

Térinformatika a Határőrségnél

Bevezetés

Korunk társadalma az információs társadalom. Az információs társadalomban a gazdaság húzóerejévé az információtechnológia fejlődése válik.

Az információs társadalom fejlettségének mutatói az Internet elterjedése, az intézményekben, háztartásokban alkalmazott számítógépek száma, az elektronikus szolgáltatások minősége, a digitalizáció foka, az univerzális informatikai végberendezések használatának nagysága, az alkalmazott információs technológiák, a felhasznált adatbázisok és adatfeldolgozó szoftverek, a sávszélesség, a wireless adatelérés. A konvergencia szintje (adatfajták, funkciók, távközlés, a számítástechnika, és az elektronikus média közös platformra helyeződése) azt fejezi ki, hogy milyen minőségben állnak rendelkezésre a felhasználók számára szolgáltatások. Az E-technológiák – elektronikus technológiák (e-kormányzat, e-kereskedelem, e-learning, e-közigazgatás, e-gazdaság stb.), a grafikus alkalmazások, a mobilitás, a távmunka végzés lehetősége és a digitális kultúra elterjedése az életminőség fejlettségi szintjének a kifejezői. Ennek már néhány megnyilvánulása a napi életben is látható, mint például az okmányirodák elektronikus szolgáltatásai és az ügyfélkapu Internetes ügyintézési lehetősége.

Az elektronikus folyamat-feldolgozási és az adatátviteli sebesség rohamos növekedése, a tárolókapacitás megsokszorozódása, a miniatürizálás felgyorsulása, a jelérzékelési küszöb és az energiaigény jelentős csökkenése, az információ megjelenítő eszközök korszerűsödése létrehozott egy sor új technológiát, modern informatikai végberendezést. Ez a fejlődés lehetővé tette többek között az adatátviteli hálózatok elterjedését, az on-line kapcsolatokat, a real-time működésmódot, az álló- és mozgóképek számítógépi kezelését, az integrált berendezések kifejlődését. Egy kézi eszközben található a mobil telefon, a fényképezőgép, a számítógép, vagy a GPS vevő, mobiltelefon, digitális térképet kezelő számítógép.

A rohamos információtechnológiai fejlődés két új tudományterület kialakulásához, a térinformatikához és a multimédiához vezetett.

A többfunkciós és a mobil informatikai készülékek elterjedése, a vékony kliens technológia és a többretegű architektúra, a fejlett üzleti logika megjelenése tette lehetővé a kézi berendezésekre telepített térinformációs szolgáltatások alkalmazását.

Ez az információtechnológia olyan új informatikai berendezéseket és működésmódokat teremt, amelyek a bűnelkövetők körében is közkedveltek, mivel elősegítik a bűncselekmények megszervezését, elkövetését. Ez az állapot a rendvédelmi szervekre egy olyan kényszerítő hatással van, hogy a rendvédelmi szerveknek is ismerniük kell az új információtechnológiákat, tevékenységük során alkalmazniuk kell a legkorszerűbb informatikai berendezéseket. Természetesen ez az elv az egyéb műszaki-technikai területekre is igaz.

A rendvédelmi szervek is a társadalom részét képezik, ebből adódóan ők sem mentesek az e-technológiák hatásától, a társadalmi elvárás, az eredményes bűnüldözési tevékenység tőlük is megköveteli az e-rendvédelem, a határőrségi tekintetben az e-határrendészet kialakítását, a digitális szervezet működésmód és a digitális vezetési kultúra alkalmazását.

A sajnálatos 2005. júliusi londoni bombamerényletek kapcsán a magyar belügyminiszter is kiemelte 2005. július 15 -én, hogy nagyon fontos a térfigyelő kamerák megfelelő üzemeltetése, mivel a londoni nyomozásban jelentős eredményességgel lehetett használni őket. Ez a tény az e-technológiák rendvédelmi alkalmazhatóságának jelentőségét bizonyítja.

A rendvédelem tekintetében, a bevetés irányítás egy olyan határrendészeti tevékenység, amely az e-technológiákon és a térinformatikán alapul.

1. A térinformatika lényege

A térinformatika mintegy 15-20 évre visszatekintő, fiatal tudományág. Magyar vonatkozásban a térinformatika kifejezés honosodott meg, viszont nemzetközi értelemben a GIS mozaikszó terjedt el.

A GIS Geographical Information System – Földrajzi Információs Rendszer a terep, a természetes és mesterséges tereptárgyak meghatározó és jellemző adatait, koordinátáit, térbeli kiterjedését, illetve a környezet állapotát (például: légszennyezés stb.) fogja egységes digitális rendszerbe, azaz első megközelítésben a hagyományos papír alapú térképeket dolgozza fel és tárolja digitális módon és jeleníti meg a számítógép képernyőjén. Más szóval a GIS a helyhez kötött információkkal (földrajzi – geográfiai, térbeli, geoinformáció) foglalkozik. A GIS a hagyományos papírtérképi földrajzi adatok mellett egyéb kiegészítő, azaz attribútum³³ adatokat is tartalmaz, amelyeket egységes rendszerben kezel a térképi adatokkal. Ezek lehetnek a környezeti és természeti erőforrás-, a szocio-ökonómiai-, valamint infrastruktúrális adatok. A GIS egy olyan eszköz, amelyekkel információkat szerzünk a valós világról, annak a releváns részéről és ezeket döntéstámogatásra használhatjuk fel. A GIS célja, hogy térbeli, terepi információk biztosításával segítse a döntéshozatalt, figyelembe véve a valós világnak azt a néhány szeletét, ami a felhasználót közvetlenül érdekli. A GIS olyan számítógép alapú rendszer, amely a földrajzi vonatkozású adatokon és a nem térbeli (attribútum) adatokon képes elvégezni az információnyerés, az adatmódosítás, az elemzés és az adatmegjelenítés műveleteit.



Földrajzi információk megjelenítése digitális térképen, a számítógép képernyőjén.

A GIS a földrajzi adatok elemzésére kidolgozott speciális információs rendszer, amely egyaránt használ helyzeti és a helyzeti adatokat leíró adatokat, valamint lehetővé teszi különböző műveletek elvégzését az elemzésekhez.

A GIS ugyan kiküszöböli a papírtérképek hátrányait (méretarány nem változtatható, módosítások nehezen követhetők, kiegészítő adatok áttekinthetlenné teszik, részletesség – nagy terület áttekintésének ellentmondása, nagy terület – nagy mennyiségű térkép, szerkesztés, vázlatkészítés nehézsége, helymeghatározás bonyolultsága, keresés nehézsége), nagy általánosságban a papíralapú térkép digitális változatát jeleníti meg a számítógép képernyőjén, ennek ellenére nem azonosítható csak a digitális térképpel, ennél sokkal szélesebb szolgáltatásokat tartalmaz. A szélesebb szolgáltatást az elemzések végrehajthatósága, a műholdas nyomkövetés, a rétegszerű megjelenítés, a távérzékelés, a szabad szerkeszthetőség, -tervezés, az attribútum adatok kezelése jelenti.

A GIS hatékony alkalmazásának feltétele a számítógépi támogatás, ezért a GIS hazánkban a köztudatban, a rövidített magyar megfogalmazás szerint *térinformatika* néven terjedt el.

„A **térinformatika** az informatika azon ága, amely a térbeli (elhelyezkedésre vonatkozó) információk keletkezésének, kezelésének és felhasználásának elméletével, gyakorlati megvalósításával és eszközrendszerével foglalkozik.”³⁴ A térinformatika tehát a térbeli (helyhez kötött) információk elméletének és feldolgozásának gyakorlati kérdéseit vizsgálja, a térbeli objektumok számítógépi megjelenítését, a térbeli objektumokon végzett számítógépi műveleteket foglalja magában.

³³ Konkrét objektumot jellemző konkrét leíró információ. Az elnevezés másik változata: tulajdonság. Attribútum érték: a típusba sorolt konkrét ismeret. Az elnevezés másik változata: tulajdonság-érték.

³⁴ Dr. Munk Sándor ezredes: Az informatika-alkalmazás jellegzetes területei IV. J-1219 ZMNE jegyzet 1997. - 13. p.

De van egy másik oka is a térinformatika fogalom kialakulásának. A térbeli objektumokkal tágabb értelemben nemcsak földrajzi vonatkozásban találkozunk, hanem műszaki értelemben is, mint például tengely, fogaskerék, épület stb. ezen objektumok a 3D modellel írhatók le, amelyhez a számítógépi tervezés nagy segítséget nyújt. Így alakultak ki a CAD (Computer Aided Design – Számítógéppel Támogatott Tervezés) rendszerek. A Microstation térinformatikai program első sorban műszaki tervezésre használt, de jól alkalmazható a digitális térképkezelésre is.

A térinformatika meghatározása földrajzi aspektus alapján (GIS) a Föld, a terep, a térbeli objektumok jellemző információinak összegyűjtése, leképzése szemléltető eszközökre és modellezése a számítástechnikai eszközökkel. A térbeli információk hagyományos módon már az emberiség kezdete óta léteznek, vázlatrajzok, térképek, műszaki rajzok, terepasztalok, makettek formájában. Gondoljunk csak például az egykori római birodalom hajítógépeinek tervrajzaira, Nagy Sándor térképeire, Michelangelo műszaki rajzaira.

A magyar szakmai nyelvben a térinformatikai alkalmazások (ez értelemben a GIS) többféle részterületre osztható fel, DeskTop Mapping (asztali, síkban térképező rendszerek), CAD, ipari robotok (gyártástervezési rendszer) és geoinformatikai (Föld felszínének leírása és elemzése) rendszerekre.

Végül is úgy összegezhető, hogy a magyar vonatkozásban a térinformatika alatt a CAD és a GIS is értendő.

A térinformációs rendszerek alkotóelemei a hardver, a szoftver, az adatok és a felhasználók.

A **hardver** magában foglalja az adatgyűjtéshez, az adatfeldolgozáshoz és az új információk megjelenítéséhez szükséges eszközöket.

A térinformatika lényegéből fakadóan, - azaz a papír alapú térkép helyett digitális térkép alkalmazása a számítógépi képernyős megjelenítési térben -, a térinformatika alapvető hardver eleme a számítógép és annak perifériái, mivel a térinformatikai adatok tárolása, feldolgozása számítástechnikai eszközökkel történik. Az információk megjelenítése, azaz a digitális térkép és a digitális térképen végzett műveletek eredménye a számítógépi képernyős térben, vagy a számítógép által vezérelt nyomtatókon, plottereken kerül szemléltetésre. Az adatgyűjtéshez használt berendezésekben is egyre több speciális számítástechnikai berendezés található, cél számítógépek segítik az adatnyerés és -tárolás folyamatát.

Az adatgyűjtéshez, az adatok helyhez kapcsolódó jellege miatt a különböző helymeghatározó műszerek, a légi fényképező eszközök és a papírtérképeket digitalizáló, a légi felvételeket feldolgozó berendezések tartoznak. Ilyen eszközök a digitalizáló tábla, a szkennerek, az elektronikus tahiméter³⁵, a GPS, a műholdas és repülőgépre szerelt fényképezőgép, a digitális kamera. Nem konkrétan hardver elem, de az anyagi eszközök közé sorolhatók azok a fotogrammetriai³⁶ és térképkészítő munkahelyek, amelyekben az adatrögzítő munka folyik. A digitalizáló tábla a térképszelvények vektoros digitalizálását teszi lehetővé. A digitális kamerák felbontása általában 16-64 megapixel.

Az adatfeldolgozás számítógéppel történik. A számítógépek a különböző programok segítségével tárolják az adatokat, elvégzik az egyes pontosítási, korrekciós, geokódolási³⁷, rendezési, elemzési, szerkesztési műveleteket az adatokon, lehetővé teszik a keresést az adatok között, végrehajtják az adatközlést, amely lehet szöveges és képi formátumú. A számítógépek az interaktív grafikus alkalmazást és a több szoftver egyidejű futtatását is megengedik.

A megjelenítés feladata a vizuális információk képzése, a geometriai adatok láthatóvá tétele (látványkép generálás). A megjelenítést színes, nagy felbontású monitorok (a képernyőnek minimum **1024X768** felbontásúnak kell lennie), nyomtatók (200-1200 dpi), rajzgépek (plotterek), kivetítők végzik. A megjelenítés módja a hagyományos képi és grafikus formák mellett multimédiás és 3D alkalmazásokkal is történhet. A multimédiás megjelenítés során a szöveg, a kép, a hang és az animáció logikailag megtervezett, egységes rendszerben valósul meg. A 3D megjelenítés az objektumok háromdimenziós (szélesség, hossz, magasság) ábrázolását jelenti. A

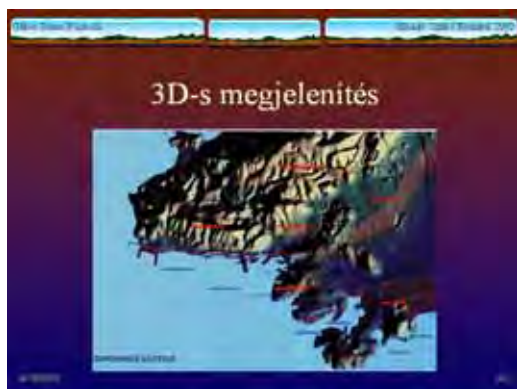
³⁵ Terepi földmérő, távolság és szögmérő berendezés, poláris koordinátamérés http://www.agt.bme.hu/tutor_h/terinfor/t13.htm

³⁶ A fotogrammetria a távérzékelte felvételek kvantitatív kiértékelésén alapuló eljárás.

