelem jól jött. Ekkor kezdtük a munkát a földalatti jelek felkutatásával, ami még nekünk is sikerélmény volt.

Egyik vasárnap reggel, Nagyatádon igen erős madárkárogásra, csivitelésre ébredtünk. Kinézve a főtérre, néhány ember hosszú botokkal verte le a varjúfészkeket. A madarak próbálták védeni a fiókájuk költőhelyét, de nem volt esélyük. A harc egyenlőtlen volt.

A geodéták sok helyen megfordulnak, ezért gyakran van részük szokatlan élményekben is, van is mesélnivalójuk ha összejönnek.

Magyar geodéták szép számban dolgoztak külföldön is. Jó fizetésért meg egy kis kalandért mindig akadt elég jelentkező. A munkalehetőségek Afrikában és Közép-Ázsiában adódtak. Sajnos a magyarok sem számítottak kivételnek, kerültek kellemetlen helyzetbe ők is. Így például 1982-ben, a Transelektro szakemberei részt vettek az irakiak faluáramosítási programjában. A földmérési munkákat Budapesti Geodéziai és Térképészeti Vállalat (BGTV) végezte, mint a Transelektro alvállalkozója. Egyik nap, két földmérőt egyiptomi társaikkal együtt kurd fegyveresek elrabolták. Az egyiptomiakat azonnal elengedték, akik értesítették a magyar és az iraki hatóságokat. A magyar külképviselet azonnal felvette a kapcsolatot az iraki külügyminisztériummal. Kiderült, hogy a magyarokon kívül bangladesi, fülöp-szigeteki, pakisztáni, kanadai, amerikai, francia, nyugat-német, lengyel és jugoszláv állampolgárokat tartottak fogva, ami nem volt éppen megnyugtató.

A követelések között rendszerint váltságdíj és a kurd ügy politikai támogatása szerepelt. A kurdok valóban egy szerencsétlen nép, ország nélkül. Iránban, Törökországban, Irakban és a SzU-ban is vannak szép számmal, lehetnek összesen vagy húszmillión, egyesek szerint még többen. Harcolnak a függetlenségükért, de a nagyhatalmak nem igen állnak a pártjukra. Többnyire nem bántották a foglyaikat, de nem ártott az óvatosság, mert tűzharcban elesett európaiakról is lehetett olvasni. Meglepő fordulat volt, hogy az eltűnt magyarok esetében,

nem volt követelés, tévedésre hivatkozott az elrabló Kurd Szocialista Párt szíriai képviselője. Egy hónap elteltével szabadon eresztették őket, pontosabban átkísérték őket az Iráni határon. A baj ezután kezdődött. Iránban kettős hatalom volt. Egyrészt a vallási vezetésű nemzeti front számára ellenség volt mindenki, aki Irakból jött, Amerikai kémeknek tekintették őket. Másrészt volt a hivatalos hatalom, akik viszont tagadták, hogy magyarok lennének Iránban. A földmérőket fogvatartóik nem tekintették ellenségnek, de azért megbilincselve elszállították őket vagy 900 km-re a főváros környékére. Itthon nem volt információ hollétükről, így nem is lehetett fellépni érdekükben. Szerencsés fordulatként, ekkor két iráni vízumot kért a magyar hatóságoktól. A magyar fél közölte velük, hogy akkor kapják meg a vízumot, ha felkutatják a magyarokat és hoznak valami írásbeli bizonyítékot. Az egyik vállalkozott is rá, és egy héten belül sikerrel járt. Majd a táborban lévő szerbek segítségével ki is juttatak egy cigarettapapírra vetett írást, a földmérők írásával. Ez elég volt a magyar konzulátusnak, hogy hivatalosan is fellépjenek, és rövidesen meg is történt a foglyok kiadatása. Az iráni nagykövetségnek adták le őket, ahová tévedésből előbb két németet szállítottak, így még egy héttel elhúzódott a négyhónapos kényszerfogság.

A távolban dolgozó földmérőknek voltak kellemesebb élményeik is. Ugyancsak a BGTV geodétái mesélték, hogy egy afrikai országban a figuránsnak felvett helyiek a geodéziai jelek (kő oszlopok) leásásánál a kezükbe adott ásonak nem a nyelét fogták meg, hanem a fémrészénél és úgy kaparták ki a földet. Hiába mutatták meg nekik hogyan kell ásni, amint nem néztek oda, máris átálltak a kapirgáló stílusra.

