



SAPIENTIA
ERDÉLYI MAGYAR
TUDOMÁNYEGYETEM
SEPSISZENTGYÖRGYI KAR



SEBESTYÉN TIHAMÉR-TIBOR

TOPOGRÁFIA ÉS KATASZTER

Scientia Kiadó | 2025

SEBESTYÉN TIHAMÉR-TIBOR

TOPOGRÁFIA ÉS KATASZTER



SAPIENTIA ERDÉLYI MAGYAR TUDOMÁNYEGYETEM
SEPSISZENTGYÖRGYI KAR,
ÉLETTUDOMÁNYI TANSZÉK

TOPOGRÁFIA ÉS KATASZTER

SEBESTYÉN TIHAMÉR-TIBOR

Scientia Kiadó
Kolozsvár ■ 2025



Felelős kiadó:
Sorbán Angella

Lektor:
Koncsag Magdolna-Éva (Gyulafehérvár)

Borítóterv:
Tipotéka Kft.

Kiadói koordinátor:
Szabó Beáta

A szakmai felelősséget teljes mértékben a szerzők vállalják.

Első magyar nyelvű kiadás: 2025
© Scientia 2025

Minden jog fenntartva, beleértve a sokszorosítás, a nyilvános előadás, a rádió- és televízióadás, valamint a fordítás jogát, az egyes fejezeteket illetően is.

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
TIHAMÉR, SEBESTYÉN

Topográfia és kataszter / Sebestyén Tihamér-Tibor. -
Cluj-Napoca : Scientia, 2025
Conține bibliografie
ISBN 978-606-975-103-9

TARTALOM

Előszó	13
1. Topográfiai alapfogalmak	14
1.1. A földmérés szakterülete	14
1.2. Alapfogalmak	18
1.3. A helymeghatározás alapelvei	20
1.4. Mérési egységek a topográfiában	24
1.4.1. Hosszúságmérési egységek	25
1.4.2. Területmérési egységek	25
1.4.3. Szögmérési egységek	26
1.5. A felszín topográfiai elemei	26
1.5.1. A felszín pontjai és jellegzetes vonalai.	27
1.5.2. A topográfiai térképek síkrajza	29
1.5.3. Terepi pontok és vonalak jellegzetességei	32
1.5.4. Vonalak és szögelemek függőleges síkban mérve.	33
2. A Föld geometriája	35
2.1. A Föld fizikai felszínén végzett mérések matematikai feldolgozása.	35
2.2. A geoid közelítő felületei	38
2.2.1. Szintzferoid	39
2.2.2. Forgási ellipszoid.	39
2.2.3. Gömb	40
2.2.4. Sík	41
2.3. Alapfelületek elhelyezése, a geodéziai dátum.	41
2.3.1. Geodéziai dátumok szerepe a térképezésben.	42
2.4. A topográfiai térképek tartalmi elemei	44
3. Térképek vetületei.	45
3.1. Vetületek leképzése	45
3.1.1. A vetületek alapjai.	46
3.2. A vetületek történeti háttere	49
3.2.1. Transzverzális Mercator-vetület	49
3.2.2. Lambert-féle szögtartó kúpvetület	50
3.2.3. Sztereografikus síkvetület.	51
3.3. Vetületi szelvényrendszerek.	53
3.4. A vetületi szelvényrendszerek fejlődése kezdetektől napjainkig	54
4. Térképek tulajdonságai és típusai.	64
4.1. Topográfiai térképek.	65
4.1.1. Pontok és távolságok ábrázolása a térképen.	66

4.2. A térképek osztályozása	67
4.3. Mértékegység és méretarány	75
4.3.1. Numerikus méretarány	76
4.3.2. Grafikus méretarány	78
4.4. A térképek jelene és jövője.	80
5. Topográfiai mérések a gyakorlatban	82
5.1. A topográfiai pontok kijelölése és jelzése	83
5.1.1. A topográfiai pontok típusai	84
5.1.2. Teodolitokkal vagy mérőállomásokkal végzett poligonációk.	87
5.2. A geodéziai mérőtorony	88
5.3. Topográfiai felmérés folyamata	89
5.3.1. Topográfiai felmérés technológiái.	90
5.4. A topográfiai kitűzés folyamata	93
5.4.1. Egyenesek kitűzése	94
5.4.2. Mérési vonal kitűzése segédpontokkal és segédrudakkal	97
5.4.3. Két egyenes metszéspontjának meghatározása	99
5.4.4. Derékszög kijelölése kettős szögprizmával és háromszög alapú prizmával.	100
5.4.5. Egyenesbeállítás és talppontkeresés kettős szögprizmával	101
5.5. Topográfiai szög	103
5.6. Mérési hibák	104
6. Távolságok és szögek mérésére használt műszerek és módszerek	108
6.1. Vízszintes és függőleges szögek mérése.	108
6.1.1. A vízszintes távolságok mérése	108
6.1.2. A teodolit szerkezete és működési elve	111
6.2. A teodolit felállítása és használata.	120
6.3. Magasságmeghatározás szintezéssel és trigonometria magasságméréssel	124
6.3.1. Szintezés	125
6.3.2. Trigonometria magasságmérés.	129
6.3.3. A trigonometria szintezés	133
6.4. A mérőállomások szerepe a modern topográfiában	135
7. Kataszteri rendszer Romániában.	138
7.1. Az országos kataszter és a földhasználat szerkezete Romániában	138
7.1.1. Országos Kataszteri és Ingatlan-nyilvántartási Ügynökség	139
7.1.2. A modern Kataszteri és Ingatlan-nyilvántartási Rendszer Romániában.	141
7.2. A kataszter fogalma, eredete, kifejlődése Romániában	142
7.2.1. A kataszteri rendszer fejlődése a mai Románia területén	143
7.2.2. A kataszteri nyilvántartás funkciói és alapvető szerepe	145
7.3. A földalap osztályozása és kategorizálása Romániában	146

7.4. Földhasználati kategóriák	148
7.4.1. Mezőgazdasági rendeltetésű földterületek kategóriái	148
7.4.2. Nem mezőgazdasági rendeltetésű földterületek kategóriái	150
7.5. Kataszteri nyilvántartási rendszerek Romániában	152
7.5.1. Mezőgazdasági kataszter Romániában	152
7.5.2. Erdészeti kataszter Romániában	154
7.5.3. Vízgazdálkodási kataszter	155
7.5.4. Ingatlan-nyilvántartási kataszter	156
7.5.5. Helyi területi kataszter	156
7.5.6. Különleges rendeltetésű területek katasztere	156
7.6. Telekkönyvi nyilvántartás Romániában	157
7.6.1. A telekkönyv nyilvánossága és hozzáférése	159
7.7. Területmeghatározás.	160
7.7.1. Területszámítás	161
7.7.2. Telekmegosztás	164
7.8. Kataszteri dokumentációk tartalmi elvárásai.	166
7.8.1. Az ingatlan helyszínrajza	168
1. Melléklet	171
Bibliográfia.	183
Ábrajegyzék	187
Táblázatjegyzék	190
Rövidítések jegyzéke	191
Rezumat	193
Abstract	195
A szerzőről.	197