³⁷ A geokódolásnak több értelmezése létezik a szakirodalomban. Részletesen lásd: http://www.agt.bme.hu/tutor_h/terinfor/t13.htm#geokod

3D megjelenítés két monitorral történik a sztereo hatás eléréséhez, vagy speciális szemüveg segítségével érhető el a sztereo hatás. Léteznek olyan speciális nyomtatók, amelyek képesek a háromdimenziós objektumok előállítására is.³⁸

Ha szükséges, a megjelenítés a geometriai adatok mellett az attribútum adatokat is láthatóvá teszi, táblázatos formában egyedi megjelenítéssel (pl. magasság) vagy grafikonokkal. A megjelenítés során válnak láthatóvá a grafikai adatok is, mint például az egyezményes jelek.



A 3D –s megjelenítésre szolgáló digitális térkép.

Természetes, a számítógép teljesen nem hagyható ki az adatgyűjtés és a megjelenítés műveletei közül sem, hiszen a szkennerek is a számítógéphez kapcsolódnak, illetve a monitor sem működik a számítógép nélkül.

A hardver elemeknél fontos szempont a tárhelykapacitás, a memória nagysága, az adatfeldolgozás sebessége. A térinformatikai szoftverek tárolása, futtatása nagy tárolóterületet és memóriát (RAM) igényel, ugyanis egy kép, mint a digitális térkép is nagyon sok részelemből, képpontból áll össze. Minden egyes képpont valamilyen képlet, függvény segítségével kerül meghatározásra a számítógép képernyőjén. A pozicionálás alapját vagy a képpont koordinátái vagy a képpont bizonyos jellemző adatai (egy ponttól való távolsága irányszöge) képezik, de emellett még a képpont tartalmazza a réteg és egyéb azonosítókat, a képpont színét, árnyalatát, áttetszségét is. Az adatok nagyságát meghatározza a felbontó képesség, a nagyíthatóság, a részletek megjeleníthetősége. Mivel a kép pontokból, négyszögekből vagy háromszögekből kerül összerakásra, ezért ezen elemek nagysága erősen meghatározza a kép kirajzolásának körvonalát, hiszen, ha nagyok ezek az elemek, akkor a kép körvonala hullámosabb, töredezettebb mint amikor ezek az elemek kicsik, akkor szabad szemmel ezen törésvonalak nem is láthatók. A kontúrok élességét határozza meg a felbontás- és a képelemek nagysága. Ezért a térinformációs alkalmazások futtatására „erős” számítógépre van szükség, gigabájtos tárolókapacitás, memóriára és processzor jellemzőkre, valamint a megjelenítés grafikai műveleteit önálló hardver támogatással (processzor, memória)biztosító speciális vezérlő kártyára.

A térinformációs rendszerek alkalmazhatók egyedi számítógépeken, munkaállomásokon és hálózatos környezetben is. Hálózati használat esetén ugyanaz a szoftver egy időben több számítógépen is kezelhető, viszont egy adatállomány egy időben csak egy számítógépen szerkeszthető, de háttérként bármikor látható. A hálózat lehet LAN (Windows, Novell, UNIX stb.) vagy WAN. Az Internet is egyre inkább nagyobb szerepet játszik a térinformációs alkalmazásokban. A nagymennyiségű adatátvitel miatt a hálózati megoldásoknál nagy jelentősége van a sávszélességnek, amelynek célszerű a megabit per szekundum tartományban lennie.

A **szoftver** a számítógépi adatfeldolgozást és megjelenítést végző programokból és azok dokumentációiból, valamint a különböző szabványokból áll. A térinformatikai szoftvereket célszerű két nagy csoportra bontani. A szoftverek egyik része a térinformatikai alkalmazásokat hozza létre, a digitális térképek készíthetők velük, másik része pedig a felhasználók rendelkezésére áll, a különböző szakemberek használják őket munkájuk során. A szoftverek a funkcionalitás alapján a geoinformációkat kezelő és a felhasználói programokra, valamint az adatbázisokra, az adatbázis kezelő programokra és a lekérdező nyelvekre bonthatók. A térinformatikai programok

³⁸ 2004. Szolnok Térinformatikai Konferencia – Varinex 3D printing

nagyméretűek, mivel grafikus feldolgozást kell lehetővé tenniük, egy-egy digitális térképrészlet nagyon sok képernyőpontból rajzolható ki, ami megnöveli a szoftver méretét. A GIS szoftverek közé tartoznak: a térinformatikai fejlesztő és kezelő környezet (például az [ErdaGIS](#) az Erda Kft. által kifejlesztett térinformatikai keretrendszer, GeoMedia, ArcGIS stb.), a térinformatikai program (például a MicroStation 95, SE, J vagy GeoOutlook CAD), a leíró adatbázis-kezelő program (például a 4.0 vagy magasabb verziójú ACCESS ODBC driver, a Microsoft ACCESS adatbázis kezelő, MS SQL, Oracle stb.). Az egyes eszközökben (GPS, digitális kamera stb.) speciális programok végzik a térinformatikai funkciók kezelését. Egyes alfa-numerikus adatbázis-kezelők, mint például az Oracle, képesek a geometriai adatok kezelésére is.

A szoftverek között kerül megemlítésre a térinformatikai adatbázis, amely a digitális térképekből, az attribútum adatokból és a különböző dokumentációkból tevődik össze.

A szabványoknak nagy szerepe van a térinformatikában, ilyenek például a leképzési, modellezési, ábrázolási elvek, tömörítési eljárások, adatcsere- szoftver- nyelvi interfészek az egyes alkalmazások hordozhatósága más eszközökön való használhatósága megteremtése érdekében. Adatcsere interfész szabványok: IGES, PDES, SET, STEP³⁹. A konverzió történhet közvetlenül, belső metanyelven keresztül, illetve közös generalizált adatstruktúrával. A grafikus szoftver interfész felületek (CGI, CGM, GKS, PHIGS) biztosítják az eltérő platformok közötti hordozhatóságot. A nyelvi interfész (SQL, GEO SQL) teremti meg az adatkezelést, lekérdezést, a felhasználói környezet kialakítását.⁴⁰

A térinformatikai fejlesztő és kezelő környezet felhasználói felületet teremt az alkalmazónak, kezeli a digitális térképet, végzi az adatkonverziókat, megjeleníti a GPS koordinátákat, elvégzi a terepanalízist, biztosítja a kapcsolatot a leíró adatbázis és a kezelő szoftver között. Különböző programnyelvek használhatók a térinformatikai kezelő felületek megírására, amelyek kezelik a digitális térképet, az attribútum adatokat tartalmazó alfa-numerikus adatbázisokat, tartják az interaktív kapcsolatot a felhasználó és a térinformatikai alkalmazás között. Ilyen programozási nyelv például a Delphi, vagy az Internetes alkalmazások esetén a Java, a .NET.

Nem konkrétan térinformatikai szoftverek az operációs rendszerek, a hálózati programok, az egyéb rendszer közeli programok, de ezek elengedhetetlenek a számítógép működéséhez.

Az **adatok** a valós világ objektumainak a jellemzőit tartalmazzák. Az objektumok jellemzésére három féle adattípus szolgál: geometriai adat (2D és 3D vektor fájlok, transzformált raszter fájlok), szakadat (attribútum - leíró adatok ACCESS adatbázisban, Winword dokumentumok, Excel táblázatok, Internet hivatkozások, videók, hanganyagok, képek vagy bármilyen adat aminek van 32 bites Windows-os megjelenítője) és a grafikai adat.

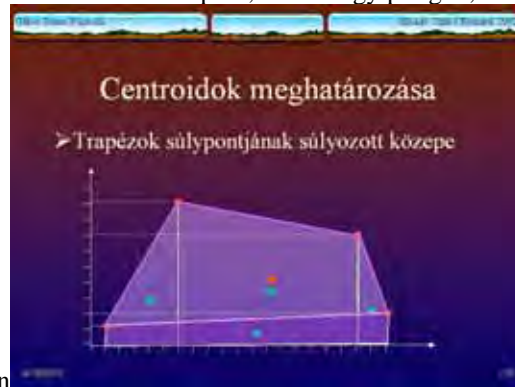
A *geometriai adat* az adott térbeli objektum (valós világ egy része – ház, tó, útvonal, erdő, híd stb.) földrajzi helyzetét és kiterjedését írja le. A geometriai adatok megadhatók koordinátákkal, illetve díszkrét jellemzőkkel (irányítószám, házszám, helyrajzi szám, mobil telefon cella, térképi hálózat – B8 –ban található). A geometriai adatokat valamely elméleti földalaktól (geoid) kiindulva, a megfelelő vonatkozási rendszerben végzett alapponthálózati mérésekkel lehet nyerni.

A geometriai adatmodell lehet 0D – pont (nincs kiterjedése), 1D – vonal (hossz kiterjedés) és 2D – poligon (terület, hossz és szélesség). A 3D modell tartalmaz magasság (mélység) jellemzőt is, megjelenítése különleges módon történik.

³⁹ A rövidítések magyarázatára az anyag terjedelme nem ad lehetőséget, azok az Interneten megtalálhatók.

⁴⁰ Lásd részletesen: Detrekői-Szabó: Térinformatika, 2003.p.194-201.

A fentiek alapján az adatok szerkezete lehet pont, vonal vagy poligon, amelyek a topológiát



alkotják. Ennél fogva az poligon meghatározására

Példa a centroid

A geometriai adatok az objektum földhöz való kapcsolatát írják le, jellegük szerint lehetnek vektor- és raszteradatok. A vektoradatok pontokkal, vonalakkal, felületekkel jellemzik az objektumokat, a raszteradatok kis képelemekkel, kis négyzetekkel (pixel) fedik le, mintegy mozaikszerűen (tesszeláció) borítják az objektumot. (Léteznek rendszerek, ahol a képelem háromszög alakú.) ennek alapján az adatmodell lehet: analóg mint a hagyományos térkép, raszteres (tesszelációs) és vektoros, amelynek alapegysége a pont és annak koordinátái.



A tesszelációs felület alkalmazása

Az **analóg** adatmodell a hagyományos térkép, amely egyben információ hordozó és megjelenítő eszköz is.

A **raszteres** (tesszelációs) adatmodell az objektumok geometriájának leírása, a vizsgált terület egészét lefedő, 2 dimenziós szabályos négyszögekkel történő folytonos felbontással. A lefedő idomok a képelemek (pixelek). A tesszeláció alapeleme általában a négyzet, de alkalmazhatnak háromszögeket és hatszögeket is. A tesszeláció lehet szabályos, ha az alkalmazott idom rekurzív módon tovább osztható saját magával, például a négyzet négy további négyzetre bontható. A szabályos tesszelációnál a cellák alakja, tájolása azonos a kiinduló elemmel. A négyzethálós modell gyakorlati elterjedése a számítógépi programnyelvek tömbkezelési eljárásaival történő könnyű modellezhetőségével, a hardvereszközök működéséhez való hasonlóságával magyarázható. A négyesfa modellnél (Quadtree) minden négyzet további négy négyzetre van felosztva (negyedfokú kiegyensúlyozott fastruktúra, minden csomópontnak 4 leszármazottja van). A szabálytalan tesszeláció legismertebb formája a TIN (Triangulated Irregular Network) modell. A szabálytalan tesszelációnál a cellák alakja, mérete, tájolása illeszkedik a geometriai objektumok alakjához, megkönnyítve a térbeli elemzéseket. A raszter alapú rendszerek fontos jellemzője a rendszer felbontási képessége. A raszteres adatmodellben az attribútumok a képelemekhez kapcsolódnak. A raszter modell rétegekből épül fel, réteg lehet például az úthálózat, vasutak, erdők, települések stb. A raszteres adatmodell a való világ és az analóg térkép digitális képi megjelenítését teszi lehetővé, ezért a felületelvű elemzéseknél előnyösen alkalmazhatók.

A **vektoros** adatmodell alapegysége a pont és annak koordinátái. A vektor a kezdő- és a végpontjával adott irányított szakasz. A vektor alapú rendszerek objektumai a pont, a vonal vagy ív (pl. spline-függvények) és a felület (poligon). Rendszertelen a modell, ha az csak pontokon alapul. A spagetti modell a vonalakat alkalmazza. A redundancia csökkentésére vezették be a láncódolást, ahol van a kezdőpont abszolút koordinátája, valamint az irányvektor kódja. Az irányvektorok száma lehet 8, 16 vagy 32. A topológiai modell használ pontot, vonalat és felületet. Az attribútumok a geometriai elemekhez kapcsolódnak. A vektoros adatmodell is rétegekből épül fel. A vektoros adatmodell alapvető fajtái a Spagetti modell, amelynek alapeleme a pont és a vonal (egydimenziós lista), csak szekvenciális keresésre alkalmas, az objektumok nem alkotnak logikai egységet. A topológiai modell, amelynek alapeleme a csomópont és az él (két csomópontot összekötő szakasz, pont, vonal, felület tárolás – pizza modell), valamint a matematikai függvények, topológiai információkat tartalmaz, térbeli kapcsolatok definiálására alkalmas, strukturált tárolást és hatékony térbeli elemzéseket tesz lehetővé.

A topológiai modell egyik fajtája a GBF/DIME (Geographic Base File/Dual Independent Map Encoding) modell egy irányított gráf, ahol az egyenes szakaszok végpontjait az egyes vonalak metszéspontjai vagy geometriai töréspontjai alkotják. A szakaszvégpontok csomópontként kerülnek tárolásra. A POLYVRT (POLYgon conVeRTer) modellben hierarchikus adatstruktúrában tárolják az adatokat.



Egy példa a vektoros állomány létrehozására

A vektoros adatmodell az analóg térképi vonalak geometriájának digitális leképezését biztosítja, ennél fogva előnyösen használható a vonalelvű elemzések végrehajtására.