Ha nem felügyelték őket, nem dolgoztak. Egy alkalommal a munkát felügyelő földmérőnek el kellett mennie, de a munkának is folytatódnia kellett. Gondolt egyet és egy kőre helyezte a napszemüvegét, mondván, hogy ő ugyan elmegy, de a szeméit itthagyja, és látni fogja, hogyan dolgoznak. Megelégedve nézett messziről vissza, mert látta, hogy bevált az ötlete. Amikor úgy fél nap múlva visszatért, ugyancsak meglepődött mert az egész társaság feküdt a hűvösben, a kőre helyezett szemüveg gondosan le volt takarva egy kendővel.

Hogy a hit ereje nagy, ez ott is bebizonyosodott. Az Afrikában dolgozó földmérőknek a felszerelésében számos gyógyszer is volt. Néha besegítettek egy-egy beteg helyinek is, akik a tabletták hatására igen gyorsan meggyógyultak. Lassan kiismerték, hogy többféle tableta is létezik a magyaroknál, de a leghatásosabb a kék színű. Úgy vélték, hogy az minden betegségből meggyógyítja őket, legyen az influenza, gyomorpanasz, vagy lábtörés. Álltak is sorba a kék tablettáért. Igyekeztek a magyarok elmagyarázni, hogy az csak a vizet fertőtleníti, gyógyításra nem alkalmas, falra hányt borsó volt, annál inkább rimáncodtak a kék csodabogyóért.

És mégis mozog a Föld

A földtudományok képviselői különösen a geofizikusok az 1900-as években, szép elméleteket gyártottak a kontinensek mozgásáról. Arra pl. hogy a Dél-Amerikai földrész éppen odapasszol az Afrikaiba, még a laikusoknak is szemet szúr. A geológusok is rásegítettek azzal, hogy kimutatták a korábban egybefüggő földrészek bizonyítékait. Mindebből következett, hogy a kontinensek elmozdultak és feltehetőleg a mozgás ma is folytatódik.

Ez a kérdés sok szakembert izgatott, már a műholdak megjelenése előtt is. De nem csupán a pusztán kíváncsiság dominált, a felszíni mozgások utalnak a keletkező feszültségekre, amelyek gyakran földrengésekben szabadulnak fel. A geodézia az a tudományág, amely a legpontosabb méréseket képes végezni, ezért joggal tőle várták a bizonyítékokat, a kontinensvándorlásra. Nemzetközi szinten számos földmérő gondolta, hogy megkísérli kimutatni a felszíni mozgásokat.

Reményt adott, hogy már 200 évvel ezelőtt is létesítettek geodéziai hálózatokat, melyeknek voltak közös pontjaik a XX századbeli hálózatokkal. Nálunk is végeztek ilyen kutatásokat. Az első buktató a pontok beazonosítása volt. Időközben volt, amelyet átneveztek, megváltozott a helyszínrajzuk, esetleg áttelepítették néhány méterrel, stb. A végére maradt néhány tucat azonosnak vélt pont, ami adott némi esélyt a szignifikáns mozgások kimutatására, hiszen 200 év alatt évi néhány mm-es mozgás, akár 1 méteres eltérést is okozhat.

Valamennyi ilyen vizsgálat kudarcra végződött, mert a régi és a jelenkori hálózatok egymásra transzformálásával kiderült, hogy az egyes pontok méteres hibával térnek el egymástól, ami még rendben lenne, de sajnos az eltérésekben semmilyen szabályosság nem fedezhető fel. Ez pedig azt jelenti, hogy a hálózatokat terhelő hibák véletlenek, nagyságuk nagyobb, mint az elmozdulás, amit ki szeretnénk mutatni. Ha tehát van is mozgás, annak mértéke kisebb, mint a régi hálózatok pontossága. A hagyományos geodéziával végzett kutatások, tehát zsákutcát jelentettek.

Amint az első GPS holdak pályára kerültek, Amerikában az addigra már kifejlesztett vevőkkel tesztméréseket végeztek és az eredmény a mm-es tartományba esett. Azután még több hasonló pontosságú eredményről lehetett hallani.