CUPRINS

Prefață	13
1. Concepte topografice de bază	14
1.1. Domeniul topografiei	14
1.2. Concepte de bază	18
1.3. Principiile de bază ale poziționării	20
1.4. Unități de măsură în topografie	24
1.5. Elemente topografice ale suprafeței	26
2. Geometria Pământului	35
2.1. Prelucrarea matematică a măsurătorilor efectuate pe suprafața fizică a Pământului	35
2.2. Suprafețele geoidului	38
2.3. Amplasarea suprafețelor de bază, data geodezică	41
2.4. Elementele de conținut ale hărților topografice	44
3. Proiecții ale hărților	45
3.1. Cartografierea proiecțiilor	45
3.2. Contextul istoric al proiecțiilor	49
3.3. Sisteme de profil de proiecție	53
3.4. Evoluția sistemelor de proiecție de la începuturi până în prezent	54
4. Proprietăți și tipuri de hărți	64
4.1. Hărți topografice	65
4.2. Clasificarea hărților	67
4.3. Unități și scară	75
4.4. Prezentul și viitorul hărților	80
5. Măsurătorile topografice în practică	82
5.1. Desemnarea și marcarea punctelor topografice	83
5.2. Punctelor geodezice de triangulație	88
5.3. Procesul de ridicare topografică	89
5.4. Procesul de cartografiere topografică	93
5.5. Unghiul topografic	103
5.6. Erori de măsurare	104
6. Instrumente și metode utilizate pentru măsurarea distanțelor și unghiurilor	108
6.1. Măsurarea unghiurilor orizontale și verticale	108
6.2. Instalarea și utilizarea teodolitului	120

6.3. Determinarea înălțimii prin nivelare și măsurare trigonometrică a înălțimii.	124
6.4. Rolul stațiilor totale în topografia modernă	135
7. Sistemul cadastral din România	138
7.1. Cadastrul național și structura utilizării terenurilor în România.	138
7.2. Conceptul, originea și dezvoltarea cadastrului în România	142
7.3. Clasificarea terenurilor din România.	146
7.4. Categoriile de utilizare a terenului	148
7.5. Sistemul de înregistrare cadastrală din România	152
7.6. Cartea funciară din România	157
7.7. Identificarea suprafețelor	160
7.8. Cerințe de conținut ale documentației cadastrale.	166
Anexa I.	171
Bibliografie.	183
Lista figurilor	187
Lista tabelelor	190
Lista abrevierilor	191
Rezumat	193
Despre autor.	197

CONTENTS

Foreword	13
1. Basic concepts in topography	14
1.1. Domains of topography	14
1.2. Basic concepts	18
1.3. Basic principles of positioning	20
1.4. Units of measurement in topography	24
1.5. Topographic elements of the surface	26
2. Earth geometry	35
2.1. Mathematical processing of measurements on the surface of the Earth ...	35
2.2. Geoid surfaces	38
2.3. Location of basic surfaces, geodetic datum	41
2.4. Content elements of topographic maps	44
3. Map projections	45
3.1. Mapping projections	45
3.2. Historical context of projections	49
3.3. Projection profile systems	53
3.4. The evolution of projection systems from the beginning to the present ...	54
4. Properties and types of maps	64
4.1. Topographic maps	65
4.2. Classification of other maps	67
4.3. Units and scale	75
4.4. The present and future of mapping	80
5. Topographic measurements in practice	82
5.1. Designation and marking of topographic points	83
5.2. Towers and signals in geodetic surveying	88
5.3. The process of topographic surveying	89
5.4. The process of topographic mapping	93
5.5. Topographic angle	103
5.6. Measurement errors	104
6. Instruments and methods in distance and angle measurements	108
6.1. Measurement of horizontal and vertical angles	108
6.2. Installation and use of theodolite	120
6.3. Determination of height by levelling and trigonometric measurement of height	124
6.4. The role of total stations in modern topography	135

7. The cadastral system in Romania	138
7.1. The national cadastre and the structure of land use in Romania.	138
7.2. The concept, origin, and development of the cadastre in Romania.	142
7.3. Classification of lands in Romania	146
7.4. Land use categories	148
7.5. The cadastral registration system in Romania	152
7.6. Land register in Romania	157
7.7. Identification of surfaces	160
7.8. Content requirements of cadastral documentation.	166
Annex I	171
Bibliography	183
List of figures	187
List of tables.	190
List of abbreviations	191
Abstract	195
About the author	197

ELŐSZÓ

A topográfia és kataszter tantárgy alapvető és nélkülözhetetlen része mind az erdőmérnöki, mind az agrármérnöki képzésnek. Az ezen területeken tevékenykedő szakemberek számára elengedhetetlen, hogy pontosan értsék és alkalmazni tudják azokat a földmérési technikákat és eszközöket, amelyek a földrajzi és területi adatok meghatározásához, feldolgozásához és megjelenítéséhez szükségesek.

Ez a jegyzet olyan témákba nyújt mélyebb betekintést, mint a geodéziai és topográfiai alapfogalmak, a tájékozódás és a földrajzi koordináták meghatározása, valamint a klasszikus és korszerű mérőeszközökkel történő távolság- és szögmérés. Az eszközhasználati készségek fejlesztése, legyen szó klasszikus topográfiai eszközökről, mint a szintezők és a mérőállomások, vagy a modern helymeghatározó rendszerekről, mind hozzájárul ahhoz, hogy a hallgatók képesek legyenek pontos földmérési feladatokat elvégezni. Ezen módszerek és eszközök ismerete lehetővé teszi a hallgatók számára, hogy a terepen megszerzett adatokat helyesen dolgozzák fel, és azokat hatékonyan alkalmazzák különböző szakterületeken.

A kataszteri feladatok, mint a földterületek beazonosítása és kimérése, az agrármérnöki és erdőmérnöki területeken is elengedhetetlenek. A pontos és naprakész kataszteri adatok alapját képezik a földhasználat hatékony tervezésének, valamint a mezőgazdasági és erdészeti területek fenntartható kezelésének. A tantárgy során a hallgatók megismerik a kataszter alapelveit, és gyakorlati tudást szereznek a kataszteri adatok kezelésében.

Ez a jegyzet tehát átfogó ismereteket nyújt a topográfiai mérések és a kataszteri rendszerek világáról, amelynek elsajátítása alapvető fontosságú az erdészeti és agrárszakemberek számára. A megszerzett tudás lehetővé teszi a hallgatók számára, hogy magabiztosan használják a modern mérőeszközöket, valamint képesek legyenek a terepi adatok professzionális szintű feldolgozására és alkalmazására a mindennapi gyakorlatban. Az egyetemi jegyzet elsősorban a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Sepsiszentgyörgyi Kara Élettudományi Tanszékének nappali tagozatos hallgatóinak szól.