A vektoros adatmodell számos pont, vonal, poligon és felületelem kompozíciója, így alkalmas arra, hogy az egyes földrajzi objektumokat ábrázoló geometriai elemekhez kapcsoljuk a földrajzi objektum leíró információit, az attribútum adatokat. Az egy objektumhoz rendelt attribútumok csoportját hívjuk (attribútum) rekordnak, az azonos típusú rekordok összességét pedig (attribútum) táblának.

A vektoros adatmodellel ábrázolt földfelszín (az adatok előállításától függően) méretarány független.

A **hibrid** adatmodell, a raszteres és a vektoros modellek előnyeinek az egyesítése érdekében jöttek létre. Egyes rendszerekben alkalmazásra kerül a raszter adatok átkonvertálása vektor adatokká – az azonos értékeket tartalmazó raszterelemek alakulnak át vonalakká, illetve a vektor adatok átkonvertálása raszter adatokká – a vektoros információk képelemekké alakulnak.

A határrendészetben például geometriai adat az egyes helyi határőrizeti szervek elhelyezkedése, illetékességi területe, tájékozási pontjai, járőr menetvonalai.

A *szakadat* (attribútum) az egyes objektumok sajátosságait, tulajdonságait írja le. Minden objektumnak vannak bizonyos jellemző adatai, mint például a hídnak a szélessége, anyaga, építési éve, teherbírása. Szakadat például a határrendészeti kirendeltség felállításának éve, létszáma, fegyverzete, gépjármű állománya, határrendészeti eredményessége stb. A szakadatok tartalmazhatnak geológiai tulajdonságokat, eszközök, létesítmények paramétereit, gazdasági, szociológiai, közrendvédelmi, és titkos adatokat. Megjeleníthetők szövegesen, vagy számszerűen. Névleges, sorrendi, intervallum-, illetve viszonyított adatként csoportosíthatók. Névleges adat például a helyi határőrizeti szerv megnevezése, a sorrendi adatok valamely rendezett sor adott

eleméhez való tartozást fejezik ki (határesemények megoszlása, állampolgárság, intézkedés stb.). Az intervallum az abszolút értékek közötti állandó értékű különbséget tükrözi. (Óránkénti, nappali, éjszakai személyforgalom, havi tiltott határátlépési kísérletek száma stb.) A viszonyított adatok valamely abszolútnak tekintett értékre vonatkoznak (idei személyforgalom - tavalyi személyforgalom, az államhatárral kapcsolatos bűncselekmények számának alakulása egy adott térségben a növényzet dús lombkoronája - és a lombkorona lehullása utáni időszakában stb.).

A szakadat megjelenítésének általános jellemzője a táblázatos forma.

A *grafikai adatok* (elfogadott jelkulcsi ábrázolások, egyezményes jelek) az objektumok, az objektumhoz kapcsolódó állapotokat (illegális migráció felderítési eredményei) vizuális megjelenítéséhez szükségesek. Ilyenek például a járőrök szimbólumai, a kis, közepes- és nagy határforgalom színek stb.

Az adatok különleges körét képezik a *metaadatok*. A metaadatok az adatokra vonatkozó adatok, a katalógusokhoz hasonlíthatók. Metaadat például az adatbázis neve, tulajdonosa, az adat minősége, vonatkozási rendszer, terjedelem, hozzáférési mód, adattípus stb. A térinformációs rendszerek kezelését könnyítik meg a metaadatok.

Térinformatikai adattárolás az informatikai fejlődés során több lépcsőfokon ment át. Az első adattárolási mód a független adattárolás volt, ahol a digitális térkép és az alfa-numerikus leíró adatbázis egymástól teljesen függetlenül lett létrehozva, tárolva, a kettő közötti kapcsolatot a felhasználónak kellett megteremtenie. A közös adattárolásnál egy állományban volt a két adatfajta elraktározva és feldolgozva – CAD rendszerek. A hibrid tárolásnál a geometriai adatokhoz a térinformatikai szoftver kapcsolta az adatbázis-kezelőt (Microstation – ODBC – Access). Ennél a módnál a módosítás komoly tranzakciókat követelt. Az integrált megoldások esetében egy rendszerben de külön relációs táblákban vannak az objektumok geometriai tulajdonságainak metrikus, koordinátaállományai, egy másik táblában a geometriai elemek kapcsolatait tartalmazó topológiai adatok, a harmadik relációs táblában pedig az attribútum adatok vannak. Ilyen alkalmazás például az Oracle adatbázis-kezelő, amely képes a geometriai primitívek tárolására (pont, vonal, poligon) és a geometriai elemek topológiai illeszkedési kapcsolatának kezelését biztosító relációkra (GEO-SQL) is. Az osztott rendszerek a széles felhasználói kör kiszolgálására és a földrajzilag távoli helyekről származó adatok felhasználhatóságára jöttek létre. Az adatbázisok lehetnek különböző földrajzi helyeken, az egységes felhasználói felület biztosítja közöttük a kapcsolatot. Az egységes felületet megteremtheti az adatcsere, adatvezérlő felület, a Web kiszolgáló, a portálszoftver. Különböző szerverek (adatbázis, térkép, függvény) biztosítják az erőforrásokat (Oracle, DB2, SQL-szerver, Access), a specifikus szolgáltatásokat (NFS, távoli adatbázis elérés – ODBC, JDBC, CORBA, MDA).

A térinformációs rendszerek alkotóelemeinek fontos része a *felhasználó*. A felhasználónak rendelkeznie kell az általános informatikai ismereteken túl speciális térinformatikai tudással is. A térinformációs rendszerek létrehozásához és azok eredményes működtetéséhez szükséges a felhasználó, az informatikus és a térinformatikus hatékony együttműködése. A felhasználók csoportosíthatók: végfelhasználókra (akik alkalmazzák munkájuk elősegítéséhez a térinformatikát), térinformatikai szakértőkre (szakmérnökök) és adatfeltöltési specialistákra.

A térinformációs rendszerek létrehozásának egyik fontos területe az adatnyerés.

Az adatnyerés előfeltétele a helymeghatározás elvének megfogalmazása. A meghatározás célja és viszonyítási alapja a Föld fizikai felszíne. Az objektumok a Föld felszínéhez kapcsolódnak. Az objektumok geometriai adatai a Föld felszínén megadhatók koordinátákkal és diszkrét adatokkal.

A térképészeti rendszerekben a Föld fizikai alakja helyett az úgynevezett elméleti alak, azaz a vonatkozási (referencia) rendszer kerül meghatározásra. Az elméleti Földalak az ókorban a sík volt, majd a gömb, valamint a forgási ellipszoid következett. 1872 –ben vezették be a geoidot, amely leginkább a középtengerszinthez köthető. A Föld geometriai és fizikai jellemzőit matematikai függvényekkel leíró modelleket nevezzük elméleti földalaknak. A viszonyítás módjának megállapítása a vonatkozási rendszer koordináta-rendszerének kiválasztását jelenti. A térbeli hely ábrázolása a síkban, azaz vetületi rendszerben történik. Az elméleti földalakkból a vetítés a síkba különböző eljárásokkal végezhető, általában először valamely síkba fejthető testre (henger, kúp) történik a vetítés.

A két legelterjedtebb vonatkozási és vetítési rendszer a Gauss-Krüger rendszer és az UTM (Universal Transverse Mercator) rendszer. További vonatkozási rendszer a GPS rendszerekhez

szükséges Geocentrikus térbeli derékszögű vonatkozási-rendszer WGS-84 {World Geodetic System 1984} koordináta-rendszer, az Egységes Országos Vetületi rendszer (EOV IUGG/67 ellipszoidhoz simuló magyarországi Gauss-gömb ferdetengelyű metsző hengervetülete) a Sztereografikus rendszer (SZT) és a Hengervetületi rendszer (HÉR, HKR, HDR).⁴¹



Egy példa a vetületi rendszerre.

A helymeghatározás előfeltétele valamely vonatkozási rendszer definiálása, amely koordináta rendszerrel (origó, tengelyek iránya, forgási irány), mértékegységekkel (hossz, szög), geodéziai alappontok megadásával történik. Az objektumok helyzetét a gyakorlati mérések során a fizikai megvalósítást biztosító geodéziai alappontokhoz viszonyítják.

A vonatkozási rendszer matematikai függvényekkel megadható, úgymint gömb (sugár), forgási ellipszoid (fél nagytengely, lapultság) és geoid, a Föld nehézségi erőtere potenciáljának (speciális) szintfelülete. Ezt követi a modell paramétereinek rögzítése. A vonatkozási rendszer folytonos (gömbfelületi, síkfelületi, stb.) és diszkrét (pl. postai irányítószámok) lehet. A folytonos vonatkozási rendszer geocentrikus (műholdas helymeghatározási rendszerek), ellipszoidi felületi (globális rendszerek), gömbfelületi (regionális rendszerek) és síkfelületi (lokális és regionális rendszerek) fajtára osztható. A diszkrét vonatkozási rendszer felépül a postai irányítószámokból, az utcanev és házszám \Rightarrow címkeresésből (address matching), a helyrajzi számból, a statisztikai egységekből (háztömbök) és a hálózatokból (várostérképek).



A gömbfelületi vetületi rendszer

Az adatnyerés felosztható elsődleges adatnyerésre, ahol az adatok közvetlenül a tárgyról vagy a róla készült kép alapján végzett mérésekből származnak és másodlagos adatnyerésre, amelynek forrása a valamilyen formában már rendelkezésre álló adat.

Az **elsődleges adatnyerés** a földi geodéziai eljárásokból, a műholdas helymeghatározásból (GPS), az inerciális eljárásból, a fotogrammetriai és távérzékelési eljárásból (adatgyűjtés a tárgyról készített fényképről), a rádiótelefonos helymeghatározásból és a mobil térképező eljárásokból áll.

⁴¹ Lásd részletesen: Detrekői-Szabó: Térinformatika, 2003.p.68-87.



Az elsődleges adatnyerés módjai

A földi geodéziai eljárás a derékszögű koordinátamérést és a poláris koordinátamérést tartalmazza, amelynek feltétele az adott vonatkozási rendszerben ismert alappontok hálózata és eredménye a nagy pontosságú síkkoordináták rendszere. A derékszögű koordinátamérés lényege, hogy a két alappontot összekötő egyenesen, az általunk meghatározandó pontra mutató, a két alappontot összekötő egyenesről kiinduló, azzal derékszöget bezáró egyenes távolságát mérjük. A módszer olcsó eszközökkel végrehajtható de munkaigényes, nem kell hozzá más, mint egy derékszögű szögprizma és egy mérőszalag. A poláris koordinátamérés (tahimetria) esetében a két alappontot összekötő egyenesen, az egyik alappontból a meghatározandó pontra irányuló egyenes szögét és távolságát vesszük alapul. Ezen mérés eszköze a tahiméter. Az eljárás gyors, de drága. A tahiméter elektronikusan rögzíti az adatokat, magasságmérésre is alkalmazható. A magassági adatok az attribútum adatok közé tartoznak, általános adatnyerési eljárás a szintezés, amelynek vonatkozási alapja a geoid.

A mesterséges holdakon alapuló helymeghatározás (GPS) az ismert helyzetű mesterséges holdakra végzett egyidejű távolságmérésen alapul. Feltétele a mesterséges holdak rendszere és a speciális vevőberendezések megléte. Eredménye a nagy pontosságú geocentrikus koordináták előállítására.⁴²



A mesterséges holdakon alapuló helymeghatározás elve

A GPS –en alapuló adatnyerés a terepi adatgyűjtés fontos módja akkor, amikor a meglévő digitális térképeinket akarjuk pontosítani, aktualizálni. A terepen dolgozó munkatárs indulás előtt a saját adatbázisból a PDA készülékre tölti az ellenőrizni kívánt helyszín összes grafikus, és leíró adatait, majd a szemrevételezett állapotnak megfelelően módosítva ezeket, a nap végeztével a mobil készülékről (például az IntelliWhere LocationServer szoftver használatával mindezt távolról, wireless - technológiával is) közvetlenül a saját adatbázishoz csatlakozva frissíti akár a térképi, akár az attribútum információkat.⁴³

⁴² Részletesen külön fejezetben.

⁴³ <http://www.graphit.hu/gis/products/digimap/>

Az inerciális adatgyűjtés speciális gépjárművet igényel. Az inerciális eljárásnál a járműben 3 gyorsulásmérőt helyeznek el, amelynek helyzetét giroszkópok rögzítik. A gyorsulási értékekkel határozzák meg az ismert kiindulóponttól való koordinátakülönbségeket.

A fotogrammetriai módszerekkel az adatgyűjtés a tárgyról készített fényképről történik. Feltétele az adott vonatkozási rendszerben ismert alappontok hálózata, eredménye a raszter jellegű állományok (pl. ortofotó⁴⁴), valamint a vektor jellegű állományok létrehozása és a térbeli modell kialakítása. A térbeli modell magában foglalja a szintvonalak mérését sztereo-képpáron végzett kiértékeléssel, a jellegzetes tereppontok mérését és rögzítését, valamint az egyenletes rácsháló pontjainak mérését és rögzítését.

A távérzékelés a műholdas felvételek passzív és aktív alkalmazását jelenti, amelynek eredménye a különböző hullámhossz-tartományokban készült raszteres állományok megalkotása. A távérzékelést jellemzi a geometriai felbontás, az egyes képek területének nagysága, a radiometriai felbontás (csatornák száma) és az időbeli felbontás (képek készítésének gyakorisága).



Példa a távérzékelésre

A mobiltelefonok helyzete a cellaadatok alapján meghatározható. A T Mobile fejlesztett ki egy eljárást, amellyel, előfizetés alapján egy Internetes honlapon láthatók, főleg a nagy tömegű flottakövetésre használt esetekben a mobiltelefonok pozícióadatai.

A mobil térképező rendszereket járműbe építik, található benne GPS vevő, inerciális mérőműszer, videokamera, számítógép.