Erre alapozva 1989-ben geofizikusok, geológusok, szeizmológusok és természetesen geodéták részvételével megszerveztünk egy mozgásvizsgálati vitafórumot. Vázoltuk, hogy rövidesen nálunk is elérhető lesz a GPS technika, amellyel az országon belül - függetlenül a pontok közötti távolságtól - lehetséges cm-en belüli pontossággal a helymeghatározás. Kérdés, hová tegyük ezeket a pontokat, hogy geofizikai szempontból a lehető legtöbbet profitáljunk belőlük. Kérdés még, hogy milyen mozgások várhatók, milyen sűrűséggel történjenek a mérések, és milyen legyen a pont állandósítása. Az világos volt, hogy hosszútávban kell gondolkodni, mert országon belüli mozgások nem igen haladhatják meg az 1 mm/év sebességet. Legalább 10 év kell tehát, hogy az eredmény szignifikáns legyen. Olyan állandósítást kell kidolgozni, amely maradandó, ugyanakkor biztosítja, hogy minden alkalommal tized mm-re ugyanoda kerüljön a GPS antenna.

Heves vita zajlott. Kezdetben a közös nyelvhasználat okozta a legtöbb problémát. Miután közös nevezőre jutottunk, lehetett csak érdemben tárgyalni. Végül abban maradtunk, hogy a stabilitás a legfontosabb szempont, ezért szálban álló sziklába javasolták a pontok telepítését. Az állandósításra kidolgoztunk egy időtálló megoldást. Lépcsős pontot alakítottunk ki, amelynek a fontosabb fele rejtve van a felszín alatt, a felszín feletti része, pedig a felkeresés megkönnyítése érdekében is, normál geodéziai pontként funkcionál. Az előre elkészített lépcsős pontot hozzábetonoztuk a szikla aljzathoz. A rejtett pontjel rézből készített menetes furat, ahová az antenntartó adaptert lehet becsavarni észleléskor. Az adapter tehát tartozéka a pontnak, de csak méréskor van rá szükség.

Ezt a technikát később átvették több országban is. Az Etna oldalában is ezt alkalmazták a belgák. Hogy a módszer időtálló, mi sem bizonyítja jobban, mint hogy valamennyi pont még két évtized múlva is hibátlan volt, pedig ezekben az időben mindennek, - ami színesfémből készült és nem őrizték - lába kelt.

Még az állandósítások évében 1990-ben megérkeztek az első GPS vevők, majd rá egy évre megtörtént az első, mozgásvizsgálati mérés is. Az első a méréshez (nulladik epocha) német kollégák hoztak kezelő személyzettel együtt 8 db további GPS vevőt. Az országban ekkor mindössze négy, erre a célra alkalmas vevő volt. A méréseket ezután minden második évben elvégeztük, kezdetben nemzetközi segítséggel, később már tisztán hazai vevőkkel.

Már a harmadik mérés után kezdett a dolog izgalmassá válni, hogy ki lehet-e mutatni valami szignifikáns elmozdulást. A kiértékelést geofizikusok végezték. Volt köztük, akit még hallgató korában sikerült bevonni ebbe a munkába. Amit lehetett, eltanulta az

Obszervatóriumban ezen a területen nagy tapasztalatokkal rendelkező kollégától, a többit az USA-ban ill. Új Zélandon.

A negyedik mérés után már ki lehetett állni a nyilvánosság elé az eredményekkel, ami ugyancsak meglepő volt. Kiderült, hogy kelet-nyugat irányban az ország évente 1-2 mm-t zsugorodik. Ez nagyjából 400 négyzetméter csökkenést jelent évente. Dolgoznak a tektonikai erők, a feszültség pedig időnként felszabadul, akár szeizmikus jelenségek kíséretében is. Ezek az eredmények az első közvetlen, méréssel alátámasztott bizonyítékát szolgáltatják a vízszintes felszínmozgásnak. Felcsillant a remény, hogy ha ezeket a mozgásokat korrelációba hozzák a terület szeizmikus jelenségeivel, talán lehet esély a földrengések valamilyen előrejelzésére is. Ebben bízva pl. a Japánok ezernél is több GNSS referenciaállomást telepítettek és üzemeltetnek országukban.