Kívánom, hogy a jegyzet hasznos eszközként szolgáljon a tanulmányaik során, és segítse a hallgatókat a sikeres szakmai karrierjük megalapozásában.

1. TOPOGRÁFIAI ALAPFOGALMAK

1.1. A földmérés szakterülete

A földmérés tudománya azon terepi műveletek és számítások átfogó rendszerét foglalja magában, amelyek célja a földfelszín adott térképészeti vetületben és topográfiai léptékben történő pontos megjelenítése térképeken vagy műszaki terveken. E műszaki vagy tudományos terület fejlődése szoros összefüggésben állt a társadalom gazdasági, társadalmi és tudományos igényeivel, különös tekintettel a gazdasági haszonra törekvő földhasználati célokra, valamint a Föld alakjának és méreteinek meghatározásához szükséges tudományos kutatásokra.

A földmérések elvégzése, az adatok feldolgozása, valamint a planimetriai és domborzati elemek helyes megjelenítése topográfiai és geodéziai eszközök, számítási módszerek, valamint grafikus megjelenítési technikák alkalmazását követeli meg. Ezen műveletek sikeres végrehajtásához elméleti fogalmak, valamint a műszaki és a technológia különböző területeiről származó ismeretek szükségesek, beleértve a geometriai optikát, a finommechanikát és az anyagszilárdságtant. A terepi mérési adatok feldolgozása továbbá precíz geometriai, trigonometriai, algebrai és számítógépes elemzési módszerek alkalmazását igényli. A helyszínrajzok, tervek és térképek grafikus kivitelezése szintén megkívánja a topográfiai-rajz-technikák alapos ismeretét, amely lehetővé teszi a tárgy objektumainak, illetve természetes és mesterséges formáinak pontos, vízszintes síkon történő ábrázolását.

A földmérés tudománya különböző ágakra oszlik, amelyek eltérnek egymástól az alkalmazott módszerek és eszközök, valamint a vizsgált területek alapján. Ezen tudományterületek közé tartozik:

- *Geodézia*: A Föld alakjának és méreteinek vizsgálatával, valamint a geodéziai hálózatot alkotó fix pontok helyzetének pontos meghatározásával foglalkozik, figyelembe véve a Föld görbületét. A geodéziai mérések alapvető szerepet játszanak a nagy területeken végzett topográfiai mérések támogatásában.

- *Topográfia*: A földfelszín részletes tanulmányozása, mérése és ábrázolása kisebb területeken. A topográfiai térképeken és terveken megjelenített planimetriai és domborzati formák földrajzi helyzetének pontos meghatározása a földfelszín ábrázolására összpontosít, anélkül, hogy figyelembe venné a Föld görbületét.

- *Távérzékelés*: Az űrből vagy a légkörből történő adatgyűjtés módszereit foglalja magában, amelyek lehetővé teszik a Föld és más bolygók természeti erőforrásainak, valamint a bolygóközi tér vizsgálatát mesterséges műholdak segítségével.

- *Térképészet*: A térképészeti vetületek alkalmazásával a földfelszín tervszerű ábrázolását végzi. Térképek és topográfiai tervek elkészítése, szerkesztése és sokszorosítása az ágazat fő célja.

– *Kataszter*: A földterületek tulajdonjogának, kiterjedésének és rendeltetésének azonosítására és bemérésére szolgál. A kataszteri adatok a földterületek pontos és naprakész nyilvántartásának alapját képezik, és alapvető fontosságúak a területrendezésben és a jogi ügyintézésben.

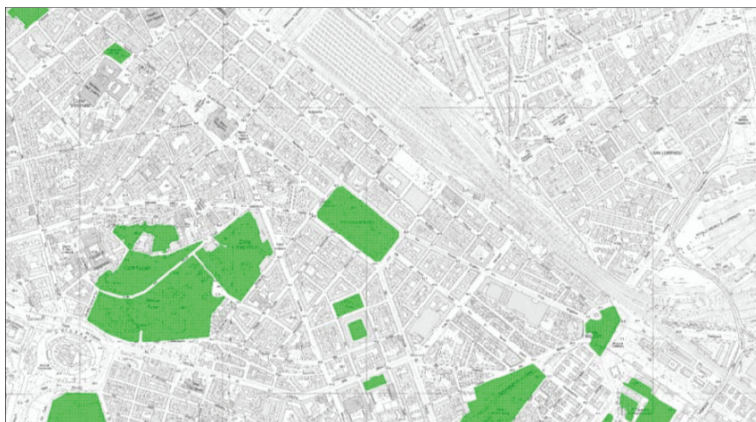
– *Földrajzi információs rendszerek* (GIS – Geographical Information Systems): Elektronikus számítástechnikai technikákra épülő módszerek a földrajzi adatok gyűjtésére, tárolására, elemzésére és megjelenítésére. A GIS lehetővé teszi a földrajzi információk térbeli rétegek szerinti szervezését, és elengedhetetlen eszköze a tematikus térképek készítésének.

A topográfiához szorosan kapcsolódó szakterületek olyan tudományágak, amelyek segítik a terep különböző célokra való pontos feltérképezését és a földfelszín ábrázolását. Az alábbiakban bemutatásra kerül néhány rokon szakterület:

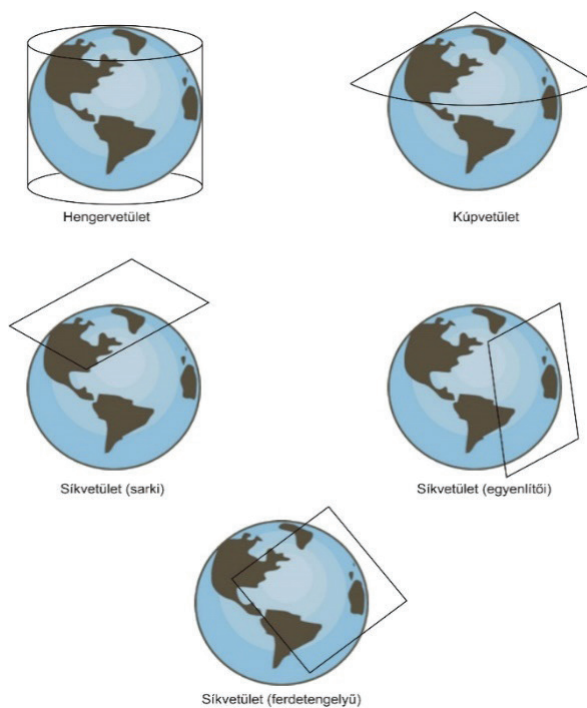
– *Fotogrammetria*: olyan tudományág, amely a tárgyak vagy területek geometriai jellemzőit fényképek, elsősorban légi és műholdas felvételek alapján határozza meg. A fotogrammetria alkalmazásával háromdimenziós modelleket készítenek a felszínről, még hozzá nagy pontossággal. A technológia előnye a gyors adatgyűjtés, amely széles körű alkalmazást nyer a topográfiában, mivel lehetővé teszi a nagy kiterjedésű területek minimális terepi beavatkozással való részletes felmérését és térképezését (1. ábra).