Az elsődleges attribútum adatok szakterületi méréssel, távérzékeléssel, helyszíni megfigyeléssel, állapot felméréssel képezhetők.

A **másodlagos adatnyerés** a valamilyen formában már a rendelkezésre álló adatokból történik. Ilyenek lehetnek a meglévő térképek manuális digitalizálása (digitalizáló táblával, digitalizáló képernyővel), a meglévő térképek szkennelése (levilágító-berendezéssel), a meglévő adatok átalakítása GIS formátumra (IGES, DWG, DXF, CGM és más raszter formátumok) felhasználásával, az egyéb digitális állományok átvétele. Az előkészítés tartalmazza az aktualitás ellenőrzés és a tartalom kiemelés műveleteit.

A manuális digitalizálás az analóg térképről a digitalizáló tábla segítségével történik. A digitalizáló tábla áll egy irányzóberendezésből – egér és egy regisztráló berendezésből, felbontása 1/1000 inch (0,0254 mm). A digitalizáló táblának saját koordináta rendszere van – matematikai koordináták, amely eltér a papírtérkép koordináta rendszerétől – geodéziai koordináták. A térképet rögzíteni kell a digitalizáló táblán, majd a két rendszer kapcsolatát leíró egyenletek meghatározását (transzformációt) lehetővé tevő pontok digitalizálását kell elvégezni, amelyek térképi koordinátája ismert (háromszögelési pontok, szelvénykeret pontjai). Az ismert pontok regisztrálása után következhet a térképi pontok koordinátáinak rögzítése, a digitalizáló személy az irányzót mozgatja az egérrel az adott pontra, illetve az adott vonalon, a regisztráló berendezés pedig vagy manuálisan vagy automatikusan (szoftverrel) rögzíti a pontok helyzetét. A tárolás történhet spagetti vagy topológiai (pizza) modellben. Kis méretaránynál a vonalas objektumok (út, vasút, patak) nem

⁴⁴ Ortofotó: légifényképek készítése 60%-os ráfedéssel a torzulások kiküszöbölésére.

ábrázolhatók méretarányosan, például egy 1:500 000 –es térképnél a 3 méter szélességű út vastagsága 0,06 mm lenne, amely már alig látható. Ennél fogva a térképi jelzés sokkal vastagabb lesz az arányosnál, e miatt a tengelyét kell pontosan rögzíteni, ez az eljárás a generalizálás. A digitalizálás harmadik lépése az adatok szerkesztése (a hibák javítása, a hiányzó adatok pótlása, a topológia kialakítása). A pontosítás történhet terepi mérésekkel, légi fényképekkel, űrfelvételekkel.

A meglévő térképek szkennelése a paraméterek meghatározásából (pixelméret 0,025-0,050 mm beállítása), a szűrkeségi fok (0-255) meghatározásából, a raszterállomány létrehozásából (szkennelés), majd végül az adatok szerkesztéséből tevődik össze. A szkennerek felbontása általában 400-800 dpi (10 vagy 20 vonalpár mm –ént). Az adatok szerkesztése a transzformációt, a raszteradatok vektorizálását, az objektumok és a topológia kialakítását jelenti. A transzformáció az előzőekhez hasonlóan történik. A vektorizálásnál minden vonalat 1 pixel szélességűre kell vékonyítani – skeleton művelet. Majd minden egyes csomópontot fel kell keresni és regisztrálni kell. Ezt követően pedig a vonalobjektumok kezdő- és vég-, illetve töréspontjait kell regisztrálni.

A digitális állományok átvételénél adatkonverziót kell végrehajtani az adatsere formátumok és a szabványok alapján. Általánosan használt formátumok az ASCII, DIGEST, SIF, DXF, HPGL – vektoradatok, TIFF, CGM – raszteradatok. A digitális állományok a számítógép hálózatokon is átvehetők.

A koordináta transzformációt geokódolásnak is nevezik.

A magyarországi szóhasználatban a geokódnak bizonyos fokig más értelme van. Hazánkban ugyanis a geodéziai azonosítók rendszeréről szóló 21-1986-XII.28.-MÉM rendelet, valamint az ehhez a rendelethez kiadott 9001-1987-MÉM E.2.- közlemény részletesebb és bizonyos fokig elvileg is eltérő módon határozza meg a geokód fogalmát.⁴⁵ A geokód minden térbeli objektum egy pontjára vonatkozó olyan azonosító, mely tartalmazza az objektum jellegét, valamint a kérdéses pont geodéziai koordinátáit. Ha ezzel az azonosítóval, mint ahogy a rendelet ezt előírja, ellátjuk azokat a számítógépes adatbázisokat, melyek az objektumhoz kötődő információkkal rendelkeznek, úgy lehetőségünk van ezeket az adatbázisokat az objektum alapján összekapcsolni, de arra is lehetőségünk van, hogy az objektum helyzetét jellemző koordináták segítségével bizonyos kezdeti térbeli feldolgozásokat is végrehajtsunk. A geokód két kötelező és egy opcionális mezőből áll. Az első két karakterből álló mező, az objektum jellegkódja. A második mező 12 karakterből áll, első hat karaktere a kérdéses pont y , a második hat karaktere a kérdéses pont x koordinátája méterben kifejezve. Mind az első, mind a második mező, kötelezőek. A harmadik mező opcionális, négy karakterből áll, és a kérdéses pont magasságát hivatott megadni.

A másodlagos attribútum adatok a tematikus térképek digitalizálásával, a jelentések, kiadványok felhasználásával, az alfa-numerikus adatbázisok átvételével állíthatók elő.

A GIS alkalmazásával kapcsolatban az EU 1995 –ben tett közzé egy dokumentumot, Towards a European Geographical Information Infrastructure (Útban egy Európai Földrajzi Információs Infrastruktúra felé) címmel. A dokumentumban 9 alkalmazási terület lett felsorolva. Ezek a kormányzati információs rendszerek (közigazgatás, rendvédelem, honvédelem), az ellenőrző és irányító rendszerek (katasztrófa elhárítás), a környezetvédelem (monitoring), a természeti erőforrás-feltárás és –gazdálkodás, a városi és községi területek irányítása, a közművek, a közlekedés-tervezés és –irányítás, az üzleti tevékenység és az oktatás, kutatás.

A térinformációs rendszereket többnyire a földügyi információs rendszerekben, a közlekedési információs rendszerekben használják, de az élet többi területén is egyre inkább előtérbe kerül a GIS, úgymint a közművek nyilvántartása, ásatások, műkincsek nyilvántartása, vízügyi rendszerek stb. A honvédelmi és a rendvédelmi munkában is jelentős szerepet játszik a GIS, ahol fontos feltétel a műholdas helymeghatározás és nyomkövetés, valamint a térbeli analízis szolgáltatás biztosítása.

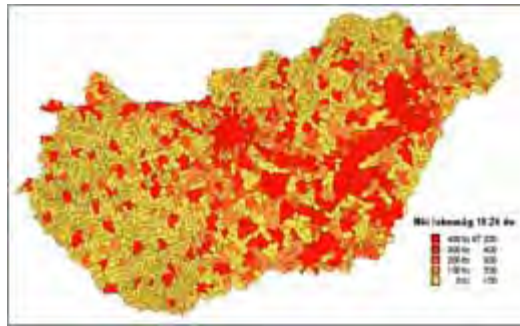
Az intelligens GIS alkalmazások on-line információkkal szolgálnak a menetvonal tervezéshez, menetvonal követéshez. Szóbeli információval is tájékoztatják a felhasználót a haladási menetvonalról, az egyirányú utcákról, a forgalmi állapotokról, balesetekről, a célszerű kerülő útvonalokról, a különböző szolgáltatásokról (benzintöltő állomás, étterem, szálloda, orvosi rendelő stb.).

⁴⁵ http://www.agt.bme.hu/tutor_h/terinfor/t13.htm#geokod

A térinformációs rendszerek az alkalmazás során a vizuális információk kezelését és megjelenítését, valamint a térbeli analízis elvégzését teszik lehetővé.

A vizuális információk a térinformatikai adatok láthatóvá tételét biztosítják, amelynek formája a számítógép képernyőjén megjelenített digitális térkép a szimbólumrendszerével, illetve a kinyomtatott vagy a kivetített digitális térkép. A számítógépi megjelenítés továbbá lehetővé teszi a háromdimenziós ábrázolást, az animációt, a tárgyak megforgatását, mozgóábrák alkalmazását is.

Az adatmegjelenítés történhet tematikus (speciális) térképekkel, diagramokkal, grafikonokon, táblázatokban, címjegyzékként és listaként.



Magyarország népességének tematikus térképe⁴⁶

A térbeli analízis (elemzés) a helyre, körülményre, trendre, útvonalra, jelenségre, modellezésre vonatkozó kérdésekkel foglalkozik.

Az adatelemzés közé tartoznak a mérések, a topológia metszés, a térbeli összeillesztés, a zóna előállítás, a poligon szomszédság vizsgálat, a lekérdezés (például a 25 évnél idősebb hidak), az azonosítás (jelenítse meg az adott számú főútvonalat), a szomszédság (azonosítsa az út jobb oldalán lévő telkeket), a közelség – proximity (keresse meg azt a hidat, amely a 8-as főút 45. km-éhez a legközelebb van), az elhatárolás (egy területen listázza ki az összes tűzcsapot), az átfedés (egyesítse a parkolókat és a kihasználatlan területeket egy rétegbe) tevékenységei. Az adatelemzéshez sorolhatók még a topológiai műveletek (villanyvezetékek nyomon követése), a 3D műveletek, a láthatóság vizsgálat és a felület kiterjedés megmérés.

2. Digitális térképek

A térinformációs rendszerek adatmegjelenítő eljárása, leglátványosabb és legtöbbször alkalmazott felhasználói eszköze a digitális térkép. A digitális térkép a számítógép képernyőjén jeleníthető meg, látszatra hasonlít a papírtérképhez, azonban funkcionalitásában annál sokkal többet tud. A digitális térkép lényegében egy térbeli adatokat tartalmazó adatbázis, amely számítógépi megjelenítési térben kerül alkalmazásra. (Például egy 1:50 000-es méretarányú topográfiai térkép tartalma ~25 MB). A számítógépi kezelés következtében a digitális térkép funkciói a papírtérképekhez képest tartalmazzák a kicsinyítés – nagyítás lehetőségét, a részletesség változtatását, amely egyrészt kapcsolatban van a kicsinyítéssel és a nagyítással. Mennél kisebb területet jelenítünk meg a képernyőn, annál több részlet hívható elő. A görgetés funkció is jelentős szerepet játszik a digitális térkép használatában, amely azt jelenti, hogy valamely billentyűvel vagy az egérrel úgymond húzogatni lehet a térképet a képernyőn, hogy a nem látszó részek is a képernyőre kerüljenek. A részletesség másik jellemzője az, hogy a térinformatikai objektumok osztály jellege alapján különböző rétegek jeleníthetők meg. Egy osztály lehet a főutak, talaj utak, folyók, 10 000 főnél nagyobb vagy kisebb települések stb. Egy –egy osztály egy-egy réteget alkot. Ezek a rétegek ki és bekapcsolhatók, ha nincsen szükség a talaj utakra, akkor az a réteg kikapcsolható és nem jelenik meg a képernyőn, ezáltal tágabb teret enged a pillanatnyilag hasznosabb információknak.

A digitális térkép lehetőséget biztosít arra, hogy szabadon lehet rajzolni rá (vázlatok, szimbólumok), mivel minden ilyen ilyen egyes rajz is egy különálló réteget képez és ez a réteg is bármikor ki- és bekapcsolható, illetve alkalmas a háromdimenziós megjelenítésre. A digitális térképeken könnyű az információk visszakeresése, helyiségnevek, töredéknevek, tereppontok,

⁴⁶ <http://www.graphit.hu/gis/products/digimap>

útvonal pontok megadásával vagy az adott koordináta beírásával gyorsan megjeleníthető a szükséges tereppont, terepszakasz, amely a menetvonal tervezés alapját képezi.

A digitális térkép alkalmas a térbeli elemzés elvégzésére, a térbeli objektumokhoz attribútum adatok kapcsolására és egyéb információk megjelenítésére, mint például a terepről továbbított videofilm, meteorológiai jellemzők, GPS koordináták, valamint az adatok gyors megkereshetősége.

A digitális térképek nagy előnye a méretarány-függetlenség, azaz nincs kötött méretarány (lehetséges 1:1-es ábrázolás is!), valamint nincs arányban az adatok pontossága és a méretarány, bármilyen méretaránynál az adatpontosság ugyanaz., azonban a nagy számú adatigény véges számábrázolási problémákat okoz.

(Nagy méretarány 1:25 000 –ig, közepes méretarány 1:25 000 – 1:250 000 –ig, kis méretarány az 1:250 000 –tól az 1:1 000 000 ig.)

A digitális térképek pontosítására szolgálnak a légi- és műholdfelvételek, az ortofotók montírozása a számítógép képernyőjén a digitális térképpel együtt.

A digitális térképek széleskörű szolgáltatásokat nyújtanak a felhasználó számára. Ilyenek a tájékozódás megkönnyítése a terepen, a környezet természetes és mesterséges tereptárgyainak, terepjellemzőinek megjelenítése, az álláspont meghatározása, a releváns objektumok helyzetének meghatározása (célobjektum, saját erők és eszközök, telefonfülkék, vízcsapok, hidak, raktárak stb. – helyfüggő szolgáltatások). A szolgáltatások fontos csoportját képezik a menetvonal tervezési, a valós idejű esemény-kezelési (bevetés- és műveletirányítás stb.), terepi tevékenység megtervezési, az elemzési és vázlatkészítési funkciók. Az eseménykezelés során a döntések meghozatalát nagyban elősegíti a kialakult helyzet vizuális bemutatása (tájékoztató, elemző és értékelő munka), a műholdas helymeghatározás és nyomkövetés (GPS), az attribútum és mozgókép adatok kapcsolása az adott tereppontokhoz. Sokszor fontos szempont a láthatóság meghatározása egy adott pontból (hő-kamera alkalmazhatósága), távolságmérés, tereptárgyak képességeinek (talaj járhatóság, híd teherbíró képesség stb.) megállapítása. A láthatóság meghatározására alkalmazható távadatgyűjtési eljárás, kör digitális (panoráma) felvevő kamerával készíthető kép, amely mobil kommunikációs eszközökkel továbbítható a számítógép digitális térképére.

