

Horváth Lajos

## Terepfelmérés GPS-szel



A követelménymodul megnevezése:

**Alappontsűrítés és terepi adatgyűjtés feladatai**

A követelménymodul száma: 2246-06 A tartalomazonosító száma és célcsoportja: SzT-019-50



## TEREPELMÉRÉS GPS-SZEL

### ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Ön egy földmérési, térinformatikai és fotogrammetriai tevékenységgel foglalkozó mérnöki szolgáltató irodánál dolgozik. A cég következő projektje során a munkatársaknak egy újonnan épülő autópálya tervezési alaptérképéhez szükséges felmérést kell elvégezni, elsősorban GPS eszközökkel. Az Ön feladata – többek között – a munka teljes körű megszervezése, majd a tervezési terület felmérésének végrehajtása.

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

#### A RÉSZLETMÉRÉS FOGALMA, MÓDSZEREI ÉS ESZKÖZEI

##### 1. A részletmérés fogalma

Definícióban megfogalmazva részletmérés alatt a Föld felszínén található természetes és mesterséges objektumok alakjelző pontjainak és azok egymáshoz viszonyított helyzetének adott viszonyítási rendszerben történő meghatározását értjük.

A földmérési alaptérképek – az előző tananyagelemekben már meghatározott – tartalmát meghaladó, vagy attól eltérő mértékben a környezetünkben megtalálható természetes objektumok felmérésére és ábrázolására, például tervezési alaptérképek készítéséhez (autópálya tervezett nyomvonala, és annak környezete, stb...), valamint mesterséges tereptárgyak részletes felmérésére és térképezésére pedig, egy vasúti üzemi nyilvántartás vezetése során, vagy egy ipartelep megvalósulási térképének készítéséhez lehet szükség.

Fontos megjegyezni, hogy a részletméréskor a részletpontok helyzetének meghatározása, jellemzően egy meghatározott alapponthálózatban lévő alappontokhoz viszonyítva történik. Elsősorban a gyakorlatban is elkülönülő vízszintes és magassági értelmű mérési módszerek miatt – a GNSS (GPS) technológiák elterjedéséig – a részletpontok térbeli helyzetének meghatározásához szükséges térbeli alapponthálózat(ok) helyett egymástól elkülönült vízszintes és magassági alapponthálózatokat létesítettek. A GNSS (GPS) technológiák elterjedése után vezették be a térbeli, vagy 3D-s alapponthálózatot Magyarországon.

A fenti folyamatoknak megfelelően a következő, az ország egészére kiterjedő alapponthálózatok vannak Magyarországon:

- Egységes Országos Magassági Alapponthálózat (EOMA),
- Egységes Országos Vízzintes Alapponthálózat (EOVA),
- Országos GPS Hálózat (OGPSH).

### 2. A részletmérés módszerei

Tágabb értelemben véve azon eljárásokat nevezzük részletmérésnek, melyek során a térképezendő objektumok geometriai adatainak, azaz a részletpontoknak a meghatározását hagyományos, vagy korszerű geodéziai módszerek és eszközök felhasználásával végezzük. Amennyiben – a geodéziában hagyományosan – a vízszintes és magassági értelmű adatokat külön-külön rendszerben értelmezzük, abban az esetben a következő módszerekről beszélhetünk:

- A vízszintes részletmérés során alkalmazott módszerek:
  - derékszögű koordinátamérés, ahol a részletpont helyzetét két ismert alappontot összekötő egyeneshez viszonyított derékszögű koordinátákkal (abszcisszákkal és ordinátákkal) határozzuk meg;
  - poláris koordinátamérés, ahol a részletpont helyzetét két ismert alappontot összekötő egyeneshez viszonyított szögekkel, és az álláspontként alkalmazott alapponttól mért távolsággal határozzuk meg.
- A magassági részletmérés során alkalmazott módszerek:
  - trigonometriai magasságmérés;
  - területszintezés;
  - hossz- és keresztaszelvényszintezés.

A technika fejlődésének köszönhetően kialakultak olyan módszerek, melyek alkalmazásakor a részletmérés során a vízszintes és magassági adatok egy rendszerben értelmezhetők:

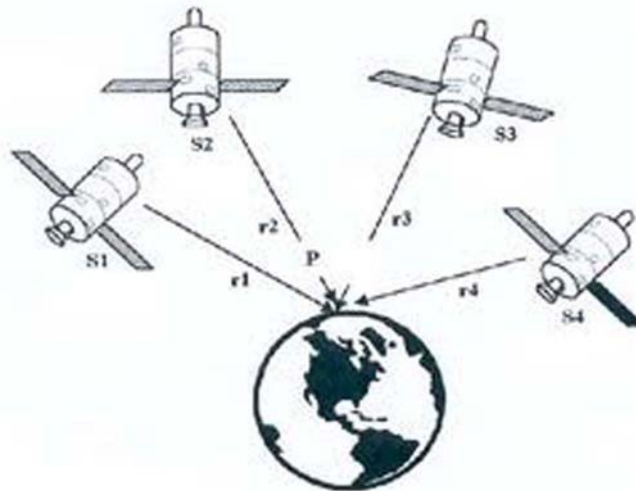
- a poláris koordinátamérést és a trigonometriai magasságmérést együttesen alkalmazó módszerek;
- a műholdas helymeghatározás.

*Megjegyzés: Egyes esetekben előfordulhat, hogy egy meghatározandó részletpont nem megközelíthető, a meghatározása, viszont elengedhetetlen. Ebben az esetben – kiegészítő megoldásként – valamilyen geodéziai pontkapcsolással (például térbeli előmetszéssel) határozzuk meg azt.*

### 3. A műholdas helymeghatározás elve, módszerei és eszközei

A műholdas helymeghatározás során az ismeretlen pont helyzetét egy térbeli derékszögű koordináta rendszerben térbeli ívmetszéssel határozzuk meg ismert helyzetű pontokhoz viszonyítva.

Az ismert helyzetű pontokat a Föld körül ismert pályán keringő műholdak testesítik meg, az ívmetszéshez szükséges hosszakat pedig, a vevő-műhold távolságok mérésével határozzuk meg. A távolság a műholdról mikrohullámú rádióhullámokon érkező kibocsátási idő és a vevőbe érkezés idejének különbsége, az úgynevezett futási idő, valamint a rádióhullám ismert terjedési sebességének a szorzatából számítható. Az ismeretlen pont helyzetének egyértelmű meghatározásához négy műhold egyidejű észlelésére van szükség.