1. ábra. Fotogrammetrikus rehabilitáció: Palazzo Grande, Via Umbert I, Milazzo, forrás: Campo, 2024



2. ábra. Modern városi kartográfia, forrás: Baiocchi et al., 2013

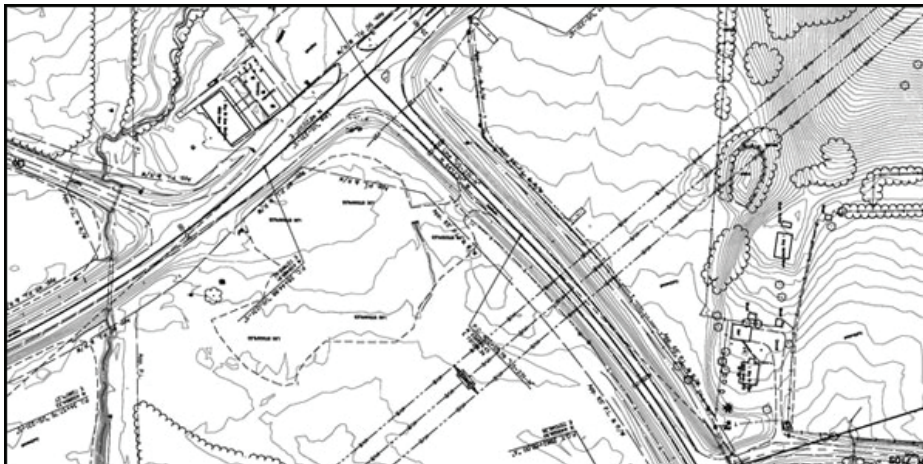


3. ábra. Vetülettípusok, forrás: Pilise Gábor, 2007

– *Kartográfia*: a térképkészítés tudománya, amely a földfelszín és annak különböző jellemzőinek síkbeli ábrázolásával foglalkozik. A kartográfia feladata a topográfiai adatok értelmezhető, olvasható és vizuálisan vonzó formában való megjelenítése térképeken. A térképek készítése során figyelembe kell venni a méretarányt, a vetületi rendszereket és a grafikai elemeket, hogy a térképek pontos információt nyújtsanak a tájékozódáshoz és a döntéshozatalhoz. A kartográfia így közvetlen kapcsolatban áll a topográfiával, mivel a topográfiai mérések eredményeit használja fel a térképek szerkesztésekor (2. ábra).

– *Vetülettan*: a Föld gömb alakú felszínének síkbeli ábrázolásával foglalkozik. Mivel a Föld felülete nem sík, hanem közel gömbölyű, a földrajzi pontok síkba történő vetítése torzulásokat okozhat. A vetülettan célja ezeknek a torzulásoknak a minimalizálása és különböző vetítési rendszerek kidolgozása, amelyek eltérő módon kezelik a távolságok, szögek, területek és formák torzulásait. A vetülettan különösen fontos a topográfiai térképkészítés során, mivel a térképek vetületi rendszere befolyásolja a területek pontos ábrázolását (3. ábra).

– *A mérnöki vagy ipari geodézia*: olyan speciális geodéziai terület, amely építési, infrastrukturális vagy ipari projektekhez kapcsolódó felméréseket és méréseket végez. A mérnöki geodézia alkalmazása során pontos méréseket végeznek a helyszíni munkálatok alatt, például hidak, utak, épületek, alagutak építésekor. Ezen a területen kiemelt szerepe van a pontosságnak, hiszen a szerkezetek és infrastruktúrák megvalósítása milliméteres eltérésekkel is kritikus lehet. A mérnöki geodézia tehát a topográfia részletes adatait használja fel a helyszíni projektek megvalósításához és az építési folyamat ellenőrzéséhez (4. ábra).



4. ábra. Ipari geodézia: infrastruktúra-fejlesztési terveken, illusztráció

Ezen szakterületek szorosan kapcsolódnak a topográfiához, mindegyik kiegészíti és támogatja a földfelszín pontos feltérképezését és ábrázolását, különböző célokat és alkalmazási területeket kiszolgálva. E tudományterületek átfogó ismerete és alkalmazása kulcsfontosságú mind a földmérési, mind a térinformatikai feladatok sikeres végrehajtásához.

A topográfiai munkálatok széles körben alkalmazottak a gazdaság különböző területein, beleértve az ipart, az építőipart, a közlekedést, a mezőgazdaságot és az erdészetet. Ezek a munkálatok elengedhetetlenek a topográfiai tervek és térképek elkészítéséhez, amelyek alapját képezik a különféle tanulmányok és kivitelezési projektek előkészítésének. Gyakorlati szempontból a topográfiai felmérések megelőzik, kísérik és lezárják az összes olyan beruházási projektet, amely térképeket, alapterveket, tematikus terveket, valamint hossz- és keresztmetszeteket használ.

Az agrármérnöki és erdész-mérnöki szakterületeken a topográfiai munkálatok kiemelt szerepet játszanak. A mezőgazdaságban a topográfiai felmérések szükségesek a területek mérnöki jellegű rendezéséhez és területrendezési munkálatok megtervezéséhez, továbbá a műszaki és minőségi kataszter az egyes földterületeken való bevezetéséhez. A vízrendezési projektek, például öntözőrendszerek, vízelvezető rendszerek és talajerózió elleni védekezési intézkedések megvalósítása során a tervek terepi kivitelezésének támogatására topográfiai kijelölések szükségesek, mind a síkban, mind a függőleges tengely mentén. Ez magába foglalja az egyes műszaki tengelyek és jellegzetes pontok pontos meghatározását és terepi elhelyezését.

Az erdészeti projektek esetében a topográfiai felmérések kulcsszerepet játszanak az erdőterületek feltérképezésében, a területrendezési tervek kidolgozásában, valamint az erdészeti infrastruktúra, például erdei utak és vízelvezető rendszerek megvalósításában. A folyamatosan változó természeti környezethez igazodva szükséges a kataszteri térképek és a mezőgazdasági területek nyilvántartásának rendszeres frissítése, amit periodikus topográfiai felmérésekkel végeznek, hogy az összes területi változás naprakész legyen.

Az agrár- és erdészeti projektek pontos és hatékony kivitelezése érdekében elengedhetetlen a topográfiai munkálatok szakszerű végrehajtása, hiszen ezek biztosítják a területek és a természeti adottságok megfelelő dokumentálását és a projektek pontos megvalósítását.

1.2. Alapfogalmak

Néhány alapfogalom bevezetése szükséges ahhoz, hogy rendszerezzük a topográfia alapjait:

1. *Felsőgeodézia (Elméleti geodézia)*: A felsőgeodézia a Föld alakjának és méretének meghatározásával foglalkozó tudományterület, amely különösen a nagy kiterjedésű földrajzi területek, országok és kontinensek egységes felmérésének

alapjait fekteti le. Ez a terület a globális geodéziai hálózatok megalkotását és a nagy pontosságú mérési rendszerek fejlesztését is magába foglalja.