A digitális térképekkel végezhető térképészeti műveletek a méretarány-változtatás, a torzulások csökkentése (transzformációkkal, ismert pontok alapján), a vetületi és vonatkozási rendszer megváltoztatása, a koordináta-rendszer eltolása, elforgatása.



A torzulások csökkentésének lehetősége

A digitális térképek egyik formája a tematikus térkép, amely valamely adatelemzési eljárás következtében állhat elő, az információk valamely szempontból való összegzésére szolgál. Ebben az esetben az egyes attribútumok változását vizsgáljuk az elemzés során.

Tematikus térképek fajtái a kartogramm (pl. népszámlálási adatok), a folt térkép (pl. talajtérképek) és az izovonalas térkép (pl. szintvonalas térkép).



A főbb Magyarországon használatos digitális térképek az alábbiak:

- Ø DTA-200: Magyarország 1:200 000 méretarányú digitális topográfiai térképe (DXF vektoros állomány, úthálózat, vasútvonalak, települések és azok nevei, vízrajz és a vízrajzi elemek nevei, ország és megyehatárok)
- Ø DTA-100: Magyarország 1:100 000 méretarányú digitális topográfiai térképe (raszteres és vektoros állományok, DTM digitális terepmodell, jelkulcs)
- Ø OTAB: Országos Térinformatikai Alapadatbázis (3 részletes, áttekintő és szemléltető szinten, vízrajzi, közlekedési, létesítményekre, településekre, határookra vonatkozó tartalommal, DXF, DWG, MapInfo, DGN vektoros formátumban)
- Ø DTA-50: Magyarország 1: 50 000 000 méretarányú, csökkentett tartalmú digitális topográfiai térképe (vektoros állomány, DXF, DGN, ArcInfo és MapInfo formátumban)
- Ø Budapest 4000: Budapest 1:4000 méretarányú digitális tömbhatáros térképe (utcák, utcanevek, házszámok, víz, zöldfelület, kormányzati épületek, határok, vasút, metró, repülőtér, DXF, DWG, MapInfo, DGN vektoros formátumban)
- Ø Budapest digitális várostérkép: Budapest 1:10000 méretarányú digitális térképe (tömbhatár, utcanev, házszám, vektoros DXF és DWG formátumban)
- Ø CORINE: Magyarország Felszínborítási Adatbázisa (mesterséges felszín, mezőgazdasági területek, erdők, vizenyős területek, vízfelületek vektoros állománya)
- Ø MATÉRIA: Magyarország 1:500 000 méretarányú digitális adatbázisa (közigazgatási határ, település, víz, út, vasút MapInfo formátumú vektoros adatai a KSH T-STAR adatbázisának 185 féle adata a településekhez kapcsolva)



Digitális várostérkép⁴⁷

Természetesen ezen kívül még számos digitális térkép létezik, amelyeket az egyes informatikai cégek sajátos céllal készítenek.

Egyre szélesebb körben terjednek a kézi számítógépekre (PDA), a mobil telefonokra feltöltött térképek.



Hordozható számítógépekre telepített digitális térképek

A digitális térkép alapvetően az adatnyerési eljárásoknál leírt módon készül. Legegyszerűbb formája a beszkenelt térkép, amely valamilyen kép formátumú, mint például .jpg, .bmp, .gif, ezért csak képként viselkedik az alkalmazás folyamatában, mivel az adatok tárolása strukturálatlan adatbázisban történik. Csak a legegyszerűbb szolgáltatásokra képes, távolság mérésre, tereptárgyak megjelenítésére, a papírtérképhez hasonlóan. Geokódolási eljárással – az egyes tereppontok földrajzi koordinátáinak integrálásával a beszkenelt térképek átkonvertálhatók vektoros állományokká, ebben az esetben a teljes elemzési eljárások elvégezhetők rajtuk.

3. Műholdas helymeghatározás

A Globális [Helymeghatározó Rendszer](#) (Global Positioning System) GPS rendszerben műholdak segítségével határozzuk meg a Föld felszínén elhelyezkedő pontok helyét. A műholdak folyamatosan sugározzák a pályadataikat, amiből a **GPS** vevő meg tudja határozni a saját álláspontja koordinátáit. A világméretű helymeghatározó rendszer navigációs célokat szolgál, elsősorban katonai felhasználók, szállítmányozási cégek, földmérők számára. Segítségével a navigációhoz szükséges adatok, tehát a pillanatnyi tartózkodási hely, a pillanatnyi sebesség, a földfelszín bármely pontján tetszőleges időpontban, az időjárástól függetlenül, gyorsan, és viszonylag kis költségfordítással meghatározhatók.

A rendszer alapja a Föld körül pontosan ismert pályákon keringő műholdak sokasága. Ha bármelyik műholdat egy pillanatra modulátlannak tekintjük, egy olyan vektorháromszöget képzelhetünk el, amelynek egyik csúcsa a megfigyelt műhold, a másik csúcsa a megfigyelő állomás a Föld felszínén, a harmadik csúcs pedig a Föld középpontja, a geocentrum. Mivel a

⁴⁷ <http://www.graphit.hu/gis/products/digimap>

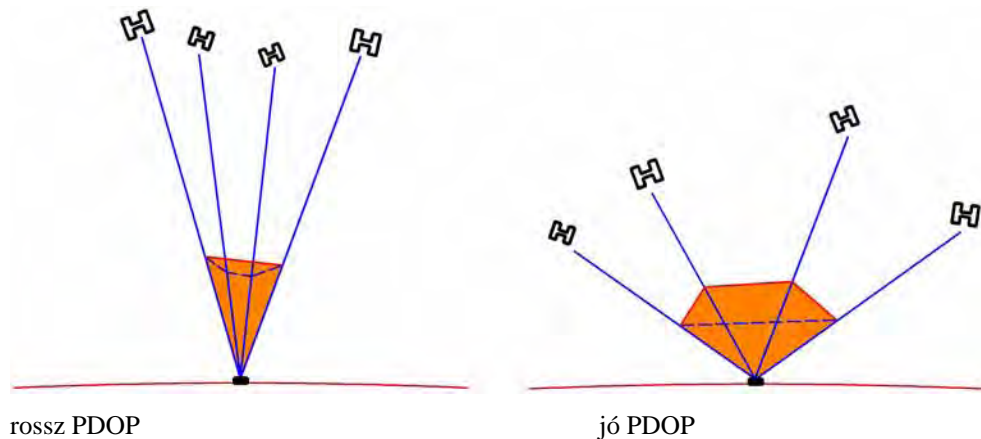
műhold a geocentrikus koordináta-rendszerben ismert pályán kering, pillanatnyi helyzete, tehát a geocentriből a műholdra mutató vektor ismert. Ha meghatározzuk a földi állásponttól a műholdra mutató vektort, kiszámíthatjuk a geocentriből a földi álláspontra mutató vektort, ezzel az álláspont helyzete ismertté válik.

A GPS-vevőkkel a felszín-műhold vektornak csak a hossza határozható meg, a vektor iránya nem. Az egyértelmű helymeghatározáshoz térbeli ívmetszésre van szükség, három távolság egyidejű mérésével. A távolság meghatározásának módja is eltér a megszokottól: úgy tekintjük, hogy a vevő a műhold rádiójelének futási idejét méri. A műhold távolságának a meghatározása lényegében pontos időmérésen alapszik, azaz azt mérjük, hogy a műhold által kibocsátott rádióhullám mennyi idő alatt ér el a vevőhöz. Egy földfelszínhez közeli pont meghatározásához elméletileg három műhold elegendő lenne, ha a műholdak és a vevők órái pontosan szinkronizálva lennének. Ez azonban csak nagyon költségesen valósítható meg, ezért szükséges a méréshez egy negyedik műhold is, ami az óraszinkronitási hibákat mérhetővé, s így kiküszöbölhetővé teszi.

Az eredmény csak akkor lesz valódi távolság, ha a műholdak atomórája és a földi vevő egyszerűbb kivitelű kvarcórája pontosan szinkronizált. A pontos szinkronizáció gyakorlatilag lehetetlen, emiatt a helymeghatározás egyenletrendszerébe újabb ismeretlen kerül, a vevő órahibája. Összesen tehát legalább négy műhold távolságát kell egy időpillanatban mérni. Az eredményekből a négy ismeretlen - az álláspont három geocentrikus koordinátája és a vevő órahibája - kiszámítható. A helymeghatározás tehát megoldott, pontossága alapvetően három tényezőtől függ:

- a műholdak pálya- és időadatainak hibájától;
- a távolság-meghatározás hibájától;
- a műholdak geometriai elhelyezkedésétől.

E geometriai hatás figyelembe vételére a GPS-szel foglalkozó szakterület a PDOP (Position Dilution of Precision) nevű mennyiséget használja. Ez egy középhibát szorozó tényező, amely fordítva arányos az álláspontból az észlelt műholdak felé mutató egységvektorok csúcspontjaiból kialakított test térfogatával. (1. sz. elvi vázlat)



1. sz. elvi vázlat

A PDOP felbontható vízszintes (HDOP) és magassági (VDOP) komponensre. A pályaadatok és a távolságmérés pontossága különböző észlelési és feldolgozási módszerekkel fokozható, de a kedvezőtlen műholdgeometria nem javítható.

Hazánkban az amerikai [NAVSTAR](#) GPS rendszere használható. Ennél a rendszernél 24 műhold kering 6 pályán. A műholdak úgy helyezkednek el, hogy biztosított az, hogy bármely földi ponttól egyszerre legalább 4 műhold legyen látható. A helymeghatározás [pontossága](#) javítható két vevővel, ahol az egyik vevő a mérendő ponton áll, a másik vevő, pedig egy ismert koordinátájú ponton. A helymeghatározás hibája mind a két pontban közel azonosnak vehető. Az eltérési hiba az ismert pont koordinátáiból számítható, s ezt a meghatározandó pont koordinátáinak a kiszámításánál veszik figyelembe.

Más műholdas rendszerek is működnek a világban a NAVSTAR mellett, mint például az orosz Glonass, az egyéb, Doppler-alapú (amerikai TRANET) rendszerek.

A GPS pontossága több tényezőtől függ aszerint, hogy abszolút vagy relatív helymeghatározást végzünk, hogy az eredményeket valós időben vagy utólag dolgozzuk fel és így tovább. Elsősorban a pontosság mesterséges rontásának következtében (SA)⁴⁸ a valós időben egyetlen műszerrel meghatározott pozíciók hibája az esetek 95%-ában vízszintes értelemben nem több mint 100 m, magassági értelemben nem több mint 156 m [Langley]. Az amerikai elnöki döntés szerint a korlátozott hozzáférés megszüntetésével a valós időben meghatározott koordináták pontossága tízszeresére nőtt [Statement].



A GPS Compassem egy praktikus, kényelmesen használható GPS vevő az egy PDA összekapcsolással. A GPS Compassem modulát és a Nav-Compass programot a felhasználó képes megfigyelni a pozícióját a képernyőn, megfigyelni a más vevők távolságát és helyzetét, megfigyelni a távolságát a megadott pontokhoz, azaz pl. sebesség, a célponthoz való távolság és az aktuális iránylatok.

Egy kézi GPS vevőkészülék a digitális térképpel

A GPS felépítése és működése .⁴⁹



Különböző kézi GPS vevőkészülékek

A GPS fejlesztésének megkezdését 1972-ben kezdeményezte az Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma. Elsődlegesen a rendszer létrehozása katonai célokból történt, de a polgári hasznosítással is számoltak.

A rendszer három alrendszerből áll, a műholdak, a földi követő állomások és a felhasználók alrendszeréből.

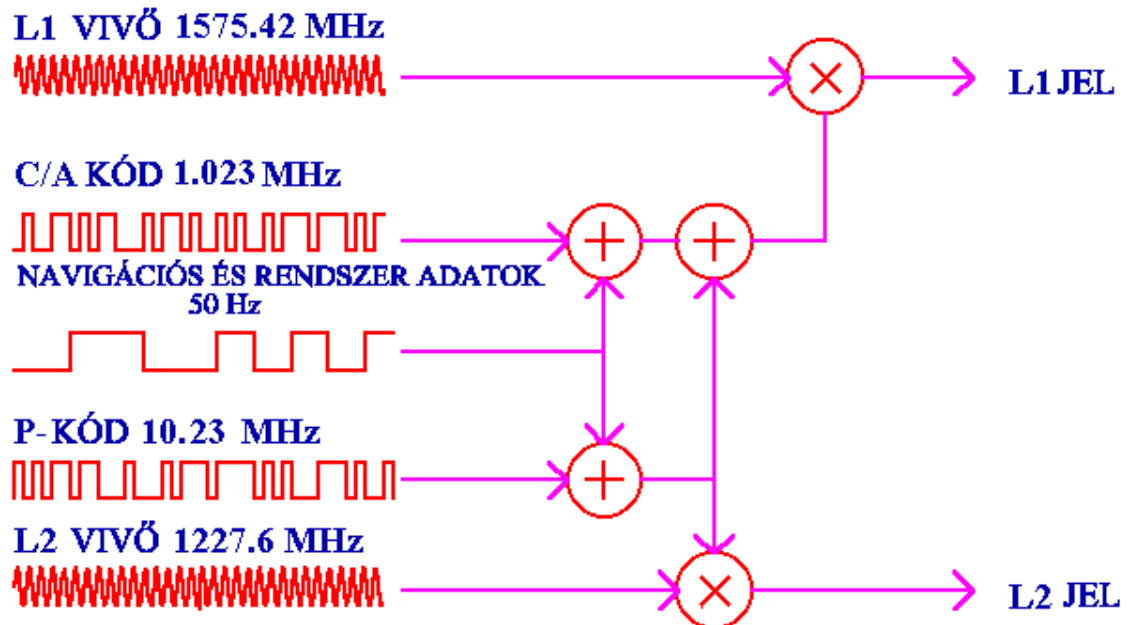
A *műholdak alrendszere* a Föld körül keringő műholdak sokasága. A pályasíkok helyzete, a műholdak száma és elhelyezkedése egyaránt azt a célt szolgálja, hogy a Földkerekség bármely pontján, bármely időpontban egyszerre legalább négy műhold legyen észlelésre alkalmas helyzetben, azaz legalább 15°-kal a látóhatár síkja felett legyenek. A NAVSTAR rendszer 21 aktív és 3 tartalék műholdból áll, amelyek hat darab 55° inklinációjú síkban helyezkednek el. Mind a hat síkban 4 műhold kering 20200 km magasan, közel kör alakú pályán, 11 óra 58 perces keringési idővel.