A további mérések feldolgozásával az eredmények finomodtak és azt is kimutatták, hogy észak-dél irányban is csökkennek a távolságok. A Kárpát Medence tehát zsugorodik.

Az igen korán (5 évvel a GPS készrejelentése előtt) elkezdett hazai mozgásvizsgáló program visszhangra talált a régióban is, és néhány év csúszással, a lengyelekkel vállvetve megszerveztünk egy közép-európai mozgásvizsgáló projektet, amely a térség meghatározó tudományos programjává vált.

Ami a hagyományos geodéziának több évszázadon keresztül nem sikerült, azt a műholdas helymeghatározás egy évtized alatt elérte.

A mozgásvizsgáló kampányok megszervezése mellett, néhány alkalommal én is részt vettem a mérésben, segítőtül a fiamat vittem magammal. Az egyik legszebb pontot a Bükkfennsíkban telepítettük. Két alkalommal is ezen a ponton vállaltam a mérést. A kampányokra mindig június második felében került sor, de a Bükkfennsíkban a 800 méteres magasság miatt éjjel eléggé lehül a levegő. Ezt a kis kellemetlenséget bőszesen kárpótolta a csodálatos környék. (Igyekeztünk a pontokat védett helyekre (Nemzeti Parkok) telepíteni, pl. Aggtelek, Sashegy Hollókő, Harka.) A munka mellett volt idő a környék alaposabb megismerésére is. Felváltva mentünk Bánkútra, Jávorkútra és a nem túl távoli látványosságok megtekintésére. Az oda telepített lipicai ménes közelsége nagy élmény. Amikor hajnalban arra ébredtünk, hogy nagy dübörgéssel megindul a több tucat paripa, ráadásul úgy érezve, éppen a sátrunk felé, elég félelmetes volt, de a csikós ügyelt arra, hogy elkerüljék a mérés helyszínét.

A második nap odacsapódott hozzánk egy puliszerű kutya. Adtunk neki enni-inni, nem is akart elmenni. Egész megnyugtató volt, hogy éjjelre van egy kutyánk. Bevackolt a kocsis alá. Kezdtünk aggódni, hogy fogjuk itthagyni a negyedik napon, hiszen haza nem vihetjük, otthon van egy igazi pulink. A harmadik napon a ménes a közelben legelészett, mentük ismerkedni a lovakkal. Hívtuk a kutyát, jöjjön velünk. A kutya vonakodott, majd óvatosan, tisztes távolságból követett minket és oldalról figyelte, hogyan paskoljuk a fiatal csikókat. Váratlanul az egyik csikó amint meglátta a kutyát elkezdte üldözni, szinte el akarta taposni. Erre a többi csikó is csatlakozott hozzá, pillanatok alatt körbevették a kutyát, szemlátomást a legkevesebb jóindulat nélkül. Végül szegénynek sikerült kitörnie a körből és elmenekülni. A kutyát többé nem láttuk, nagyon valószínű, hogy korábban már lehetett afférja a lovakkal.

A pontok egy része természetvédelmi területre esett, ezért minden méréshez előzetesen engedélyt kellett kérni. Rendszeresen meglátogattak a Természetvédelmi Felügyeletről, a papírjaink rendben voltak, jól elbeszélgettünk. Kérték, hogy a sátrat a domb mögött állítsuk fel, hogy az útról ne lehessen látni, nehogy a túristák is kedvet kapjanak a sátrazáshoz.

Új korszak

A fejlődés nem állt meg. Azt a könnyedséget, ahogyan egy GPS vevő szolgáltatja a navigációs koordinátákat valós időben, megirigyelték a földmérők is, ők is azt szerették volna, ha egyetlen GPS vevővel, hozzájuthatnának a koordinátákhoz, természetesen nem 10 méter, hanem cm pontosan.

A megoldás igen hamar megszületett, de nem volt egyszerű. Az abszolút mérést relatív méréssel váltották ki, de mindezt valós időben. Felállítottak egy bázisvevőt egy ismert ponton, ahonnan saját rádióval átküldték a mérési adatokat a helymeghatározást végző vevőhöz. Ott egy beépített szoftver a saját és a bázismérésekből meghatározta a helyet cm pontossággal. Ez a megoldás tehát hamar megszületett, de meglehetősen nehézkes technika volt. A rádió hatósugara néhány km-re korlátozott, használata hatósági engedélyköteles. Ráadásul két berendezést kellett vásárolnia a felhasználónak. Az igazi megoldás az lenne, ha egy db vevővel lehetne dolgozni valós időben.