2. *Alsógeodézia (Általános geodézia)*: Az alsógeodézia kisebb területek, például települések, városok vagy konkrét építési területek felmérésével és térképezésével foglalkozik. Ez magába foglalja a mérési eljárások, műszerek, valamint a topográfiai és kartográfiai munkákhoz szükséges technikai eszközök alkalmazását és fejlesztését.

3. *Topográfiai térkép*: A topográfiai térkép a földfelszín részletes ábrázolását nyújtja felülnézetben, ahol a különböző tereptárgyak és természeti alakzatok vízszintes vetületben, adott méretarány szerint, a domborzatot is beleértve, ábrázolódnak. Szükség esetén különböző szimbólumok és jelek használatával pontosítja a felszíni elemek megjelenítését.

4. *Ortofotó*: Az ortofotó olyan légi fénykép, amely geometriai torzulásokról, tehát a perspektív és domborzati torzulásokról mentes, amelyeket a kameratengely és a terep egyenletlenségei okoznának. Az ortofotók esetében a fényképezőgép optikai tengelye függőlegesen áll, és a képek georeferáltak, azaz pontos koordináta-rendszerben helyezkednek el.

5. *Vetülettan*: A vetülettan a Föld gömbölyű felszínén található pontok síkban történő ábrázolásával foglalkozó tudományág. Ez a terület foglalkozik a különböző térképvetületek megalkotásával, torzulásaik kiszámításával, valamint a vetületek egymás közötti átszámításával. A vetülettan nélkülözhetetlen a geodéziai és térképszeti munkák során, különösen a modern GIS- és a földrajzi helymeghatározó rendszer (GPS) alkalmazásában.

6. *Helymeghatározás*: A földrajzi helymeghatározás célja egy felszíni pont pontos helyzetének meghatározása földrajzi koordináták segítségével. Ez történhet fix pontok (például hegycsúcsok) geodéziai módszerekkel való meghatározásával, vagy mozgó járművek, például hajók vagy repülőgépek pillanatnyi helyzetének és sebességének megállapításával, amelyet ma leginkább a GPS-rendszerekkel végeznek.

7. *Térkép*: A térkép olyan síkbeli ábrázolás, amely a Föld, más égitestek vagy felszínre vonatkozó jelenségek és tárgyak méretarányosan kicsinyített, általánosított képét nyújtja, meghatározott vetületi szabályok alapján. A térképek grafikai jelrendszere teszi lehetővé a térbeli információ egyértelmű vizuális megjelenítését.

8. *Fokhálózat*: A Föld felszínén található pontok helyzetének meghatározása a földrajzi koordináta-rendszer segítségével történik, amely a földrajzi szélesség és hosszúság két koordinátáján alapul.

9. *Alaprajz*: A topográfiai térképeken a tereptárgyakat felülnézetben, síkra vetítve ábrázoljuk – ezt nevezzük alaprajz szerinti ábrázolásnak.

1.3. A helymeghatározás alapelvei

A helymeghatározás tudománya és gyakorlata az egyik alapvető feladat mind a földmérési, mind a teleknyilvántartási munkák során. Az emberi tevékenységek különböző szakterületein, mint az agrármérnökség és erdészmérnökség, elengedhetetlen a pontos helymeghatározás, legyen szó területrendezésről, infrastruktúra-fejlesztésről vagy éppen a mezőgazdasági és erdészeti erőforrások optimalizálásáról. A helymeghatározás alapelvei két fő módszerre oszthatók: az abszolút és a relatív helymeghatározás. E két megközelítés egymást kiegészítve képezi az alapját a modern geodéziai és topográfiai munkáknak, különösen a GPS alkalmazásában.

Abszolút helymeghatározás

Az abszolút helymeghatározás során egy pont földrajzi helyzete globális viszonyítási rendszerben van megadva, amely a Föld forgástengelyeihez és gravitációs középpontjához viszonyít. Ebben a módszerben a helymeghatározás alapfelülete a **geoid**, amely a Föld tényleges alakját leginkább megközelítő felület. A geoid olyan elméleti felület, amely minden pontján megegyezik a tengerszint közepes magasságával, és amelynek minden pontjában a gravitációs erő merőleges erre a felületre. Ez az alapfelület az abszolút helymeghatározás egyik kulcseleme, hiszen ez szolgál referenciafelületként a földrajzi koordináták meghatározásához.

Az alapfelület: a geoid

A Föld alakja nem egy egyszerű geometriai forma, mint egy gömb vagy ellipszoid, hanem egy bonyolult, aszimmetrikus felület, amelyet a geoid közelít meg a legpontosabban. A geoid a Föld gravitációs potenciáljának azon felülete, amely egybeesik az átlagos tengerszinttel, és amelyet nehézségi erő vonalai metszenek. A földrajzi helymeghatározás során ez a felület adja a viszonyítási alapot, amelyhez a pontok magassági és horizontális koordinátáit mérjük. A geoidot a globális gravitációs mérőhálózatok és műholdas rendszerek segítségével határozzák meg, és pontos modellek készítésével ábrázolják.

A vetítővonal: a függővonal

Az abszolút helymeghatározás másik fontos eleme a vetítővonal, amelyet a gravitációs erő határoz meg. A **függővonal** vagy nehézségi erővonal az a képzeletbeli vonal, amely a földfelszíni ponton átmenő függőleges irányt jelzi, és amely merőleges a geoidra. A függővonal iránya mutatja meg, hogy merre hat a Föld gravitációs ereje egy adott pontban, és ezáltal meghatározza a helyzetünk vertikális komponensét. A helymeghatározás során fontos szerepe van a függővonalnak,

különösen a műholdas rendszerek esetében, mivel ez a vonal szolgál alapul a műholdak által mért pozíciók földi koordináta-rendszerbe történő átszámításához.

Az abszolút helymeghatározás során a földrajzi szélesség, hosszúság és magasság meghatározásával az adott pont helyzete globálisan, a Föld forgástengelyeihez és gravitációs középpontjához képest van megadva. Ez az eljárás különösen fontos a nagy méretű térképek, földrajzi adatbázisok, valamint az agrár- és erdészeti projektek alapjául szolgáló területek felmérése során.

Relatív helymeghatározás

A relatív helymeghatározás más megközelítést alkalmaz. Itt nem egy globális viszonyítási rendszert használunk, hanem egy tetszőlegesen választott, lokális rendszert, amely egy adott területhez vagy objektumhoz viszonyítja a pontok helyzetét. E módszer segítségével a pontok helyzetét egy másik referenciaponthoz képest határozzuk meg, és gyakran alkalmazzák kisebb területek, helyi projektek vagy egyéb mérnöki munkák során, ahol nem szükséges a globális viszonyítás.