A mintegy 750 kg tömegű műholdak fedélzetén rádió adó-vevő készülék, atomóra, számítógép található, és a működéshez szükséges energiát napelemek biztosítják. A műhold rádióüzenete egyrészt lehetővé teszi a földi ponton a műhold-vevő távolság meghatározását, másrészt információt ad a műhold pontos térbeli helyzetéről.

⁴⁸ Selective Availability – később részletezve.

⁴⁹ <http://lazarus.elte.hu/tajfutas/magyar/archiv/dg/3.htm> cikke alapján

A GPS műholdak két jelet sugároznak. Az első jel vivőhullám hossza $L1=1575,42$ MHz, a másodiké $L2=1227,60$ MHz. E frekvenciákat a nagypontosságú atomórával stabilizált 10,23 MHz-es alapfrekvencia sokszorozásával állítják elő. Mindkét vivőhullámot modulálják a körülbelül 30 méter hullám-hosszú P kóddal (P a precision - szabatos rövidítése). Az $L1$ vivőt ezen kívül modulálják még a C/A (coarse/acquisition - durva/elérés) kóddal, mely kb. 300 m. hosszú. A vevő ezeknek a kódoknak a felhasználásával határozza meg a pseudotávolságokat. A mindenki számára hozzáférhető C/A kód kisebb pontosságot biztosít a pseudotávolságok meghatározásában. (2. sz. elvi vázlat)



2. sz. elvi vázlat

A műhold teljes üzenete a pálya- és időadatok, a pálya- és órakorrekciók mellett a műholdakra vonatkozó státusz-információt (egészséges/beteg) és az ionoszféra egyszerűsített modell adatait is tartalmazza. Az ionoszféra jelkésleltető hatása súlyos hibával terhelné a mérés eredményét.

Az eredeti katonai célokkal összhangban az USA Védelmi Minisztériuma a szelektív elérhetőség (Selective Availability, S/A) politikáját gyakorolja, ami azt jelenti, hogy esetenként korlátozza a teljes rendszer használatát a polgári alkalmazóknak. Gyakorlatilag ez korábban úgy történt, hogy csonkolták azokat az üzeneteket, melyek a műhold koordinátáit továbbítják a vevőknek. Jelenleg a C/A kódra műholdanként változó, alacsony frekvenciás (hosszú idő alatt ismétlődő) torzítást visznek, mely az eredeti 30 m-es pontosságot 100 m körülire csökkenti.

A pontosságot és a hozzáférést korlátozó intézkedések célja a valós idejű pontos helymeghatározás lehetetlenné tétele. Utólagos feldolgozás esetén az üzemeltető a pontos adatokat is rendelkezésre bocsátja.

Az ismert koordinátájú *földi követő állomások* a helymeghatározási feladat fordítottját oldják meg: ismert helyzetvektorok sorozatából pályaadatokat számítanak. Egyszerre öt állomás mér, és az egy-egy műholdra vonatkozó adatokat a vezérlő központban (Colorado Springs, USA) értékeli, meghatározzák a pálya- és időkorrekciókat, majd az adatokat a műholdak fedélzeti számítógépek memóriájába juttatják.

A *felhasználó* a szakfeladatot ellátó ember a GPS vevővel, aki a GPS vevőkészüléket üzemelteti a pillanatnyi pozíciója meghatározásához. A GPS vevőberendezés antenna-egységből és jelfeldolgozó-egységből áll. Az antenna-egység feladata az észlelési programban kiválasztott műholdak összetett jelének vétele. A jelfeldolgozó-egység legfontosabb része navigációs célú készülék esetében a gyors működésű számítógép, helymeghatározásra szolgáló mozdulatlan vevőkészülék esetében a nagy kapacitású adattároló. A korszerű vevők többcsatornásak, azaz egy időben több - általában legalább öt - műhold jelének vételére alkalmasak.

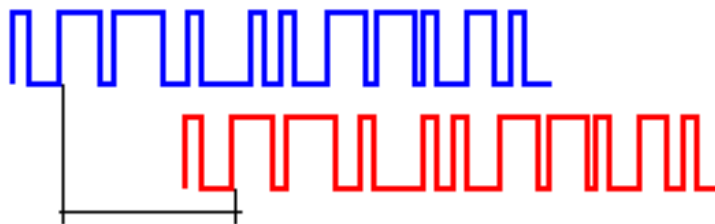
A GPS a WGS-84 referencia rendszert használja. A műholdak pillanatnyi időponttal jelölt koordinátái a navigációs üzenetben foglalnak helyet, melyet mind a P, mind a C/A kód tartalmaz.

Természetes, hogy az eredeti feldolgozás a GPS saját referencia rendszerében történik. Ha más vetületi rendszerben dolgozunk, és Magyarországon ez az általános eset, úgy a mérési eredményeket transzformálni kell a használt referencia rendszerbe. Erre akkor van lehetőség, ha a méréssel érintett területen vagy annak közelében legalább 3 olyan alappontunk van, melyek koordinátái mindkét rendszerben ismertek. Például a Földhivatalok digitális térképei az EOVS vetületi rendszerben dolgoznak, a GPS –ek pedig a WGS-84 referencia rendszert használják, ezért a digitális térképi koordinátákat egy transzformáló programmal át kell alakítani WGS-84 koordinátákká, ha a terepen a Földhivatal által megadott információk alapján kell dolgoznunk.

A helymeghatározás lényegében távolság-meghatározás. A műholdak által folyamatosan sugárzott összetett jel egyaránt felhasználható időmérésre és fázisméréses távolság-meghatározásra is.

A GPS az úgynevezett C/A kóddal csak az L1 vivőt modulálja, míg a P kód és a navigációs üzenet mindkét vivőre rákerül. Mivel a P kód titkosság alóli felszabadítására nincs remény, a kódfázismérés esetében a C/A kód felhasználása szükséges. A C/A kód úgynevezett pseudo véletlen kód - bár meghatározott szabályok szerint készül, mégis úgy néz ki mintha zaj lenne -, zérusok és egyesek egymásutánja. Egy elem frekvenciája 1,023 MHz, a kód 1023 bit hosszú, ami időben kifejezve 1 milliszekundumnak felel meg. Egy elem hossza tehát $2,99792458 \cdot 10^8 \cdot 0,977517106 \cdot 10^{-6} = 293,052$ m, az egész kódsorozat pedig hosszban kifejezve $293,052 \cdot 1023 = 299792,458$ m.

A C/A kódot azonban nem csak a műholdak generálják, hanem a vevők is minden milliszekundum kezdetén. A műhold nem egyetlen impulzust, hanem kódolt jelsorozatot sugároz, amelyet a vevő azonosítani tud, és meg tudja mérni az időkülönbséget a vett és a saját kód megfelelő pontjainak megjelenése között. Ha az adó órája és a vevő órája pontosan ugyanúgy járna, akkor a vett jel és a vevő jele közti fáziseltolódás kizárólag a műholdról kibocsátott jel terjedési idejétől függne. (3. sz. elvi vázlat)



3. sz. elvi vázlat - A vett és a vevő által generált C/A kód különbsége

Az időkésedelemből számított távolságokat azért nevezik pseudotávolságoknak, mert értéküket a vevő órájának a műhold órájához viszonyított késése is befolyásolja. Az ismeretlen óra késést egy negyedik műholdra végzett méréssel lehet meghatározni. Az időleolvasás pontossága függ a kód periódusától (hosszától). A periódusnak a C/A kód esetén amint láttuk kb. 300 m távolság felelt meg, míg a katonai használatú P kód esetén 30 m. A szatellita órajelét 1% pontossággal lehet detektálni, ezért ideális esetben a C/A kód alkalmazásával végzett pseudotávolság mérések 3 m, a P kód segítségével végzettek pedig 0,3 m-es pontossággal rendelkeznek.

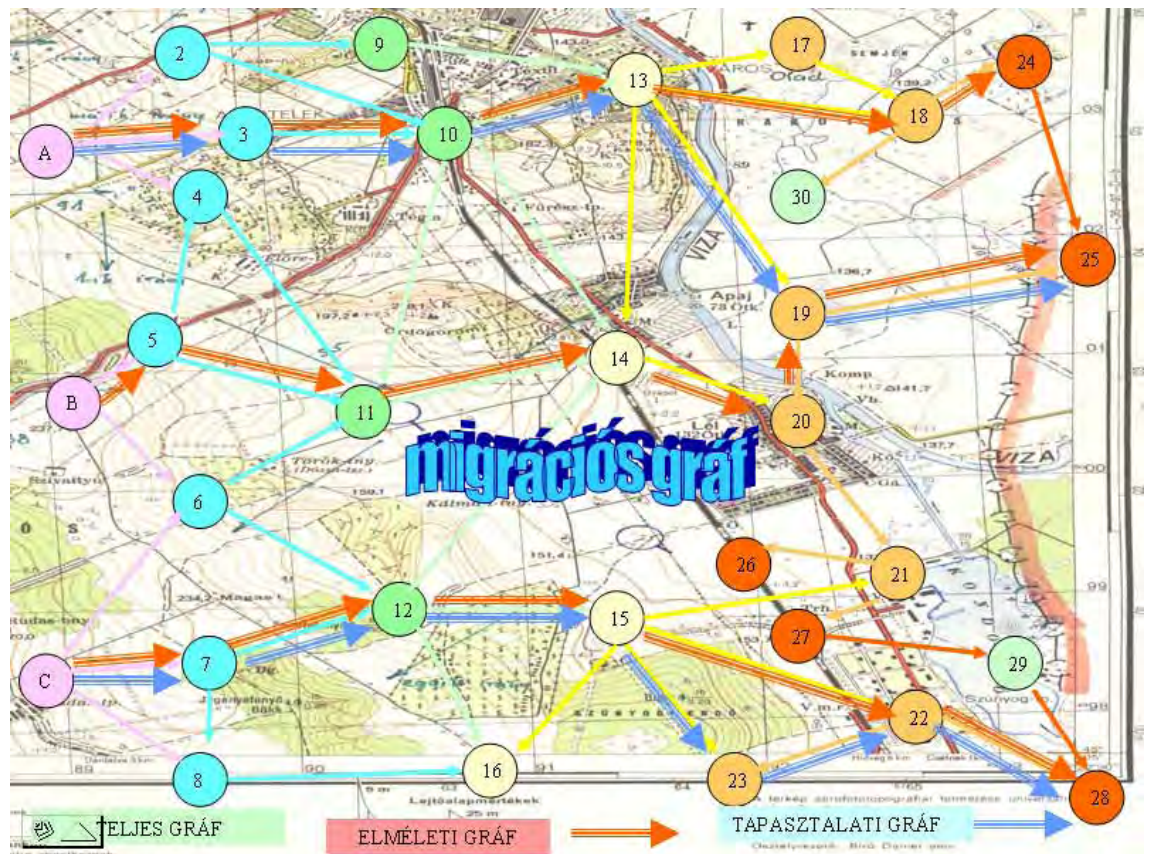
4. A térinformatikai alkalmazások használata a belügyi szervek napi tevékenységében

Az EU kidolgozta a térinformatikai stratégiáját, ezért a rendvédelmi térinformációs rendszer kiépítésénél elkerülhetetlen az Unió követelmények alkalmazása.⁵⁰ Az európai helymeghatározó rendszer, az EUPOS (European Position Determination System) 14 ország részvételével kerül kiépítésre, amelyhez hazánk is csatlakozott, nagymértékben elsegíti a térinformációs alkalmazások létrehozását, a helyszíni navigációt. Ez a rendszer megteremti a GNSS (Global Navigation Satellite Systems) alkalmazásokhoz szükséges egységes integrált infrastruktúrát. A készenléti szervek zárt láncú rádióhálózatára vonatkozó tender kiírása felveti a gyors, mobil kommunikáció reményét a terepi GPS készülékek és az irányító központok között.

⁵⁰ Térinformatika 2003/8. 9.o. INSPIRE elvek átvétele.

A térinformatika alkalmazása akkor válik fontossá a rendvédelmi szerveknél, amikor egyrészt a döntési idő kritikus (azonnali döntés) és szükséges a vizualitás a helyzet áttekintéséhez, megismeréséhez – például igazoltató járőr elől elmenekült gépkocsi elfogásakor át kell látni a terepi helyzetet, a saját erők helyzetét a döntés meghozatalához –, másrészt a különböző elemző, értékelő és tájékoztató tevékenységek végzése során. Az alkalmazás alapja a digitális térkép és a különböző térbeli elemzések lefolytatása.