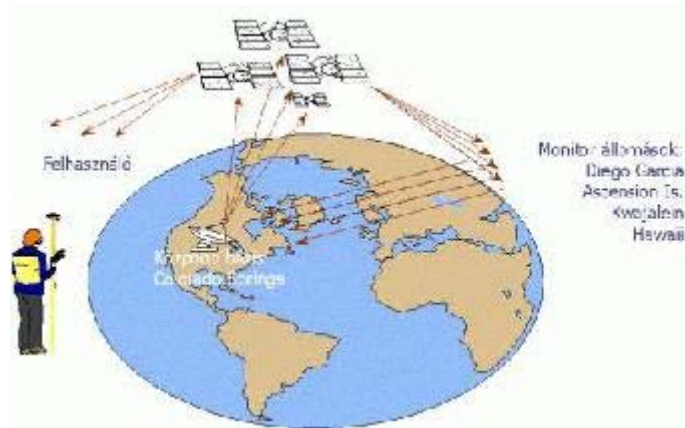
1. ábra A műholdas helymeghatározás elve<sup>1</sup>

A globális műholdas helymeghatározó rendszerek (NAVSTAR GPS, GLONASSZ, Galileo, COMPASS, GINSS) közös elnevezése a GNSS, jelentése: globális navigációs műholdas rendszer (Global Navigational Satellite System).

A köztudatban leginkább elterjedt rendszer a NAVSTAR GPS, három fő rendszerlelemből tevődik össze:

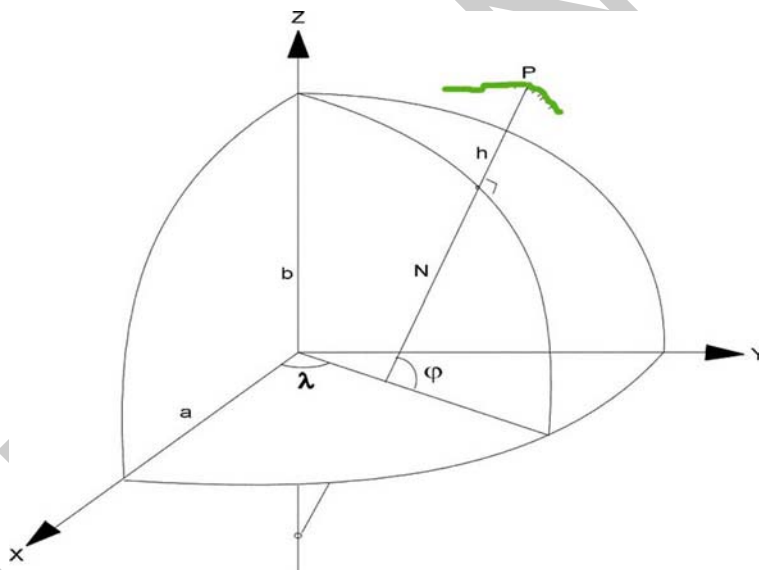
- a GPS műholdak alrendszere;
- a vezérlő alrendszer, melynek feladata a műholdak helyzetének a földfelszínről történő folyamatos követése és meghatározása;
- a vevőberendezések alrendszere.

<sup>1</sup> Forrás: [http://new.taringa.net/posts/info/879332/Funcionamiento-del-G\\_P\\_S\\_.html](http://new.taringa.net/posts/info/879332/Funcionamiento-del-G_P_S_.html) (2010.10.17.)



2. ábra A NAVSTAR GPS rendszer elemei<sup>2</sup>

A NAVSTAR GPS egységes vonatkoztatási rendszere (a WGS84) egy meghatározott alakú és nagyságú forgási ellipszoid, melynek középpontja a Föld tömegközéppontjában van, Z kistengelye a Föld közepes forgástengelye, az XZ koordinátásíkja pedig azonos a Greenwich-i kezdőmeridián síkjával.



3. ábra A WGS84 forgási ellipszoid<sup>3</sup>

A műholdas helymeghatározás módszereit az alábbi, különböző szempontok alapján jellemezhetjük:

- Abszolút, vagy relatív helymeghatározás;
- Kódmérésen, vagy fázismérésen alapuló technológia;
- A mérési eredmények valós idejű, vagy utólagos feldolgozása;
- A mérés statikus, vagy kinematikus;

<sup>2</sup> Forrás: <http://www.ktg.gau.hu/> (2010.10.17.)

<sup>3</sup> Forrás: <http://www2.htw-dresden.de> (2010.10.17.)

- Relatív koordináta-meghatározás esetén egybázisos, vagy több-bázisos módszer;
- Autonóm, vagy külső szolgáltató adataira támaszkodó mérés;

A műholdas helymeghatározás során alkalmazható vevőberendezéseknek a helymeghatározás pontossága alapján történő csoportosítása szerint megkülönböztetünk navigációs, térinformatikai és geodéziai vevőket. A navigációs és térinformatikai vevők pontossága ~ 1-10 méterig tehető, ebből következően a továbbiakban a geodéziai vevőkkel foglalkozunk.



4. ábra Geodéziai GPS vevők<sup>4</sup>

Általában a geodéziai mérések során (a feladattól függően) elvárható az 1-10 cm-es (adott esetben a mm-es) nagyságrendű pontosság, amihez relatív helymeghatározásra és fázismérésre van szükség. A közelmúltban ennek az eléréséhez a mérési eredmények utólagos feldolgozása volt a jellemző. Ma már egyre inkább elterjed a mérési eredmények valós idejű feldolgozása, amihez magunk biztosíthatunk referenciavevőt (autonóm megoldás), vagy pedig GNSS infrastruktúrára épített szolgáltatást veszünk igénybe.

A geodéziai vevők felépítésüket tekintve, a következő részekből állnak: vevőantenna, jelvételi és jelfeldolgozó egység, kijelző egység, energiaforrás. A nagy pontosságú méréseket kényeszerközpontosítóval a műszerállványra helyezett vevővel, míg a mozgás közbeni méréseket rúdon elhelyezett antennával célszerű végezni. A mozgás közben történő mérés során, vagy az antenntartó rúdon rögzíthető a kijelző egység, vevőegység és az akkumulátor is, vagy a "hátizsákos megoldásnál" az antennán és kijelző egységen kívüli elemeket hátizsákban szállítjuk. Léteznek olyan, úgynevezett "dobozvevők", amelyek csak indítógombbal rendelkeznek, és nincs kijelző egységük.

<sup>4</sup> Forrás: [http://www.braninglandssurveying.com/useful\\_links.htm](http://www.braninglandssurveying.com/useful_links.htm)



5. ábra GPS vevő műszerállványon<sup>5</sup>



6. ábra GPS vevő antennarúdon<sup>6</sup>

## GPS-SZEL TÖRTÉNŐ RÉSZLETMÉRÉS SZERVEZÉSI MUNKÁI

### 4. Térképtári kutatómunka

A geodéziai részletmérés szervezését célszerű a megrendelésből, feladatkiosztásból megismert, felmérendő helyszínre vonatkozóan készült előzmény dokumentumok felkutatásával kezdeni.