Ez egy kemény kihívás volt a nemzetközi kutatás számára. Az elvi megoldás már az ezredforduló előtt megszületett, de a gyakorlati megoldásra még több évet kellett várni. Kell egy kiegészítő rendszert építeni, amely a 10 méteres pontosságot feljavítja a cm-re. A kiegészítő rendszer alapja az aktív GPS/GNSS hálózat. Ez alatt 40-60 km sűrűségben telepített folyamatosan üzemelő hálózatba szervezett GNSS állomásparkot kell érteni. A kiegészítő rendszer előállítja a pontosító korrekciókat és valamilyen úton eljuttatja a terepen dolgozó vevőbe. Akkor ideális a rendszer, ha a mérnöknek nem kell további berendezéseket kezelnie, ha a cm-es technika egy vevő használatával elérhető. Ez lehetségessé vált azzal, hogy a korrekciók fogadására a vevőket a mobil telefonszolgáltatásra alapozva, a gyártók felkészítették, tehát nem kellett egy külön rádiós rendszert is beállítani, mint korábban.

A nagyobb pontosság elérésének elve általánosan érvényes. Az abszolút technikánál a relatív mindig hatékonyabb, mert relatív esetben már csak a különbségre kell koncentrálni. Más területen is így van ez, például nem könnyű elsőre, a semmiből építészeti csodákat tervezni, de egy kicsit mindig lehet javítani egy már létező épületen. Nem véletlen, hogy pl. Itáliában minden városka, minden építménye izléses, szemet gyönyörködtető. A római kor elegendő idő volt e remekművek kicsiszolódására. Még megdöbbentőbb az evolúció, amely apró lépések sorozatával, a szükségletnek megfelelő kiválasztódással olyan csodákat hozott létre, amelyeket sokan nem is tartanak lehetségesnek.

A GPS vevő, amikor meghatározza a koordinátákat, közvetlenül a műholdakra végez méréseket, és a több mint 20 000 km-re levő holdakra támaszkodva számítja ki az abszolút koordinátáit. Ez nevezzük abszolút meghatározásnak, pontossága több méter. Ha azonban két GPS vevővel mérünk, szinkronban és kivonjuk egymásból a két mérést, akkor szinte minden hibaforrás kiesik, és ami megmarad, az már csak a két pontot összekötő vektorra jellemző, pontossága pedig milliméter.

A megoldás tehát ismert, referencia pontokra való támaszkodás. Valós időben mindez azt jelenti, hogy folyamatosan üzemelő ún. permanens GPS állomásokat kell telepíteni, egyenletes sűrűségben. Nálunk minősze három tucat állomás elegendő.

Ennek a hálózatnak a kiépítésére vonatkozó koncepciót már 1998-ban felterjesztettük, de az ágazatvezetésnél ez még inkább kiütötte a biztosítékot. Micsoda, már megint egy új hálózat? Kiemelt jelzővel láttuk el a projektet, ami azt jelenti, hogy más projekteket megelőzve, azok rovására javasoljuk elindítani. A kiemelés bejött. Kiemelték a projektek közül és betették a süllyesztőbe. A javaslatot három éven át megismételtük, végül a nemzetközi trendek hatására, a negyedik éven kaptunk egy jelképes támogatást, amivel mit sem lehetett kezdeni.

Ekkor kezdett felvirágozni a pályázati rendszer. Jelentősebb összegeket lehetett elnyerni (EU támogatás) persze alaposan megindokolt célokra. Több sikertelen pályázás után végre 2002-ben a hálózatépítésre elnyertünk egy számottevő összeget, majd két év múlva egy még

nagyobbat. Nem volt mit tenni, az állami földmérés is megtámogatta a projektet, mert a kötelező saját részt, hozzá kellett tennie az elnyert összegekhez. Nyolc évvel a felterjesztés után a kiegészítő rendszer elérte azt a pontot, ahonnan már nem volt vissza út, a fantasztikus technológia már kezdett kirajzolódni, a növekvő számú felhasználók is hallatták szavukat, követelve az országos kiterjesztést. Végre az első évtized második felében az állami földmérés is megadta azt a támogatást, amit évekkorábban meg kellett volna adni, és rövidesen létrehoztuk azt az infrastruktúrát, ami gyökeresen megváltoztatta a földmérők életét.