A GIS támogatás a döntés-előkészítésében is fontos szerepet játszik. A döntés-előkészítésről két vonatkozásban beszélhetünk. Az egyik a hosszabb távra szóló, inkább a statisztikai adatokon nyugvó, a migrációs operatív helyzet kezelésére vonatkozó döntések csoportja, amelyen a regionális szerv határőrizeti rendszer megszervezési stratégiája és az erő és eszközelosztása alapul. A GIS ebben a folyamatban a migrációs gráf kirajzolásával, a migrációs operatív helyzet szemléletessé tételével, a tematikus térképek elkészítésével játszik fontos szerepet. A megtörtént események, a különböző dokumentumok, kivizsgáló jelentések releváns adatainak, az egyéb információknak és az operatív információknak a feldolgozásával létrehozható a migrációs mátrix, amelyből elkészíthető a migráció gráfja. A térképi megjelenítés, a különböző rétegek és tematikus térképek kiemelése megkönnyíti a bonyolult migrációs operatív helyzet áttekinthetőségét, az eredményesség megállapítását, meghatározott aspektusainak vizsgálatát. A térinformációs elemzés a jövőbeni helyzet alakulására ad előjelzést a trendek és tendenciák meghatározásával, utalást ad a migrációs operatív helyzet várható alakulására. Ehhez a tevékenységhez nyújt hathatós segítséget az OZIRIS és a Robotzsaru felhasználói számítógépprogram.



Az ábrán a teljes gráf látható, a körök a gráf csúcsai, amelyek különböző tereppontok, hidak, útkereszteződések, települések. A nyilak a gráf élei, azaz a különböző útvonalak. A térinformációs rendszerben a csúcsok és az élek attribútum adatai kiolvashatók. A piros nyilak az elméleti gráfot szemléltetik, a rendvédelmi szervek feltételezései alapján ezeken az éleken zajlik az illegális migráció. A kék nyilak a tapasztalati gráfot reprezentálják, a valóságban ezek a rendvédelmi szervek tudomására jutott esetek. Jól látható, hogy a két gráf nem fedi egymást.

Az összetett, térbeli kiterjedésű, dinamikus információk egzakt átadása hagyományos módon nehéz, időigényes, digitális térképen, adatbázisban egyszerűbb. A térinformatikai támogatás akkor is lényeges, amikor a gyorsaság, a pontosság, az összefüggések felismerése, a

több, más jellegű információ egyidejű megjelenítése, a több folyamat egyidejű átlátása válik szükségessé, amikor globális és komplex információkra van szükség.

A rendvédelmi tevékenységben a digitális térkép alkalmazásának sajátossága, hogy a digitális térkép a számítógép képernyőjének állandó méretéhez kötött. Ez azt jelenti, szemben a papírtérképekkel, hogy nem lehet korlátlanul növelni ugyanazon méretarány mellett az áttekinthető terület nagyságát. Papírtérképből, például 50 000 –es méretarányból összeragaszthatok akár 30 szelvényt is, az adott térkép nagysága, amely megközelítőleg 5 négyzetméter lesz, nem folyósolja be a méretarányt, ennél fogva a térkép részletességét. A digitális térképeknél azonban más a helyzet. Ahogy növelem a megjelenítendő terület nagyságát, úgy csökken a térkép részletessége, mivel a számítógép képernyőmérete állandó.

A gyakorlatban ez a következő problémát jelenti. Ha a digitális térképen rápozícionálok egy, a terepen lévő GPS adóra, akkor a képernyőn megjelenik az a digitális térképrészlet, amely a GPS adó koordinátáihoz kötődik. Ha ezt a terepszakaszt részletesen akarom látni, akkor a digitális térkép által megjelenített terület olyan kicsi, hogy nem tudom konkrétan beazonosítani, a környezetben elhelyezni a GPS helyzetét, mivel lehet, hogy egy települést sem látok a képernyőn. Ahhoz, hogy be tudjam azonosítani a GPS helyszínét, el kell kezdenem kicsinyíteni a digitális térképet annyira, hogy minél nagyobb terület férjen a képernyőre, vagy a térképet kell mozgatnom a képernyőn, de ekkor lehet, hogy a GPS helyszíne is lekerül a képernyőről. Ahogy kicsinyítem a térképet, úgy romlik a részletesség.



Ha részletesen akarom látni a terepet a GPS környezetében, akkor nehezen tudom beazonosítani a helyszínt

A másik gondot az jelenti, ha a terepen több GPS eszközöm van, ezek nagyobb távolságra települtek egymástól, és egyszerre kell látnom az összes GPS helyzetét a döntés meghozatalához. Ebben az esetben is annyira le kell kicsinyítenem a térképet, hogy az annyira elveszíti a részletességét, hogy még a települések neve sem kerül kiírásra a digitális térképen.



Nagy terület megjelenítése esetén nem részletes a térkép – három GPS pozíció kijelzése

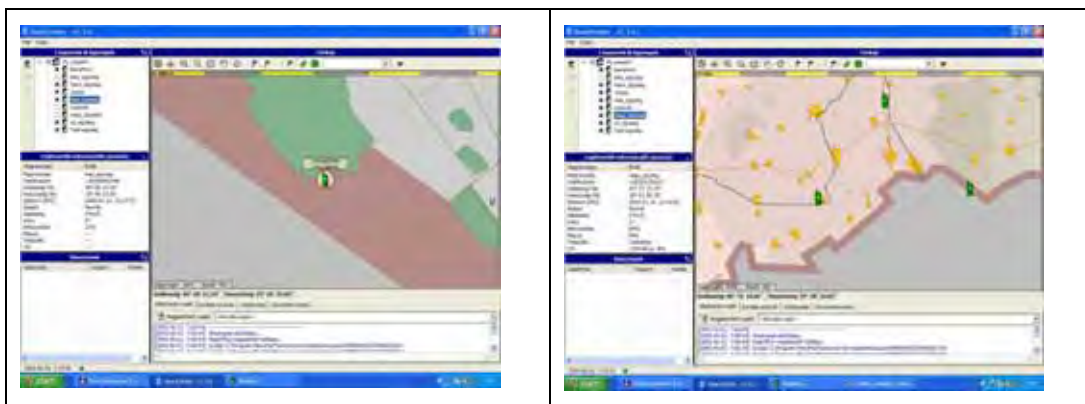
A kialakult helyzet átlátásához, az esemény helyszíne környezetének felméréséhez egyidejűleg szükséges a nagy terület áttekinthetősége a megfelelő részletesség mellett, amelyet az előbb említett 30 szelvényes 50 000 -es papírtérkép biztosít, amely lefedi egy regionális szerv illetékességi területét. A digitális térképek esetében ez úgy valósítható meg, hogy állandóan változtatom a digitális térkép méretét a képernyőn, ha nagy területet kell áttekintenem, a megfelelő

méretre kicsinyítem a digitális térképet, viszont, ha részletesen kell látnom a helyszínt, fokozatosan nagyítanom kell a digitális térképet. Ez a művelet sor időigényes, még akkor is, ha a számítógépünk processzora több GHz –es, illetve a RAM is legalább 1 GB –os. A gyakorlati tapasztalatok alapján a felhasználó ezen esetekben jobban szereti a papírtérképet alkalmazni.



Az összeragasztott papírtérkép megőrzi a részletességét

Megoldásként több lehetőség is számításba jöhet. Egyidejűleg alkalmazásra kerülhet két térinformatikai szoftver, az egyik kis méretarányban nagy területet jelenít meg, a másik nagy méretarányban a helyszín részletes áttekinthetőségét biztosítja. Másik megoldás lehet az összeragasztott 30 szelvényű papírtérkép digitális fényképének raszteres digitális térképi alkalmazása, a raszteres térkép vektorizálása. Ebben az esetben jó felbontású, nagy képernyőre és kivetítőre van szükség a megfelelő szemléltetéshez.



Két térinformatikai szoftver alkalmazása

A belügyi munkában a térinformatikai szoftvereket első sorban a szolgálatban lévő járőrök nyomkövetésére és a bűnügyi fertőzöttség elemzésére, grafikus megjelenítésére használják, illetve egyes rendszerek az ellopott gépjárművek nyomkövetését teszik lehetővé. Ilyen rendszerek többek között a HTTR, a Robotzsaru és az OZIRIS belügyi fejlesztésű programok, valamint az országos rendvédelmi szervek ügyeletén telepített lopott gépjárműkövető rendszer. Az elemzés és értékelés támogatására használatos az Analyst's Notebook elemző program térinformációs modulja.

A szolgálatban lévő járőrök hivatali gépkocsijaiba beépítésre kerültek a GPS eszközök, amelyek a rendőrségi és a határőrségi rádiórendszeren keresztül meghatározott időszakonként (1-10 perc) küldik a földrajzi koordinátákat és az egyéb kiegészítő adatokat (gépkocsi menetsebessége, üzemanyagszint stb.) a helyi, illetve a regionális vezetési szint ügyeletére. Az ügyeleten telepített számítógép digitális térképén kijelzésre kerülnek a szolgálati gépjárművek pozíciói és egyéb adatai, amelyek alfa-numerikusan a számítógépi háttértárolókon archiválásra kerülnek a későbbi elemzés céljából. A rendszer lehetővé teszi az IP telefónia alkalmazásával információk és utasítások küldését is a járőrök részére, illetve a járőrök veszjelzést tudnak

eljuttatni a központba. Egyes eszközök alkalmasak automatikus vészjelzés leadására a gépkocsi ellopásakor, a járőr megtámadásakor, például, ha a járőrrádió vízszintes helyzetbe kerül (a járőrt megtámadtak, aki fekvő helyzetben van). A központból korlátozható a gépkocsi sebessége, leállítható annak a motorja.

Ezt a rendszert a Rendőrség és a Határőrség is a bevetés irányításra alkalmazza, első sorban helyi szinten, de az eseményeket a regionális és az országos vezetési szint is figyelemmel tudja kísérni.

A bűnügyi fertőzöttség térképét általában regionális és országos szinten készítik el, ezek az úgynevezett tematikus térképek, amelyek a Robotzsaru és az OZIRIS adatbázisaiból kerülnek generálásra. Különböző színnel jelölik azokat a térségeket, településeket, terepi objektumokat ahol magas, közepes és alacsony a jogsértő cselekmények száma. Értékelési szempont lehet az elkövetési nagyság mellett az elkövetési időszak, módszer, rendvédelmi eredményesség is. A stratégiai elemzések elkészítéséhez adnak jelentős segítséget a tematikus térképek.

Alap helyzetű bevetés irányítás esetén (általános helyzet, rutinfeladatok, napi megszokott élet, tervezett napirend) a térinformációs rendszer a szolgálatszervezést, a járőrök szolgálatba indítását, a szolgálat adminisztrálását és nyomkövetését végzi az erő és eszköz adatbázis alapján.

Bevetés irányításkor és művelet vezetéskor a regionális és az országos vezetői team a központban a digitális térképen végre tudja hajtani a helyzetelemzést, ehhez tudásbázis és helyfüggő szolgáltatást tud kérni a szakértői és a műholdas nyomkövető rendszertől.

A belügyi szervek országos szinten együttműködésben állnak bizonyos biztosító társaságokkal, akik a nagy értékű gépkocsikba GPS műholdas nyomkövető eszközöket építenek be, amelyek a gépkocsi illetéktelen használata esetén riasztást küldenek az országos rendőri és határőrségi vezetési szint ügyeletére, ahonnan kiadhatók a szükséges intézkedések, amelyek alapján a gépjármű tartózkodási helye felderíthető.

A helyi rendőri és határőrizeti szervek a térinformációs szolgáltatásokat többnyire a helyi bevetés irányítás során alkalmazzák. Esemény bekövetkezésekor az azonnali reagálás (esemény helyszínéhez közel lévő erők) erőinek kiválasztására és irányítására, illetve a közvetlen reagáló erők (helyi, rövid idő alatt mozgósítható és bevethető erők) helyszínre küldésére alkalmazható a rendszer.

1997 óta működik az Országos Rendőr-főkapitányság, valamint a Határőrség Országos Parancsnokságán az ellopott gépkocsik nyomkövető rendszere. A tavalyi év óta GuardOne® nemzetközi műholdas autóvédelmi szervezet tagjaként hazánkon kívül több mint 30 országban nyújt hasonló segítséget az ott működő rendvédelmi és felügyeleti szervek közreműködésével a magyar rendszert üzemeltető cég a bajbajutottaknak.

5. Térinformatika a bevetés irányításban

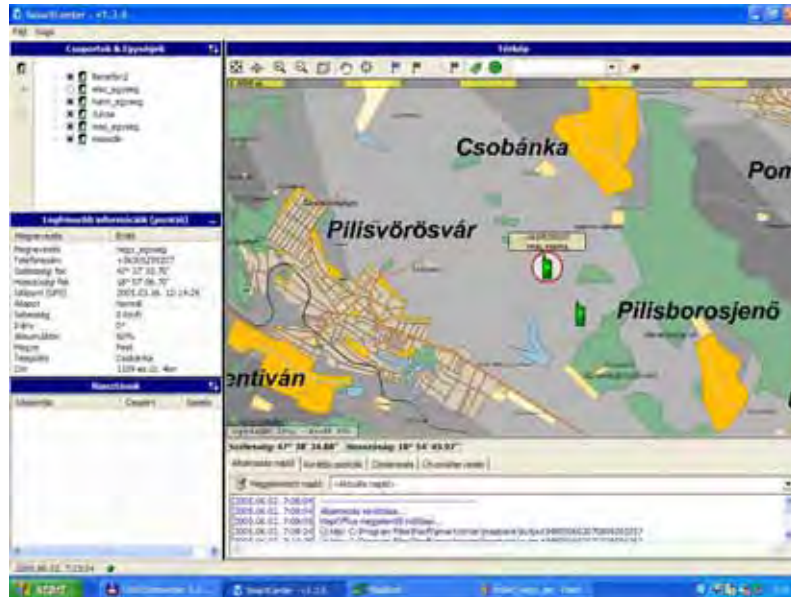
A bevetés irányító központ a kialakult migrációs operatív helyzet vizuális (térbeli) megjelenítését végzi, a döntésekhez vizuális és szöveges támogatás nyújt, lehetővé teszi az események valós időben való követését.