---

<sup>5</sup> Forrás: <http://www.navicom.hu/GR3.html>

<sup>6</sup> Forrás: <http://www.navicom.hu/GR3.html>

Tervezési alaptérkép készítéséhez történő részletmérés során be kell szerezni a terület földhivatali nyilvántartási alaptérkép másolatát, tömbrajzokat, koordináta listákat, a környéken található földmérési alappontok adatait, pontleírásait, valamint az egyéb, szakági közműtérképeket, helyszínrajzokat, sajátos célú nyilvántartási térképeket, légifényképeket, változási vázrajzokat stb.

Megvalósult, vagy átalakításra váró objektum felméréséhez a fentiekén túl a tervezett állapotra vonatkozó dokumentációkat (hatósági engedélyezési-, kiviteli tervdokumentáció, állapotterképek, stb...) is be kell szerezni.

*Megjegyzés: Az említett dokumentációkon túl igen hasznos lehet, a ma már számtalan internetes portálon is, díjtalanul elérhető műhold-, vagy légifelvételek megtekintése az érintett térségre vonatkozóan.*

## 5. A helyszíni körülmények megismerése

A geodéziai (és más, hasonló mérnöki) munkafolyamatok szervezésének végrehajtásához elengedhetetlen a helyszín ismerete, ezért a részletmérés szervezését a "terepbejárással" folytatjuk. A helyszín szinte teljes bejárása folyamán előzetes képet kaphatunk, többek között a terület alappont ellátottságáról, a felmérendő objektumok helyéről, helyzetéről, számosságáról.

A fontosnak tartott részletekről, helyszínekről célszerű fényképet készíteni, ami az irodai munkaszervezés, vagy az utófeldolgozás során hasznos lehet. A munkafolyamat-szervezés előző fázisában beszerzett dokumentációknak a természetbeni állapottal való elsődleges összevetését is elvégezhetjük, és fölvázolhatjuk az objektumok tekintetében az eltéréseket, a többletet, illetve a hiányt.

*Megjegyzés: Megrendelésre történő munkavégzés során, az árajánlat megtétele előtt, különösen hasznos lehet a felmérendő terület fent leírt módon történő megismerése. Számtalan olyan információ birtokába juthatunk, amelyek jelentős mértékben befolyásolhatják mondjuk, a vállalkozói díjra kiemelt hatással lévő, várható munkavégzés idejét (például a felmérendő területről rendelkezésre álló előzmény helyszínrajzokon fel nem tüntetett, nagyszámú, felmérendő közművek).*

## 6. A szükséges erőforrások meghatározása

Miután a rendelkezésre álló előzmény dokumentációk és a helyszíni bejárás után megismertük a felmérendő területet és megbecsültük a felmérendő tereppontok és objektumok számát, azután előzetesen meg kell határozni a részletmérés során döntő többségében alkalmazni kívánt módszert (utófeldolgozós, vagy valós idejű mérési módszerek), valamint a szükséges erőforrásokat, melyek műholdas helymeghatározó eszközzel történő mérés során jellemzően a következők:

- mérőeszközök és tartozékaik (például GPS vevők, műszerállványok, antennarudak, kényszerközpontosító, mérőszalag, egyéb geodéziai mérőműszerek, stb...);



- segédeszközök (például jelölő festék, karók, HILTI szegek, kalapács, stb...);
- egyéb eszközök (például gépjárművek; munkavédelmi eszközök; növényvágó eszközök, létra; stb...);
- a munkát végző személyek száma (képesítés és elvégzendő feladat szerint);
- a munkavégzés várható ideje;
- a munkavégzés járulékos költségei (például munkatársak munkadíja; üzemanyag költség; szállás költség; stb...).

Az erőforrások meghatározása, természetesen nem egyszerű feladat, jellemzően egy, a következőkben tárgyalt tervezést is számításba vevő iterációs folyamat eredménye.

### 7. A felmérés szervezése, tervezése

#### A felhasználandó alappontok meghatározása

Az előző lépések során megismertük a felméréndő területet, meghatároztuk a részletmérés módszerét (utófeldolgozós, vagy valós idejű mérési módszerek) és a felméréshez szükséges erőforrásokat. Amennyiben a felmérés során a műholdas helymeghatározó eszközzel történő relatív helymeghatározáshoz szükséges adatok (bázis állomás adatai, korrekciók) tekintetében az úgynevezett autonóm módszert választjuk, abban az esetben meg kell határozni a felhasználásra kerülő alappontot, illetve (több-bázisos megoldás esetén) az alappontokat. Szolgáltatáson alapuló adatszolgáltatás igénybevétele esetén erre a lépésre természetesen nincs szükség.

Részletpontok meghatározása esetén referencia állomás lehet az aktív GNSS hálózat referencia állomása; virtuális referencia állomás, az aktív GNSS hálózat vonatkoztatási rendszerének felhasználásával; az aktív GNSS hálózaton kívül üzemeltetett külső permanens állomás; az OGPSH (Országos GPS Hálózat) pontja, vagy az OGPSH rendszerében korábban meghatározott és a földhivatal által átvett pont; vagy EOVA alappont, EOVS-OGPSH transzformációval.

#### A részletmérés tervezése

Az előző pont eredményét figyelembe véve, elsődlegesen megtervezzük a részletmérés folyamatát. Meghatározzuk a felmérés vonulatát és a felméréndő részletpontok (tereppontok) sűrűségét. A tervezés során figyelembe kell venni terepfelmérés során már létező objektumok funkcióját, adott esetben akár az üzemszerű működéssel járó speciális körülményeket, az azokból eredő munkavédelmi, balesetvédelmi előírásokat.

A következő lépésben besoroljuk a felméréndő részletpontokat első-, másod-, és harmadrendű kategóriákba, majd kategóriánként meghatározzuk a bemérés pontosságát, figyelembe véve a felméréndő objektumok jellemzőit, valamint a megrendelői igényeket. A részletpontok száma függ a felmérés céljától és a meghatározás elvárt pontosságától.

Végül megtervezzük a már előre láthatóan rendhagyó részletpontok (például a nem megközelíthető pontok) felmérésének folyamatát, melynek során előzetesen meghatározzuk az alkalmazandó módszereket (például a nem megközelíthető pontok esetében térbeli előmetszés mérőállomással).