A relatív helymeghatározás jellemzői

A relatív helymeghatározás egyik legnagyobb előnye a rugalmasság, hiszen nem igényli a globális koordináta-rendszerek és geoidok pontos ismeretét. Ehelyett elegendő egy adott kiindulási pont, amelyhez képest a további mérési pontokat meghatározhatjuk. Ez a módszer különösen hasznos a helyi tervezési és kivitelezési munkák során, például egy mezőgazdasági terület vízelvezető rendszerének megtervezésekor, ahol a relatív távolságok és magasságok fontosabbak, mint a globális koordináták.

A relatív helymeghatározás során gyakran használnak háromszögelést, poláris koordináta-rendszert vagy közvetlen távolság- és szögméréseket, hogy meghatározzák a mérési pontok helyzetét. Ez a módszer egyszerűbb és kevésbé költséges lehet, mint az abszolút helymeghatározás, különösen akkor, ha a projekt lokális jellegű, és nem igényli a globális referenciafelületek használatát.

Alkalmazási területek

A relatív helymeghatározás gyakori alkalmazása az agrár- és erdészeti szektorban található. Például egy erdőrendezési projekt során, ahol az egyes fákat vagy erdőrészeket egy adott koordináta-rendszerhez viszonyítva kell elhelyezni, a relatív helymeghatározás biztosítja a szükséges pontosságot. Hasonlóképpen, egy mezőgazdasági földterületen végzett talajmintavétel vagy vetési terv készítésekor a relatív helymeghatározás lehetővé teszi a pontos távolságok és elhelyezkedések meghatározását anélkül, hogy globális koordinátákra lenne szükség.

A helymeghatározás technológiai háttere

A modern helymeghatározás jelentős fejlődésen ment keresztül az elmúlt évtizedekben, különösen a műholdas helymeghatározó rendszerek (GNSS – Global Navigation Satellite System) és a GPS megjelenésével. Ezek a rendszerek alapvetően az abszolút helymeghatározásra építenek, és lehetővé teszik a pontok helyzetének globális meghatározását néhány méteres vagy akár centiméteres pontossággal. A GPS-műholdak a Föld körül keringenek, és folyamatosan sugározzák a helyzetüket, amelyeket a földi vevőegységek rögzítenek, és ezek alapján számítják ki a pontos koordinátákat.

A GPS-alapú abszolút helymeghatározás mellett a modern technológiák lehetőséget adnak a relatív helymeghatározás kombinálására is, különösen, amikor a lokális pontok közötti távolságok és irányok meghatározása szükséges. A relatív helymeghatározási módszerek, mint a differenciális GPS (DGPS), tovább növelik a pontosságot, lehetővé téve a valós idejű korrekciókat és a mérési hibák minimalizálását.

A helymeghatározás gyakorlati alkalmazásai

A helymeghatározás elméleti alapjai mellett a gyakorlati alkalmazások szintén jelentős szerepet játszanak az agrár- és erdészeti területeken. A helymeghatározási módszerek precíz használata lehetővé teszi az erőforrások hatékony kezelését, a területek optimalizálását és a különböző projektfeladatok zökkenőmentes végrehajtását. Nézzük meg részletesebben, hogyan alkalmazzák a helymeghatározás különböző módszereit az agrár- és erdészeti gyakorlatban.

Agrárterületek helymeghatározása

Az agráriumban a helymeghatározás számos feladatot támogat, beleértve a termőföldek tervezését, a vízgazdálkodást és a talajművelést. Az alábbiakban bemutatjuk, hogyan használják a helymeghatározási módszereket különböző mezőgazdasági tevékenységek során.

1. *Területmérés és tervezés:* Az abszolút helymeghatározás alapelvei, mint a geoid és a függővonalak használata, biztosítják a pontos területméréseket. Ez különösen fontos a mezőgazdasági földterületek tervezésében, ahol a pontos területadatok segítenek a határvonalak és a terület felosztásának meghatározásában. Az olyan rendszerek, mint a GPS, lehetővé teszik a pontosság növelését, és segítenek az optimális vetési és ültetési minták kialakításában.

2. *Vízgazdálkodás:* Az öntözési rendszerek és vízelvezető hálózatok tervezéséhez és telepítéséhez szükséges a helymeghatározás pontos alkalmazása. A relatív helymeghatározás, amely a helyi referenciapontokhoz viszonyítja a vízelvezetékek

és csatornák helyét, segít a víz áramlásának optimalizálásában és a területek vízszintjének szabályozásában.

3. *Precíziós mezőgazdaság:* A modern technológiák, mint az automatikus vezérlésű mezőgazdasági gépek és drónok, helymeghatározási adatokat használnak a pontos műveletek végrehajtásához. A GPS-alapú rendszerek és a differenciális GPS-technológiák segítenek a gépek pontos irányításában, a vetési, trágyázási és aratási feladatok optimalizálásában.

4. *Talajművelés:* A helymeghatározás fontos szerepet játszik a talajművelés során, ahol a talajminták pontos helyének meghatározása és a talajminőség térképezése szükséges a megfelelő műtrágyázás és talajjavítás érdekében. Az abszolút és relatív helymeghatározási módszerek egyaránt használatosak az adatok gyűjtésére és elemzésére.

Erdészeti területek helymeghatározása

Az erdészeti tevékenységek során a helymeghatározás elengedhetetlen az erdőgazdálkodás, a faültetések és az erdővédelem szempontjából. Az alábbiakban bemutatjuk, hogyan alkalmazzák a helymeghatározási módszereket az erdészeti gyakorlatok során.

1. *Erdőgazdálkodás:* Az abszolút helymeghatározás lehetővé teszi az erdők pontos térképezését, a faállományok és a különböző erdőterületek helyének és kiterjedésének meghatározását. A GPS-rendszerek és a geoid használatával az erdőgazdálkodók pontos adatokat kapnak az erdők állapotáról és terjedelméről, ami segít a fenntartható erdőgazdálkodási tervek kidolgozásában.

2. *Faültetések és területfejlesztés:* A relatív helymeghatározás alkalmazása különösen fontos a faültetések tervezésében, ahol a helyi viszonyokhoz képest kell meghatározni a fák ültetési helyeit. Az olyan helymeghatározási technikák, mint a távolságmérések és a háromszögelés, segítenek a pontos ültetési minták kialakításában és a területek fejlesztésében.

3. *Erdővédelem:* Az erdők védelme és a károsodások monitorozása érdekében alkalmazott helymeghatározási technikák segítenek a veszélyes területek és a káros hatások nyomon követésében. A helymeghatározási rendszerek segítségével az erdészeti szakemberek pontos adatokat gyűjthetnek az erdők állapotáról, és hatékonyan végezhetik a karbantartási és helyreállítási munkákat.