Ez a nagyszabású projekt az Observatórium kapacitásának közel a felét terhelte le, tehát a legjelentősebb feladatnak számított.

Általában a gyakorlati szakemberekben kitapintható egy előítélet a kutatóintézetek munkatársaival szemben. Jól felkészült, értelmes emberek, elméleti téren jók, tanítani is tudnak, de a gyakorlatban nem állják meg a helyüket.

Az observatórium jelző erre még rátesz egy lapáttal, mert úgye ez az a hely, ahol a gyakorlati feladatoknak végképp nincs keresnivalójuk. Ilyen előítéletekkel a háttérben függetlenül attól, hogy az Observatórium több gyakorlati feladatot már megoldott, nehéz volt elfogadtatni a geodézia eddigi gyakorlatának feje tetejére állítását. Többször voltak kérdőre volt tankör társaim, hogy valóban ki akarjátok dobni neves elődeink élete munkáját, mellőzni akarjátok a hagyományos geodéziai hálózatokat?

Ezt bizony szentségtörésnek gondolták. A nagy elődök, pedig éppen azért voltak nagyok, mert másoknál előbb látták meg, hogy merre vezet a fejlődés útja. Ők lennének az elsők, akik nem ragaszkodnának pusztá hagyománytiszteletből, a már idejétmúlt technológiákhoz.

Nem kevesebbről volt szó, mint a közel 80 000 kővel, fémcsappal állandósított, geodéziai pontok, döntő részének felhagyásáról. Az Observatórium által fenntartott mindössze háromtucat permanens állomásra támaszkodó kiegészítő rendszer képes kiváltani a hagyományos hálózatokat. A rendszer lelke az Observatóriumban üzemelő Szolgáltató Központ. Ide fut be valamennyi referenciaállomás mérési adata, itt végezték el a modellszámításokat, majd képezték a korrekciókat, melyeket eljuttattak a felhasználókhoz. És mindezt 1 másodperc alatt, hiszen a szolgáltatás valós idejű. Az Observatórium belekerült a gyakorlati élet vérkeringésébe, hiszen a valós idő miatt, a legkisebb hibára is azonnal reagálnak a felhasználók, akik közül a teljes kiépítés utáni első évben, nem ritkán 50-70, majd több mint 100 fő használta párhuzamosan a rendszert. A kiegészítő rendszer fenntartásával az hazai geodézia alapja az Observatórium kezébe került. A feladat nemzetközi jellegét mutatja, hogy a hazaiak mellett, mintegy 20 referenciaállomást a szomszédos országokból is bekapcsoltunk, természetesen egyezmények keretében, paritásos alapon.

A GNSS felhasználók amint beszerezték az új technikát, el is felejtették, a sokszögelést és a különféle hagyományos helymeghatározási technikát. Egy darabig rácsodálkoztak, hogy napok, órák helyett másodpercek alatt kapják az eredményt, majd természetesnek vették, sőt, ha pár percre leállt a rendszer, beindult a reklamáció áradat. Hiába a jót könnyű megszokni.

Az a helymeghatározó eszköz, amiről hallgató koromban álmodoztam, miszerint a geodéziai műszer mutatja pillanatnyi helyzetét, mozgatva pedig változnak a koordináták, valóra vált. Igaz, nem valamilyen erőtér, hanem a műholdak felhasználásával.

A GPS technika igen mélyen behatolt a navigáció és a geodézia tudományába. Az eddig kemény munkával megtanulható navigációs módszerek egyszerre feleslegessé váltak Ez a sors várt a geodézia számtalan helymeghatározási módszerére is. Már a Doppler technikánál is, a hagyományos technológia hívei azzal érveltek, hogy nem támaszkodhatunk kizárólagosan a Doppler rendszerre, mert ezzel kiszolgáltatjuk magunkat az amerikaiaknak.