## GPS-SZEL TÖRTÉNŐ RÉSZLETMÉRÉS VÉGREHAJTÁSA

### 8. A részletmérés általános jellemzői

#### A földfelszíni részletpontok bemérése

Földfelszíni részletpontoknak nevezzük a terepalakulatoknak és a mesterséges objektumoknak a föld felszínén, vagy a földfelszín közvetlen közelében lévő, vetítés nélkül meghatározható alakjelző pontjait.

A felmérés tárgya és terjedelme, valamint a felmérés szempontjából lényeges részletpontok jellege és száma, amint azt már említettük, a felmérés jellegétől függ. Általánosan, azonban a felmérés során (a teljesség igénye nélkül) a következőkben tárgyalt részletpontokat (és azok jellemzőit) kell figyelembe venni:

- Épületek, építmények, valamint az építés alatt álló, új épületek sarokpontjai és jellemző töréspontjai, továbbá az épületek bejáratai, lépcsők, előtetők, erkélyek, kerítések, jellemző épülettartozékok, stb...
- A nem függőleges falazatú építmények (például víztorony) földfelszíni alakjelző pontjai, továbbá a legnagyobb kiterjedés földfelszíni vetülete.
- Földalatti vezetékek (elektromos, víz, stb...) kör alakú aknafedlapjának középpontja és átmérője, az egyéb (négyzet alakú) aknafedlapok (szükség szerinti) alakjelző pontjai.
- Folyók, patakok, csatornák, tavak, anyaggödörök partvonala, (szükség szerint) a medre, valamint egyéb vízgazdálkodási műtárgyak, tereptárgyak alakjelző pontjai.
- Ásott kutak középpontja és átmérője.
- Utak és útügyi műtárgyak, tereptárgyak (vízelvezető árok, útburkolati jelek, stb...) alakjelző pontjai és tengelypontjai, valamint a kisajátítási határkövek, jelek. Az ívek ábrázolásához szükséges számú töréspont.
- Vasutak állomási és nyíltvonali műtárgyai, tereptárgyak (kitérő, vízelvezető árok, útátjáró, stb...) alakjelző pontjai és tengelypontjai, valamint a kisajátítási határkövek, jelek. Az ívek ábrázolásához szükséges számú töréspont.
- Egyéb nyomvonalas létesítmények a fentiek mintájára.
- Nyomvonalas létesítmények keresztezése.
- Szükség szerint a természetes (és mesterséges) növénytakaró alakjelző pontjai, egyedülálló jellemző növények középpontja és átmérője.

#### A földalatti részletpontok bemérése

Földalatti részletpontoknak nevezzük a felszíni építmények földalatti – a falsíkon túlnyúló – alapjai, a földalatti építmények, elektromos és egyéb közmű vezetékek, földalatti vonalas közlekedési létesítmények, alagutak, tárok, aknák, stb..., alakjelző, és egyéb jellemző pontjait.

A földalatti építmények, létesítmények belső terét az alapponthálózatba bekapcsolt hálózati pontokhoz képest kell bemérni. Kivitelezés alatt álló létesítményt, amennyiben a körülmények engedik, a munkaárok betemetése, befedése előtt fel kell mérni és felmérési naplót kell készíteni.

Földalatti közmű vezetékek részletpontjait, lehetőség szerint a kivitelezés befejezése előtt, nyílt árkos beméréssel kell meghatározni. Amennyiben erre nincs mód, abban az esetben a részletpontokat feltárással geodéziai úton, illetve (a vezeték, illetve a szállított anyag jellegétől függően) a jellemző töréspontokat a földfelszínen vezetékutató műszerrel kell meghatározni, majd azokat geodéziai úton bemérni.

### **A föld feletti részletpontok bemérése**

Föld feletti részletpontoknak nevezzük a terepszint fölött 1 métert meghaladó magasságban lévő alakjelző, és egyéb jellemző pontokat (például légvezetékek, daruk, szállítóhidak, hidak, stb..., jellemző, nem földfelszíni pontjai).

A hidak földfelszíni pontjain túl, a hídon lévő létesítményeket, a hídszerkezet földfelszíni vetületét, továbbá az áthidalt szabad nyílást is be kell mérni.

A jelentős magasságban lévő, illetve nehezen megközelíthető részletpontok meghatározása tekintetében célszerű megfontolni a térbeli előmetszés módszerének alkalmazási lehetőségét.

## **9. Utólagos feldolgozással végzett részletmérés**

### **Statikus mérések**

A statikus méréseket a (lentebb tárgyalt) alacsony hatékonyság miatt a részletmérés gyakorlatában nem igazán alkalmazzák, de a módszereket azért áttekintjük. A statikus mérések közül három módszert különböztetünk meg a mérési periódus időtartama alapján:

- hagyományos statikus,
- gyors statikus,
- visszatérési módszer.

A fentiek közül a – részletmérésre vonatkozó gyakorlatban – a múltban esetleg a gyors statikus mérést alkalmazták, mely elvégezhető OGPSH (Országos GPS Hálózat) pontokra támaszkodva, permanens állomások bevonásával, illetve önálló 3D-s rendszerben.

Gyors statikus mérés OGPSH pontokra támaszkodva

Ebben az esetben egy referencia-vevőt egy OGPSH ponton állítunk fel, ami a felmérés végéig meghatározott időközönként rögzíti a mérési eredményeket, míg a másik vevővel elvégezzük a felméréndő pontokon történő méréseket. A "mozgó" vevővel történő mérések ideje függ a látható műholdak számától, a referinca vevő és a felmért pont távolságától, (valamint a vevő egy-, vagy kétfrekvenciás mivoltától). A mérési idő a gyakorlati tapasztalatok alapján 15–30 perc is lehet. További hátrány, hogy a referencia-vevő energiaellátásáról, továbbá biztonságáról a mérés ideje alatt gondoskodni kell. A részletpontok koordinátáinak számítása egy lokális transzformációval átszámítható az Egységes Országos Vetületi Rendszerbe, mely transzformációhoz szükséges azonos pontok az OGPSH rendszerben a felmérés ~ 20 km-es körzetében rendelkezésre állnak.

Gyors statikus mérés permanens állomások bevonásával

Ebben az esetben a mérés és feldolgozás tekintetében nincs más jelentős különbség az előző módszerhez képest, mint az, hogy nincs szükség referencia-vevőre, a korrekciós adatok a permanens állomások mérései alapján állnak rendelkezésünkre.