4. *Tűzvédelem és katasztrófaelhárítás:* Az erdőtüzek és más katasztrófák esetén a helymeghatározás alapvető szerepet játszik a gyors reagálásban és a terület pontos térképezésében. A GPS-alapú rendszerek lehetővé teszik a tűzoltóegységek és mentőcsapatok gyors navigációját, valamint a károk pontos felmérését.

A jövőbeli trendek és innovációk

A helymeghatározás tudománya és technológiája folyamatosan fejlődik, és az új innovációk új lehetőségeket nyitnak meg az agrár- és erdészeti szektorok számára. A következő trendek és technológiák várhatóan jelentős hatással lesznek a jövőbeni helymeghatározási gyakorlatokra:

1. *Műholdas helymeghatározás fejlődése:* Az új generációs műholdak, mint a Galileo-, a GLONASS- és a Beidou-rendszerek, tovább növelik a helymeghatározás pontosságát és megbízhatóságát. A GNSS továbbfejlesztett verziói lehetővé teszik a még precízebb adatgyűjtést és az alkalmazások szélesebb körű használatát.

2. *Integrált szenzorhálózatok:* A fejlett szenzorok és drónok kombinációja lehetővé teszi a helymeghatározási adatok valós idejű gyűjtését és elemzését. Ezek az eszközök különösen hasznosak lehetnek a mezőgazdasági és erdészeti feladatok során, ahol a dinamikus adatok gyors feldolgozása és alkalmazása szükséges.

3. *Geoinformatikai rendszerek fejlődése:* Az új geoinformatikai szoftverek és rendszerek lehetővé teszik a helymeghatározási adatok hatékony kezelését és elemzését. A GIS integrálása a helymeghatározási technológiákkal lehetővé teszi a komplex térbeli elemzések és döntéshozatali folyamatok támogatását.

4. *Adatmegosztás és együttműködés:* Az adatok megosztása és az interdiszciplináris együttműködés elősegíti a helymeghatározási adatok hatékony felhasználását. Az agrár- és erdészeti szakemberek, kutatók és döntéshozók közötti együttműködés hozzájárul a jobb adatelemzéshez és a hatékonyabb projektvégrehajtáshoz.

Összegzés

A helymeghatározás alapelvei, beleértve az abszolút és relatív helymeghatározást, alapvető fontosságúak a modern földmérési és térinformatikai alkalmazásokban. Az abszolút helymeghatározás globális koordináta-rendszerek és a geoid használatával biztosítja a pontos földrajzi helyzet meghatározását, míg a relatív helymeghatározás rugalmas, helyi referenciapontokét.

1.4. Mérési egységek a topográfiában

Romániában hivatalosan a Nemzetközi Mértékegységrendszerben (SI) elfogadott mértékegységeket használjuk, amely az alábbi alapegységekre épül: méter, kilogramm, másodperc, amper stb.

1.4.1. Hosszúságmérési egységek

A francia forradalmi konvent 1795. április 7-én döntött a méter bevezetéséről, míg a métert mint távolságmérő egységet Magyarországon 1868. január 1-jén vezették be hivatalosan. Romániában a méter hivatalos bevezetése 1864. szeptember 15-én történt, amikor a metrikus rendszert hivatalosan elfogadták. Az új mértékegység bevezetése része volt a metrikus rendszer nemzetközi elterjedésének, amely célja a mérési egységek egységesítése volt. Az előző hagyományos mértékegységeket fokozatosan váltotta fel a metrikus rendszer, amely a méter, kilogramm, liter és más SI-egységek használatát tette kötelezővé az új mértékegységeket elfogadó országokban.

Az SI-ben a távolságok mérésére az alapegység a méter (m). Jelenleg a méter definíciója a fény vákuumban egy másodperc alatt megtett távolsága, amely 299 792 458 méter. A távolságok méréséhez a métert használjuk a következő részekkel: deciméter (dm), centiméter (cm), milliméter (mm), illetve többszöröse segítségével, tehát a méter nagyságrendileg nagyobb egységeivel: dekaméter (dam), hektométer (hm) és kilométer (km).

$$- 1 \text{ m} = 10 \text{ dm} = 100 \text{ cm} = 1000 \text{ mm}$$

$$- 1 \text{ m} = 0,1 \text{ dam} = 0,01 \text{ hm} = 0,001 \text{ km}$$

A metrikus rendszer bevezetése előtt más hosszúsági egységeket is használtak, amelyek mára már elavultak.

– Erdély, Bánság és Bukovina területén 1918-ig a bécsi rúd (Klafter) volt használatban:

$$\bullet 1 \text{ bécsi öl} = 6 \text{ láb} = 1,89 \text{ m}$$

– Havasalföldön használták a tenyeret, a rudat és a botot mint mértékegységet:

$$\bullet 1 \text{ tenyér} = 0,246 \text{ m}$$

$$\bullet 1 \text{ láb} = 8 \text{ tenyér} = 1,97 \text{ m}$$

$$\bullet 1 \text{ rúd} = 24 \text{ tenyér} = 3 \text{ láb} = 5,90 \text{ m}$$

– Moldvában használták a rudat és a botot:

$$\bullet 1 \text{ moldvai láb} = 2,23 \text{ m}$$

$$\bullet 1 \text{ moldvai rúd} = 4 \text{ moldvai láb} = 8,92 \text{ m}$$

1.4.2. Területmérési egységek

Az SI-ben a területek mérésére az alapegység a négyzetméter (m²), amelynek törtrészei a deciméter a négyzeten (dm²), centiméter a négyzeten (cm²) és milliméter a négyzeten (mm²), valamint a négyzetméter többszörösei: ár (ár), hektár (ha) és négyzetkilométer (km²).

$$- 1 \text{ m}^2 = 100 \text{ dm}^2 = 10\,000 \text{ cm}^2 = 1\,000\,000 \text{ mm}^2$$

$$- 1 \text{ ár} = 100 \text{ m}^2$$

$$- 1 \text{ km}^2 = 1\,000\,000 \text{ m}^2 = 10\,000 \text{ ár} = 100 \text{ ha}$$

– $1 \text{ ha} = 10\,000 \text{ m}^2 = 100 \text{ ár}$

A régi területi egységek, amelyeket az egykori kataszteri dokumentumokban használtak, a következők:

– Erdély, Bánság és Bukovina területén használták a következő egységeket:

- $1 \text{ bécsi négyzetrúd} = 3,59 \text{ m}^2$
- $1 \text{ kis jugár} = 1200 \text{ négyzetrúd} = 4316 \text{ m}^2 = 0,43 \text{ ha}$
- $1 \text{ kataszteri jugár} = 1600 \text{ négyzetrúd} = 5754,64 \text{ m}^2 = 0,58 \text{ ha}$

– Havasalföldön használták az alábbi egységeket:

- $1 \text{ hajtott könyök} = 3,8670 \text{ m}^2$
- $1 \text{ hajtott öl} = 54 \text{ hajtott könyök} = 208,82 \text{ m}^2$
- $1 \text{ hajtás} = 1\,296 \text{ négyzet öl} = 144 \text{ hajtott könyök} = 5011,78 \text{ m}^2$

– Moldvában használták az alábbi egységeket:

- $1 \text{ falces könyök} = 4,9729 \text{ m}^2$
- $1 \text{ falces öl} = 36 \text{ négyzetfalces öl} = 179,02 \text{ m}^2$
- $1 \text{ falces} = 2880 \text{ négyzetfalces könyök} = 80 \text{ falces öl} = 14\,321,90 \text{ m}^2$

1.4.3. Szögmérési egységek

A topográfiai felmérések során a horizontális és vertikális szögeket fokok, percek és másodpercek vagy centimális egységek szerint mérik.