Mi lesz, ha lekapcsolják a rendszert? Ebben kétségtelenül van valami igazság, de ha figyelembe vesszük, hogy amennyiben valóban a kikapcsolás mellett döntenének az amerikaiak, úgy mindenekelőtt magukat büntetnék meg, hiszen ők használják a legintenzívebben. A GPS esetében, pedig olyan széleskörű a civil felhasználás, hogy ez a szempont már fel sem merül. Ennek ellenére az amerikai elnökök két ízben is biztosították a világot a GPS használat biztonságáról.

Hogy a globális navigáció valami igazán grandiózus rendszer, mi sem bizonyítja jobban, hogy az oroszok, és az EU, sőt Kína is épített, vagy épít hasonló rendszert. Természetesen ezek inkább presztizs projektek, mivel ekkora gazdasági hatalmak mégse kerülhetnek függőségi viszonyba, mert az önmagában is hátrányos lehet. De ez nem bizonyíték arra, hogy komoly költségen tartsuk fenn a hagyományos geodéziai infrastruktúrát, mert lám-lám, az amerikaiakban a többi nagyhatalom se bízik meg. Más a nagyhatalmi presztizs és megint más az irracionális "kikapcsolás" pláne, hogy több ilyen rendszer is üzemel, tehát a kikapcsolás felér egy öngyilkossággal.

A logarléc, vagy a gőzmozdony pártiak, sokáig amellet kardoskodtak, hogy nem lehet kiszolgáltatni magunkat az újabb, de sérülékenyebb technikának. Egy valami kétségtelenül igaz. Ahogy modernizálódunk, úgy válunk egyre sérülékenyebbé. Jól emlékszem, hogy a falu ahol gyerekként éltem, szinte önellátó volt. A háztartásokban örölték a saját kukoricát, hizlalták a disznót, és látták el magukat hússal, zsiradékkal, természetették a kendert, sodorták a fonalat, szőtték a vásznat, saját tejük, tojásuk lisztjük volt. Élelmiszer terén először a cukrot szerezték be a boltból, majd a bolti kenyér felváltotta a házi sütést. Később már a tejet is vásárolták, majd szépen rászoktak az emberek a vásárlásra és specializálódtak maguk is a termelésben. Így hatékonyabb volt, tehát javult az életszínvonaluk. Arra kevesen gondoltak, hogy még életükben eljutnak a fogyasztói társadalom szintjére, ahol egy meghibásodott elektromos berendezés helyett olcsóbb újat venni, mint megjavíttatni. Nem stoppolják már a zoknit, nem javítják a cipőt, stb. A teljes egymásra utaltság azonban nagyon sérülékeny. Ha egy nagyvárosban bekövetkezik egy tartós áramszünet, pánik tör ki, és tragédiák sorára lehet számítani. Ha elakadna a közlekedés, egy-két nap után kimerülnének a tartalékok, az emberek éheznenek, és megint csak kitörne a pánik. Igen veszélyesek a 10 millió lakosú, vagy még nagyobb városok. Pedig az emberiségnek egyre nagyobb hányada él városokban.

A legtöbb GNSS (korábban GPS) technikát, a gépkocsi navigálásban fogják használni, jószolták akkor, amikor még nem volt mobiltelefon. Igaz is volt, de a mobil telefonokba épített GNSS vevők száma mára jócskán lekörözte a gépkocsi navigálást. Melyik szülő ne szeretné tudni, hogy éppen hol tartózkodik a gyermeke.

A GNSS technika legprecízebb felhasználói a geodéták. Azzal büszkélkedhetnek, hogy a 10 méteres alappontosságot képesek voltak egészen a cm-ig javítani. Ehhez azonban fel kellett használni a modern technika több alapvető vívmányát, úgy mint a kommunikációs műholdakat, az Internetet, és a mobil telefont. Az eredmény bámulatos. Azt a munkát, ami még a hetvenes években is órákig, sőt napokig tartott, a kiegészítő rendszert igénybevevő GNSS felhasználó másodpercek alatt képes elvégezni.

Az Obszervatórium alapításának már közel 40 éve, ami egy ember életében igen sok idő. Létrehozása egy megalomániás korszaknak köszönhető, ami ha abban tévedett is, hogy a szocialista úrkutatás diktálta tempó miatt van szükség rá, abban bizonyosan nem, hogy az úrkutatás meghatározó lesz életünkben, tehát érdemes költeni rá.