Gyors statikus mérés saját 3D-s rendszerben

Ennek a módszernek az alkalmazása során a referenciavevőt egy ismeretlen ponton állítjuk fel, majd ennek a pontnak WGS84 rendszerbeli, közelítő koordinátáit határozzuk meg, így egy saját térbeli vonatkoztatási rendszert hozunk létre. Ebben az esetben, azonban nekünk kell gondoskodni a transzformáció közös pontjairól, így megközelítőleg 4-5 vízszintes (negyedrendű) alappont GPS-es mérését is el kell végezni.

### **Kinematikus mérések**

Kinematikus mérésnek nevezzük a vevőantenna mozgás közbeni geodéziai pontosságú relatív helymeghatározását. A kinematikus mérések között megkülönböztetünk félkinematikus (Stop-and-go survey - SGS) és valódi kinematikus (True kinematic survey - TKS) mérést. A félkinematikus mérések pontossága hasonló nagyságrendű, mint a gyors statikus méréseké, azonban ennek az eléréséhez (szemben a statikus mérések során állványon történő mérésekkel) ügyelni kell a vevő antenna tartórúdjának megfelelő mérés közbeni tartására, valamint a folyamatos (négy műholdat meghaladó) jelvételezésről (jelvesztés esetén az újrainicializálás idővesztéséhez vezet). Gazdaságossági szempontból, azonban lényeges előnye a kinematikus méréseknek, hogy a felméréndő részletpontokon a mérés ideje pontonként bőven 1 perc alatt van.

Félkinematikus mérés OGPSH pontokra támaszkodva

Ebben az esetben is (hasonlóan az OGPSH pontok felhasználásával történő Gyors statikus méréshez) egy referencia-vevőt egy OGPSH ponton állítunk fel, ami a felmérés végéig meghatározott időközönként rögzíti a mérési eredményeket, míg a másik vevővel elvégezzük a felméréndő pontokon történő méréseket, a fent leírt, jelentősen rövidebb mérési idő mellett. Hátránya viszont, hogy (amint írtuk is), hogy ügyelni kell a folyamatos (négy műholdat meghaladó) jelvételezésről.

Félkinematikus mérés permanens állomásra támaszkodva

A permanens állomásra támaszkodva történő gyors statikus méréshez képest lényeges különbség csak annyi van, hogy egy-egy ponton nem 10–30 percet kell eltölteni, hanem csak 1–2 percet. Azonban ebben az esetben is törekedni kell a folyamatos jelvétel biztosításáról. A mérés előkészítése és végrehajtása során ügyelni kell arra, hogy a mozgó vevő adatrögzítési időköze a referenciavevő rögzítési időközével összhangban legyen.

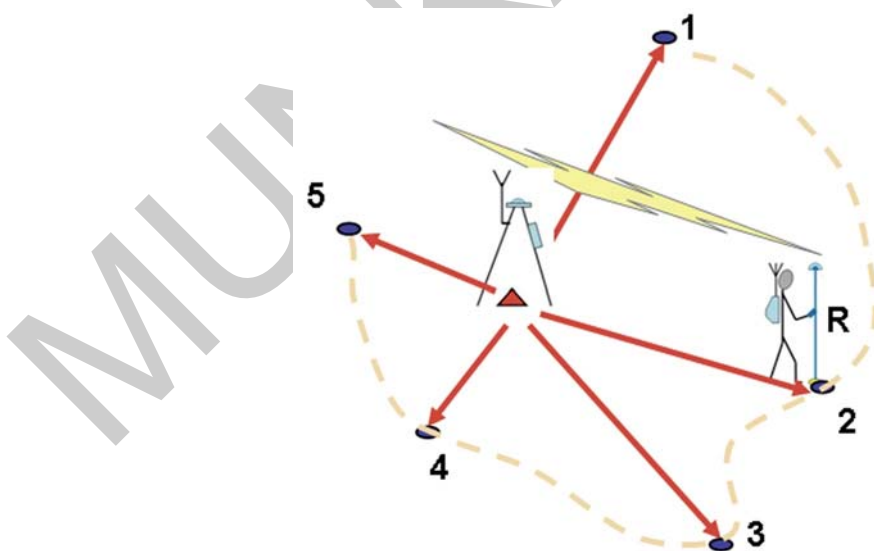
## 10. Valós időben végzett részletmérés

A valós idejű technológia (Real-Time Kinematic – RTK) geodéziai pontosságot biztosító megoldása során a referenciavevő mérési eredményei valós időben (online) jutnak a mozgó vevőhöz, így a mozgó vevő vezérlő berendezésében a feldolgozó program a szükséges korrekciók kiszámítása után cm éles, valós idejű koordinátákat szolgáltat. Ezzel lehetőség nyílik – a gyors pontmeghatározás mellett – az azonnali ellenőrzésekre, illetve akár a geodéziai pontosságú kitűzésekre.

### Valós idejű (RTK) mérés egy bázis felhasználásával

Saját RTK-bázis használata OGPSH referenciaponton

Ebben az esetben, tulajdonképpen csak az OGPSH ponton felállított referenciavevő és a mozgó vevő közötti jelátvitelt biztosító megoldás szab határt a felmérhető terület tekintetében. A hatótávolság rádiós adó-vevő esetében a referenciavevő környezetében akár 1–2 km-re is lecsökkenhet. Ez a hatótávolság rádiótelefonos, vagy internetes adatátvitellel javítható.

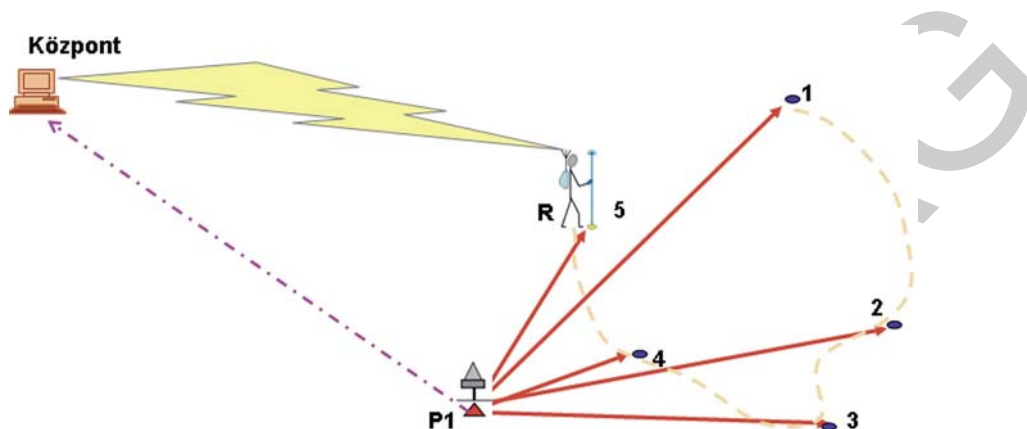


7. ábra OGPSH alapontra támaszkodó, saját bázist alkalmazó RTK mérés<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Forrás: Dr. Busics György – Dr. Engler Péter – Guszlev Antal – Dr. Jancsó Tamás: Digitális adatgyűjtési technológiák

### Egyetlen permanens állomásra támaszkodó RTK mérés

A lényegi eltérés az előző módszerhez képest, hogy nem általunk telepített referenciavevő, hanem egy permanens állomás adatait használjuk referenciaként. Ehhez, azonban rendelkezésre kell állniuk országos szinten (és ma már rendelkezésre is állnak) a telepített permanens állomások összegyűjtött és feldolgozott mérési adatainak, továbbá biztosítani kell a szükséges információknak a mozgó vevőkhöz történő, valós idejű eljuttatását. Ez ma már könnyen lehetséges rádiótelefonos, vagy internetes szolgáltatás útján.