A bevetés irányítás elemei:

- térinformációs alkalmazói program;
- digitális térkép;
- tudásbázis, helyfüggő szolgáltatás;
- GPS nyom követés;
- mobil végberendezések;
- mobil kommunikáció.

A térinformációs alkalmazói program a központi számítógépen fut, kezeli a digitális térképet, végzi a mobil kommunikációt a központ és a terepen lévő GPS készülékek között. A terepen tevékenykedő felhasználók GPS pozícióit megjeleníti a központ digitális térképén. A központ digitális térképén megtervezhetők a bevetési tevékenységek, különböző terepszakaszok jelölhetők ki és küldhetők ki a felhasználók digitális térképére, nyomon követhetők a GPS –el

ellátott járőrök. A központból térképábrázolás, menetvonal vázlat és egyéb utasítás küldhető ki a GPS készülékekre. A központi szoftver teljes körű naplózást végez, a digitális térképen megjelenített kialakult helyzet grafikusan bármikor elmenthető, ezáltal az események zajlása, a központ és a terepen lévők közötti kommunikáció, pozícióadat archiválásra kerül. A központi szoftver futtatja a geokódoló programot, amely a különböző terepi objektumokat kapcsolja a földrajzi koordinátákhoz.



A központi szoftver képernyőképe.

A digitális térkép szolgál a migrációs operatív- és a kialakult helyzet vizuális megjelenítésére. A digitális térkép, hasonlóan a papírtérképhez, közli a terepi információkat a felhasználóval, amely alapján elvégezhető a térbeli elemzés, illetve bizonyos szoftverek lehetővé teszik a háromdimenziós megjelenítést. Az elemzés során a térbeli objektumokhoz kapcsolt attribútum adatok képezik a tematikus térképek létrehozásának alapját, amelyek a kialakult migrációs operatív helyzetet grafikusan szemléltetik, valamint a migrációs gráf kirajzolásával érzékeltetik a kialakult helyzetet. Az egyéb az információk megjelenítése, mint például a terepről továbbított videofilm, meteorológiai jellemzők, GPS koordináták is hasznos segítséget nyújtanak a döntéshozatalhoz. A terep vizuális megjelenítésével egy időben látható a GPS adatok alapján a saját erők és eszközök pillanatnyi helyzete, például a szolgálatban lévő járőrök tartózkodási helye.

A terepi tevékenységek megtervezésekor szabadon lehet rajzolni a képernyőn (vázlatok, szimbólumok), mivel minden ilyen egyes rajz is egy különálló réteget képez és ez a réteg is bármikor ki- és bekapcsolható. A digitális térképeken könnyű az információk visszakeresése, helyiségnevek, töredéknevek, tereppontok, útvonal pontok megadásával vagy az adott koordináta beírásával gyorsan megjeleníthető a szükséges tereppont, terepszakasz, amely a menetvonal- és a saját tevékenység tervezés alapját képezi. A határrendészeti elemek elhelyezéséhez fontos a láthatóság meghatározása egy adott pontból (hő-kamera alkalmazhatósága), távolságmérés, tereptárgyak képességeinek (talaj járhatóság, híd teherbíró képesség stb.) megállapítása. A láthatóság meghatározására alkalmazható távadatgyűjtési eljárás, kör digitális (panoráma) felvevő kamerával készíthető kép, amely mobil kommunikációs eszközökkel továbbítható a számítógép digitális térképére.

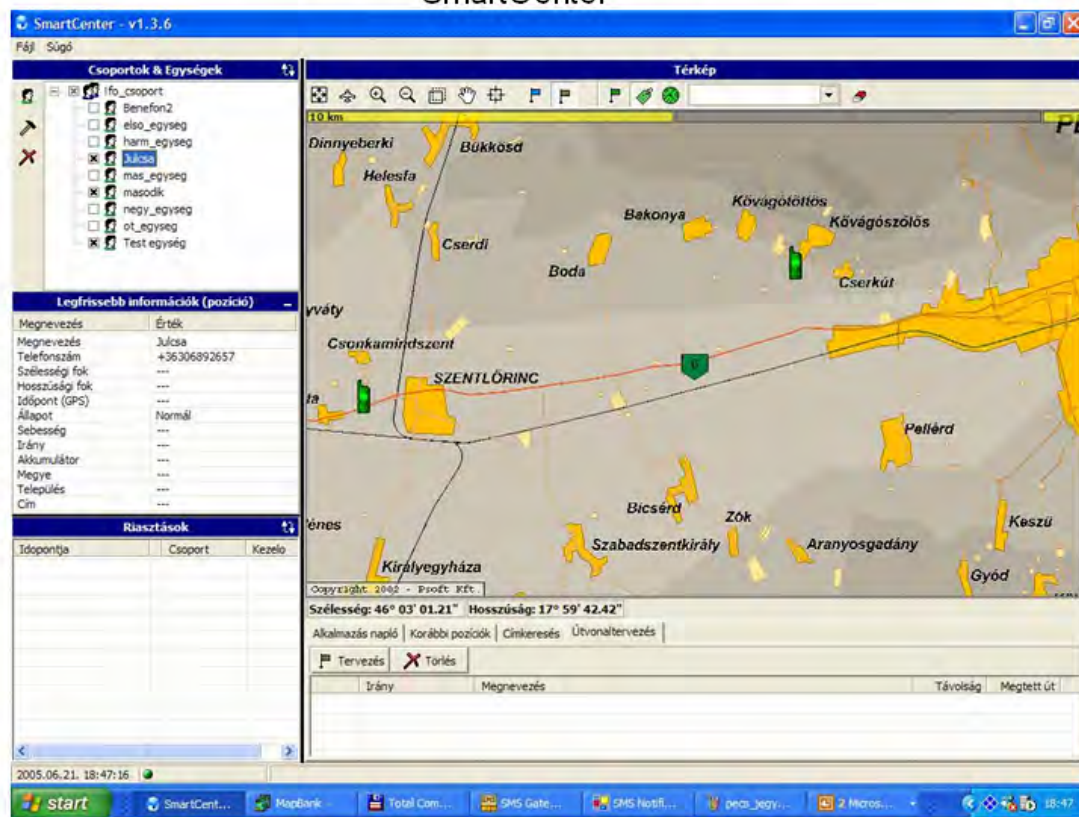
Legtöbb térinformatikai szoftver lehetővé teszi a menetvonal tervezést, illetve a valós idejű esemény-kezelést (bevetés- és műveletirányítás stb.). A menetvonal tervezés történhet a kilométerben legrövidebb útvonal, illetve más minőségi paraméterek alapján. A valós idejű esemény-kezelés során modellezésre kerül a jogellenes cselekményt elkövetők terepi mozgása, a saját erők és eszközök képességei, a terep és az időjárás paraméterei alapján a saját ellentevékenység célszerű helyének, módjának meghatározása. A GPS eszközökkel folyamatosan nyomon követhető a saját erők mozgása.

A digitális térképek a terepen is széleskörű szolgáltatásokat nyújtanak a felhasználó számára. Ilyenek a tájékozódás megkönnyítése, a környezet természetes és mesterséges tereptárgyainak, terepjellemzőinek megjelenítése, az álláspont és a releváns objektumok helyzetének meghatározása (célobjektum, saját erők és eszközök, telefonfülkék, vízcsapok, hidak, raktárak stb. – helyfüggő szolgáltatások).

A tudásbázis a döntésekhez ad támogatást. Olyan kérdésekre ad választ, hogy: Mit lehet tenni? Volt-e már ehhez hasonló eset? Jogszabályok mit írnak elő? A lehető legrosszabb helyzetet kell alapul venni? Mi legyen a döntési kritérium?, Melyek a bizonytalansági/kockázati tényezők?

A helyfüggő szolgáltatások jelentősége abban van, hogy azonnal vizuálisan áttekinthető a kialakult helyzet. Látni lehet a digitális térképen az esemény helyszínét, a saját erőink elhelyezkedését, a releváns terepi objektumokat, az egyéb befolyásoló tényezők helyzetét.

TÉRINFORMÁCIÓS SZOLGÁLTATÁS SmartCenter



A GPS nyom követés (a mesterséges holdakon alapuló helymeghatározás) az ismert helyzetű mesterséges holdakra végzett egyidejű távolságmérésen alapul. Feltétele a mesterséges holdak rendszere és a speciális vevőberendezések megléte. Eredménye a nagy pontosságú geocentrikus koordináták előállítása.



A GPS nyomkövetés működése

A műholdas nyomkövetés alapja (egy változat szerint) a GPS vevővel felszerelt mobiltelefon. A mobiltelefonon fut egy digitális térképet kezelő, kommunikáció és műholdas helymeghatározó vezérlő program, amely biztosítja, hogy a rendszer a terepen tevékenykedő felhasználó GPS készülékén is megjelenítse a felhasználó pozícióját a GPS digitális térképen, illetve a központ digitális térképére GSM kommunikációval eljuttassa a felhasználó pozíció adatait. A GPS készülék mobil telefonként is használható, nem kell gépkocsiba építeni, kézi készülékként alkalmazható, egy nagy méretű mobiltelefonhoz hasonlítható. Fogadja a központból kiküldött térképvázlatokat, menetvonal vázlatokat és egyéb szöveges utasításokat. Szolgáltatásai közé tartozik a menetsebesség mérése, a geokódolt információk előállítása, a GPS idő, az akkumulátor feltöltöttség és a látható műholdak kijelzése. A GPS készülék beállítható vészjelzés adására, tiltott területre történő belépés, illetve meghatározott terület elhagyásának automatikus jelzésére a központ felé.

A korszerűen működő rendvédelmi szerveknél egyre inkább előtérbe kerül a mobil informatika alkalmazása, mégpedig a személy-személy, valamint a személy-közvetlen adatbázis közötti kapcsolat megteremtése érdekében, azaz a helyfüggség kiküszöbölése megvalósításához. A mobilitás alatt egyrészt a végberendezések hordozható, terepi körülmények között is könnyen alkalmazható változatait, másrészt a hordozható végberendezések vezeték nélküli kommunikációs kapcsolatait értjük.

Klasszikus mobil végberendezés a rádió, fejlettebb fajtája a rádiótelefon (maroktelefon) és a digitális rádió. A számítógépek körében is megjelentek a mobil eszközök, úgymint a hordozható számítógépek, a noteszgépek, a tenyergépek, a mobil telefonba épített mini számítógépek. A

biometrikus azonosítás és az automatikus okmányleolvasás eszközei is egyre terjednek hordozható formában. A digitális kamerák is ebbe a kategóriába sorolhatók. A végberendezések sajátos csoportját jelentik a GPS-ek, azaz a műholdas helymeghatározó eszközök. A számítógép perifériák is (nyomtatók, egerek stb.) készülnek vezeték nélküli kapcsolat formában infra, blue tooth kapcsolati technológiával.

A vezeték nélküli kommunikációt a mobil végberendezések egymás közötti, illetve a végberendezés és a központi eszköz közötti, a légtérben terjedő valamilyen hullámfajta (rádió, infra, mikro) alapján való összeköttetése jelenti.

A vezeték nélküli kommunikációnak két neuralgikus pontja van, az egyik a megfelelő sávszélesség, a másik az adatvédelem megteremtése. Az átviteli sávszélességet a szolgálatban lévőkre részére általában Kbps-ban biztosítja a szervezeti információrendszer, de esetenként a Mbps érték lenne a kívánatos, amely viszont nagyon költségigényes. A mobil kommunikációnál a másik veszély- és kockázati tényező az adatvédelem, ezért a vezeték nélküli összeköttetéseknél az adatok csak tömörített és rejtjelezett formában továbbíthatók.

Befejezés

Végig követve a térinformációs szolgáltatások lehetőségeit, jól érzékelhető, hogy a vizuális szemléltetés, a nyomkövetés, a helyzet egységes értelmezése milyen előnyökkel jár a rendvédelmi tevékenységben. A feladatok pontosan, egyértelműen, gyorsan meghatározhatók. Egyetlen betű leírása, egyetlen kézi vázlatrajz elkészítése nélkül minden dokumentálásra kerülhet valós időben. Egy mozdulattal a számítógép képernyője elmenthető a PrintScrn gombbal, majd egy beillesztési paranccsal valamely dokumentumba beszűrhető, ennél fogva a vizuális helyzet is gyorsan rögzíthető.

Nem szabad figyelmen kívül hagyni a térinformációs szolgáltatások és az adatkommunikációs igények között fennálló sávszélesség igényt, így azt a kormányzati törekvést sem, hogy a mobil kommunikáció terén mind a hang-, mind az adatkapcsolatot egységes digitális rendszerben kívánja megvalósítani az államigazgatásban. Az EDR (korábban TETRA) ajánlattételi szakasza 2005. szeptemberére befejeződött, várhatóan 2005. október közepére eredményhirdetés, majd megvalósítás történik. A Határőrség belső határos mélységi mobil ellenőrzési tevékenysége a SIS II nemzeti másolatot nélkülöző rendszertechnikai megoldásában elképzelhetetlen korszerű, gyors kommunikációt lehetővé tevő informatikai infrastruktúra nélkül.