8. ábra Egyetlen permanens állomásra támaszkodó RTK mérés<sup>8</sup>

### Valós idejű (hálózatos RTK) mérés több bázis felhasználásával

Tulajdonképpen az előző megoldás következménye a hálózatos RTK, ahol egy adott térségben fixen telepített, állandóan rendelkezésre álló permanens referenciaállomások működnek, biztosítva ezzel a folyamatos (akár 24 órás) és biztonságos adatszolgáltatást – a jellemzően fizetős szolgáltatást igénybe vevő – felhasználók felé.

## 11. A GNSS eszközzel történő részletmérés jogi szabályozása

A globális műholdas helymeghatározó rendszerek alkalmazásával végzett pontmeghatározások végrehajtásáról, dokumentálásáról, ellenőrzéséről, vizsgálatáról és átvételéről szóló 47/2010. (IV. 27.) FVM rendelet a részletmérésekre vonatkozóan a következők szerint rendelkezik:

(Kivonat a jogszabályból)

### IV. FEJEZET

#### A GNSS RÉSZLETMÉRÉS ÁLTALÁNOS SZABÁLYAI

##### 4. A részletpontok meghatározása

<sup>8</sup> Forrás: Dr. Busics György – Dr. Engler Péter – Guszlev Antal – Dr. Jancsó Tamás: Digitális adatgyűjtési technológiák

*15. § (1) Részletpontok meghatározása esetén referencia állomás lehet*

*a) az aktív GNSS hálózat referencia állomása,*

*b) a virtuális referencia állomás, az aktív GNSS hálózat vonatkoztatási rendszerének felhasználásával,*

*c) az aktív GNSS hálózaton kívül üzemeltetett külső permanens állomás a 13. § (1) bekezdésében meghatározottak szerint,*

*d) OGPSH hálózat pontja, vagy az OGPSH rendszerében korábban meghatározott és a földhivatal által átvett pont, vagy*

*e) EOVA alappont, EOVS-OGPSH transzformációval a 22. § előírásai szerint.*

*(2) Az (1) bekezdés e) pontjában meghatározott esetben a vonatkoztatási rendszer ellenőrzésére a meghatározandó pontok közé legalább egy másik, már korábban meghatározott országos alappontot is be kell vonni.*

*(3) Ideiglenes WGS 84 koordinátákkal meghatározott helyi térbeli rendszerű, vagy közelítő koordinátákkal rendelkező ismeretlen pont esetében a végleges koordinátákat csak EOVS rendszerben kell kiszámítani.*

*(4) Az egyedi transzformációs paraméterekkel végzett lokális transzformáció végrehajtását dokumentálni kell.*

#### *5. Utólagos feldolgozással végzett részletmérés*

*16. § (1) Utólagos feldolgozással végzett részletmérés során csak azok a mért pontok fogadhatók el, amelyekre a fázis-többszámosság értékét egész számként lehetett meghatározni. A részletpontok koordinátáinak meghatározására a float megoldás nem fogadható el.*

*(2) A részletpontok koordinátáinak meghatározását ellenőrző méréssel vizsgálni kell. Az ellenőrzött részletpontok számát a 2. mellékletben megadott táblázat szerint kell meghatározni.*

*(3) A mintavételezés a minőségellenőrzés tárgyát képező adatállomány által lefedett földrajzi térség teljes területét kihasználva, véletlenszerű kiválasztással történik. A mintaelemek kiválasztásakor ügyelni kell arra, hogy meghatározott részletpontokból a megfelelő mennyiségű részletpont kiválasztása történjen meg, a mérés kiterjedése szerinti csoportokban és területileg is egyenletes eloszlásban.*

*(4) A félkinematikus módszerrel mért részletpontok ellenőrzése történhet:*

*a) új inicializálással történő megismételt félkinematikus GNSS méréssel, ugyanazon referencia pont mellett,*

- b) megismételt GNSS méréssel, az eredetitől eltérő referencia pont alkalmazásával,*
- c) megismételt GNSS méréssel, az eredetitől eltérő mérési módszerrel, utófeldolgozással vagy valós idejű (RTK) módszerrel, vagy*
- d) a részletpontok közötti távolságok mérésével, legalább két, korábban már meghatározott ismert pont bevonásával.*

*(5) A részletmérés során meghatározott részletpontok ellenőrzése elvégezhető hagyományos mérőeszközökkel végzett irány- és távméréssel, az alábbi módon:*

- a) alapponton vagy az ellenőrzésbe bevont pontokkal azonos rendű részletponton létesített álláspontokról az ellenőrzendő részletpontokra vagy korábban meghatározott alappontokra irány- és távolságmérést, vagy távolságmérést kell végezni,*
- b) a mérési eredmények alapján számítani kell a tájékozás irány- és hossz eltéréseit, az ellenőrzésbe vont részletpontok poláris koordinátaméréssel meghatározott koordinátáit, és*
- c) az irány-, hossz- és a koordináta eltérések mértékét az 1. melléklet szerint kell meghatározni.*

#### *6. Valós időben végzett részletmérés*

*17. § (1) Saját bázisra támaszkodó, valós időben végzett részletmérés esetén a saját bázist az OPGSH pontjaira vagy az ETRS89 rendszerben korábban meghatározott és a földhivatal által átvett alappontokra támaszkodva kell létesíteni. Mérési adatok rögzítését akkor szabad megkezdeni, amikor a mérőeszközön kijelzett pontossági érték - vízszintes értelmű ponthiba, 95%-os konfidenciánál - el nem éri a  $\pm 3$  cm-t. A részletponton a mérést - másodpercenkénti mérés beállítással - legkevesebb 2 epochán keresztül kell folytatni.*

*(2) A részletpontok ellenőrzését a 16. § (2)-(5) bekezdése szerint kell elvégezni.*

*18. § (1) GNSS infrastruktúrára támaszkodó, valós időben végzett részletmérés során a mérési adatok rögzítését akkor szabad megkezdeni, amikor a mérőeszközön kijelzett pontossági érték - vízszintes értelmű ponthiba, 95%-os konfidenciánál - el nem éri a  $\pm 3$  cm-t. A részletponton a mérést - másodpercenkénti mérés beállítással - legkevesebb 2 epochán keresztül kell folytatni.*

*(2) A részletpontok ellenőrzését a 16. § (2)-(5) bekezdése szerint kell elvégezni.*



## A GPS-SZEL TÖRTÉNŐ RÉSZLETMÉRÉS MUNKARÉSZEI

A globális műholdas helymeghatározó rendszerek alkalmazásával végzett pontmeghatározások végrehajtásáról, dokumentálásáról, ellenőrzéséről, vizsgálatáról és átvételéről szóló 47/2010. (IV. 27.) FVM rendelet a részletmérések földhivatal felé történő dokumentálására vonatkozóan az alább közölt kivonatban találhatóak szerint rendelkezik. Az egyéb, sajátos célú felmérésekre vonatkozóan a rendelkezés csak ajánlás értékű, de számos esetben célszerű a földhivatali eljárás mintájára elvégezni a felmérés dokumentálását.

(Kivonat a jogszabályból)

### VII. FEJEZET

#### A GNSS PONTMEGHATÁROZÁS DOKUMENTÁLÁSA

##### 9. Utófeldolgozással történő mérés dokumentálása

28. § (1) A GNSS mérések utófeldolgozása során a mérőeszközhöz tartozó feldolgozó programmal előállított dokumentumban szereplő idegen nyelvű meghatározásokat magyar nyelvű fordítással kell ellátni.

(2) A mérés dokumentálásához szükséges munkarészeket – a mérési és feldolgozási folyamat automatizáltságára és az adatok nagy terjedelmére tekintettel – csak elektronikus formában kell elkészíteni. Az elektronikus munkarészek elkészítése meghatározott formátumhoz nincs kötve.

(3) A mérőeszközhöz tartozó feldolgozó program által előállított elektronikus munkarészek alapvető tartalmi követelményeit a 30. és 31. § előírásai határozzák meg. A munkarészek ennél több adatot is tartalmazhatnak, ha a megjelenő adatok mennyisége és formátuma a felhasználó által szabályozható.

(4) Elektronikusan vagy nyomtatott formában a 30. § (2)–(3) és (5) bekezdésében, valamint a 31. § (1), (4)–(6) bekezdésében meghatározott munkarészeket kell leadni.

(5) A nyomtatásban leadandó munkarészeket címlappal kell ellátni. A címlapnak tartalmaznia kell

- a) a munkaterület megnevezését,
- b) a készítés időpontját,
- c) a munka elvégzésével megbízott vállalkozás nevét és
- d) a munka azonosítóját, valamint a munkaszámot.

A rajzi munkarészekhez külön címlapot készíteni nem kell, a szükséges adatokat a rajzon kell feltüntetni.

(6) A GNSS mérés végeredménye az újonnan meghatározott pontok koordináta-jegyzéke EOVS rendszerben a balti alapszintre vonatkozó magassági adatokra vonatkoztatva.

#### 10. A valós idejű mérés dokumentálása

29. § (1) A valós idejű mérés dokumentációját úgy kell elkészíteni, hogy az egybázisú RTK eljárás, és a hálózati RTK eljárás alkalmazása megkülönböztethető legyen. Az egybázisú RTK eljárásban a referencia pont lehet bázisállomás, permanens állomás, valamint referencia állomás.

(2) Az egybázisú valós idejű mérést a (3) bekezdésben és a 31. §-ban meghatározott munkarészekkel, valamint olyan RTK jegyzőkönyvvel kell dokumentálni, amely tartalmazza

a) a felhasznált referencia pont azonosítóját és ETRS89 vagy EOVS rendszerbeli koordinátáit, valamint

b) az aktív GNSS hálózat állomásai kivételével a referencia pont antennamagasságát és az antenna típusát.

(3) Mindkét mérési típusnál dokumentálni kell

a) az aktív GNSS hálózat használatánál a GNSS Szolgáltató Központ honlapjáról letölthető igazolást, a méréseket dokumentáló, kódszámmal ellátott listával,

b) a méréseket végző személy nevét,

c) a mért részletpontokon használt antenna típusát és az antennamagasságot,

d) az alkalmazott OGPSH-EOVS transzformációs eljárás dokumentációját,

e) VITEL alkalmazása esetén a felhasználói licenc számát,

f) saját számítású lokális transzformáció esetén az alkalmazott szoftver nevét, azonosítóját,

g) a mért pontok koordinátáit EOVS rendszerben és a pont mérésének időpontját, valamint

h) a mért pontok pontossági mérőszámait (vízszintes ponthiba, magassági középhiba, térbeli ponthiba és koordináta-középhibák).

#### 11. A GNSS pontmeghatározás leadandó munkarészei

30. § (1) A GNSS pontmeghatározások földhivatali vizsgálatához és átvételéhez a (2)–(6) bekezdésben és a 31. §-ban meghatározott munkarészeket kell leadni.

(2) A pontmeghatározásokról meghatározási tervet kell készíteni, amely alkalmas méretarányban megjeleníti a felhasznált, már korábban meghatározott alappontokat, az újonnan meghatározott alappontokat és a számított vektorokat. Poláris elrendezés esetén referencia pontonként külön-külön is elkészíthető.

(3) Ha a rajz telítettsége miatt a vázlat nem áttekinthető, akkor a meghatározási terv helyettesíthető a mérések időbeli lefolyását bemutató grafikonnal (idődiagram, Gantt diagram). Hálózatkiegyenlítés esetén a meghatározási tervnek ábrázolnia kell a kiegyenlítésbe bevont összes vektort, valamint az adott és új pontokat.

(4) A mérési jegyzőkönyvnek tartalmaznia kell a 8. § (1), (2) és (4) bekezdésében meghatározott adatokat elektronikus formában vagy manuálisan elkészítve. Az elektronikus mérési jegyzőkönyvet a vektorkiértékelési naplófájl helyettesíti, ha az a megadott adatokat tartalmazza. Utólagos feldolgozásnál a nyers mérési adatokat – beleértve a referencia-méréseket is – elektronikus (RINEX) formátumban kell benyújtani.

(5) Az ellenőrzési jegyzőkönyvben dokumentálni kell a felhasznált pontok koordinátáit vagy az azokból számított adatokat, a vizsgálati adatokat, az eltéréseket és a hibahatárokat.

(6) A térbeli kiegyenlítés jegyzőkönyvének tartalmaznia kell a felhasznált pontok és az újonnan meghatározott pontok koordinátáit, az új pontok kiegyenlített koordinátáit és középhibáit, a számításba bevont vektorok összetevőit és javításait.

31. § (1) A transzformációs jegyzőkönyvnek tartalmaznia kell a transzformációs eljárás jellegét, a közös pontok azonosítóit és a maradék-ellentmondásokat, külön vízszintes és magassági értelemben (EHT2 output lista).

(2) A transzformációs vázlaton a közös pontok elhelyezkedését kell ábrázolni alkalmas méretarányban, a munkaterület körvonalával kiegészítve. Ha a transzformáció a VITEL vagy az EHT2 alkalmazással történt, transzformációs vázlatot nem kell készíteni.

(3) A vektorkiértékelési naplófájlnak tartalmaznia kell a kiértékelt vektor kezdő- és végpontjának azonosítóját, a mérés kezdő és záró időpontját (vagy időtartamát), a vektor-összetevőket és a kovariancia elemeket. A fázis-többértelműség feloldására alkalmazott megoldásra utalni kell. Ha a naplófájl a mérőeszköz pontraállásra (antennatípusra, antennamagasságra) vonatkozó adatait is tartalmazza, külön mérési jegyzőkönyvet nem kell készíteni.

(4) Az ETRS89 koordináta-jegyzékben számsorrendben fel kell tüntetni a felhasznált alappontok és az újonnan meghatározott pontok számát, állandósításának módját és ETRS89 koordinátáit,  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  vagy  $\phi$ ,  $\lambda$ ,  $h$  formában. Részletmérés esetén csak a felhasznált alappontok ETRS89 koordinátáit kell közölni.

(5) Az EOVA és az EOMA koordináta-jegyzékben számsorrendben kell feltüntetni a felhasznált pontok és az újonnan meghatározott pontok számát, állandósításának módját, EOVA koordinátáit ( $y$ ,  $x$ ) és Balti alapszint feletti  $M$  magasságát cm élességgel, valamint az ingatlan-nyilvántartás tartalmát érintő sajátos célú földmérési és térképészeti tevékenység végzésének általános előírásairól szóló jogszabály szerinti pontkódokat. A felhasznált vízszintes és magassági alappontokat a pontok rendűségének megfelelően el kell különíteni.

*(6) Műszaki leírást kell készíteni az elvégzett munkafeladat és az alkalmazott technológia rövid leírásával, amely tartalmazza a vonatkoztatási rendszerre, a transzformációs megoldásra, valamint a mérés és feldolgozás körülményeire utaló leírást is.*

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Gondolja át a részletmérés fogalmát, és vázolja föl a geodéziai pontmeghatározás módszereinek alkalmazhatósági lehetőségeit a részletmérés folyamatában!
2. Vázolja föl a műholdas helymeghatározás elvét!
3. Gondolja végig és foglalja össze, hogy a műholdas helymeghatározás elvén működő eszközök miben könnyítik meg a hagyományos geodéziai eszközökhöz képest a részletmérés folyamatát!
4. Vázolja föl a műholdas helymeghatározó eszközzel történő részletmérés szervezési munkáinak folyamatát, majd foglalja össze a főbb lépések teendőit!
5. Gondolja át és vázolja föl a különböző jellegű részletpontok felmérésének jellemzőit!
6. Sorolja föl, majd hasonlítsa össze az utólagos feldolgozással végzett részletmérés eseteit!
7. Sorolja föl, majd hasonlítsa össze a valós időben végzett részletmérés eseteit!

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat

Írja le a részletmérés definícióját!

---

---

---

### 2. feladat

Sorolja fel a részletmérés módszereit!

---

---

---

### 3. feladat

Sorolja fel a GPS-szel történő részletmérés szervezési munkáinak főbb lépéseit!

---

---

---

### 4. feladat

Sorolja fel az utólagos feldolgozás mellett történő mérés eseteit!

---

---

---

---

**5. feladat**

Sorolja fel a valós időben történő mérés eseteit!

---

---

---

---

MUNKANYAG

## MEGOLDÁSOK

### 1. feladat

Részletmérés alatt a Föld felszínén található természetes és mesterséges objektumok alakjelző pontjainak és azok egymáshoz viszonyított helyzetének adott viszonyítási rendszerben történő meghatározását értjük.

### 2. feladat

Derékszögű koordinátamérés, poláris koordinátamérés, trigonometriai magasságmérés, területszintezés, hossz- és keresztshelvény-szintezés.

### 3. feladat

Térképtári kutatómunka; A helyszíni körülmények megismerése; A szükséges erőforrások meghatározása; A felmérés szervezése, tervezése.

### 4. feladat

Gyors statikus mérés OGPSH pontokra támaszkodva; Gyors statikus mérés permanens állomások bevonásával; Gyors statikus mérés saját 3D-s rendszerben; Félkinematikus mérés OGPSH pontokra támaszkodva; Félkinematikus mérés permanens állomásra támaszkodva.

### 5. feladat

Saját RTK-bázis használata OGPSH referenciaponton; Egyetlen permanens állomásra támaszkodó RTK mérés; Valós idejű (hálózatos RTK) mérés több bázis felhasználásával.

## IRODALOMJEGYZÉK

### FELHASZNÁLT IRODALOM

Krauter András: Geodézia; Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2002.

Detrekői Ákos – Szabó György: Térinformatika; Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003.

Dr. Busics György – Dr. Engler Péter – Guszlev Antal – Dr. Jancsó Tamás: Digitális adatgyűjtési technológiák; FVM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet Budapest, 2009.

Bölonyi György – Ráksi Miklós: Földméréstan I.; Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest, 1985.

Dr. Balázs László – Szentesi András: Földméréstan II.; Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest, 1985.

Dr. Balázs László – Szentesi András – Kovács Gábor: Földméréstan III.; Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest, 1990.

47/2010. (IV. 27.) FVM rendelet a globális műholdas helymeghatározó rendszerek alkalmazásával végzett pontmeghatározások végrehajtásáról, dokumentálásáról, ellenőrzéséről, vizsgálatáról és átvételéről

### AJÁNLOTT IRODALOM

Sárközy Ferenc: Geodézia; Tankönyvkiadó, Budapest, 1989.

Dr. Karsay Ferenc: Földmérési Technológiák; Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest, 1982.



A(z) 2246–06 modul 019–es szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 581 01 0010 54 01	Földmérő és térinformatikai technikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:  
12 óra

MUNKANYAG

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv  
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának  
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap  
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet  
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:  
Nagy László főigazgató