– 60-as fokrendszerű szögmérés: a kört 360 részre (3600), a fokot 60 percre ($1^\circ = 60'$), a percet pedig 60 másodpercre ($1' = 60''$) osztják.

– 100-as fokrendszerű szögmérés: a kört 400 részre (400 fok), a fokot 100 percre ($1 \text{ fok} = 100 \text{ perc}$), a percet pedig 100 másodpercre ($1 \text{ perc} = 100 \text{ másodpercre}$) osztják. A centimális rendszer előnye, hogy egy szög, például $47 \text{ fok } 54 \text{ perc } 97 \text{ másodperc}$, decimális tört formájában is kifejezhető, például $47,5497^\circ$, ami megkönnyíti az adatok elektronikus feldolgozását.

Az analitikus rendszerű szögegység: Az SI-ben a szögek mértékegysége a radián, amelyet úgy definiálnak, mint a körív szöge, amelynek hossza egyenlő a kör sugarával. Így a kör teljes 2π radiánból áll, és $1 \text{ radián} = 57^\circ 17' 45'' = 63^\circ 66' 20''$.

1.5. A felszín topográfiai elemei

A Föld felszínének ábrázolása és vizsgálata során a különböző domborzati formák és terepi elemek kiemelt jelentőséggel bírnak. A topográfiai tervrajzok célja, hogy hűen visszaadják a földfelszín jellegzetességeit, legyen szó természetes vagy mesterséges részletekről. A domborzati elemek megjelenítése során a legfontosabb pontokat és vonalakat választjuk ki, amelyek az adott terület jellemzőit

megfelelően közvetítik, lehetővé téve a pontos térképezést és tervezést. Ezek az elemek jelentősen hozzájárulnak az építkezések, tervezési projektek és egyéb mérnöki munkák hatékony megvalósításához.

A topográfiai ábrázolás alapja a pontok és vonalak kiválasztása, amelyek a terep legjellegzetesebb tulajdonságait tükrözik. Ezek a pontok és vonalak segítenek meghatározni a földfelszín domborzatának formáit és a térbeli tájékozódást, valamint megkönnyítik az adott terület geometriai modelljének elkészítését. Az ábrázolás során a földrajzi objektumokat, mint például a lejtőket, völgyeket, hegygerinceket, valamint az emberi létesítmények, hidak és utak irányváltásait egyaránt figyelembe kell venni.

1.5.1. A felszín pontjai és jellegzetes vonalai

A földrajzi felmérések és topográfiai ábrázolások során kulcsfontosságú szerepet játszanak a *jellegzetes pontok* és *vonalak*, amelyek pontos képet adnak a terület domborzati viszonyairól. Ezek a pontok a terep legjellegzetesebb helyein találhatók, és lehetővé teszik a domborzat formájának geometriai egyszerűsítését, amely így könnyebben ábrázolható a tervrajzokon és térképeken.

Jellegzetes pontok

A *jellegzetes pontok* alatt olyan pontokat értünk, amelyek a terep domborzatának sajátosságait tükrözik, és amelyek a legpontosabban visszaadják a földfelszín változatait. Ezek a pontok meghatározzák azokat a helyeket, ahol a domborzati forma vagy vonal irányt, magasságot vagy egyéb tulajdonságot változtat. A következő jellegzetes pontokat érdemes kiemelni:

- *Földhatárok igazodási változásai*: a terepi határok vagy tulajdonviszonyokat jelző vonalak mentén lévő pontok, ahol a földterületek elhatárolása történik.
- *Kommunikációs utak irányváltásai*: az utak, ösvények, vasútvonalak vagy egyéb közlekedési infrastruktúrák nyomvonalának töréspontjai.
- *Épületek vázlata*: az építmények sarkain és kritikus pontjain található pontok, amelyek meghatározzák a térbeli elhelyezkedést és a méreteket.
- *Hidak, utak és vizek tengelye*: a nagyobb infrastruktúrák, mint hidak vagy folyók mentén húzódó tengelyek, amelyek a térbeli orientációt segítik.
- *A terep legalacsonyabb és legmagasabb pontjai*: a terület domborzati szélsőségeit jelzik, amelyek fontosak a tervezési folyamatok során, különösen vízelvezetés vagy egyéb környezetvédelmi tervek esetén.
- *Lejtésváltozást jelző pontok*: olyan pontok, ahol a terep meredeksége vagy lejtése megváltozik, például a sík terület és a hegyoldal találkozásánál.

Jellegzetes vonalak

A pontok mellett fontosak a *jellegzetes vonalak* is, amelyek a terep fő vonalait és irányait határozzák meg. Ezek a vonalak lehetnek természetes formációk, mint folyók vagy hegygerincek, de mesterséges létesítmények, mint utak vagy gátak is. A terepi felmérések során e vonalak segítenek a földfelszín legfontosabb formáinak és változásainak követésében.

A jellegzetes vonalak és pontok kiválasztása során a terep természetes geometriájának egyszerűsítésére törekszünk, hogy könnyebben ábrázolhatók legyenek a tervrajzokon. Az ilyen geometriai egyszerűsítéssel a felületek kiszámítása is könnyebbé válik, ami különösen fontos az építési és mérnöki projektek szempontjából. A pontos ábrázolásnak köszönhetően az elemzések során az építmények elhelyezését, a földmunkák mennyiségét és a terep adottságait is könnyebben lehet kezelni.

A kontúrvonalak szerepe

A terepi mérések során gyakran alkalmazott módszer a *kontúrvonalak* használata, amelyek a terep azonos magasságú pontjait kötik össze. Ezek a vonalak a földfelszín domborzatát hűen visszaadják, és segítik a magassági különbségek, valamint a terep lejtéseinek és emelkedéseinek vizuális ábrázolását. A kontúrvonalak nagy előnye, hogy egyszerre ábrázolják a terep vízszintes és függőleges síkban való elhelyezkedését is.

A kontúrvonalak használata megkönnyíti a tervezési munkák során a terepviszonyok figyelembevételét, és lehetővé teszi a domborzat gyors értékelését a magassági változások alapján. A vonalak sűrűsége jelzi a terep lejtésének meredekségét: az egymáshoz közelebb helyezkedő kontúrvonalak meredek lejtőt jeleznek, míg a távolabb elhelyezkedő vonalak enyhébb emelkedést vagy sík területet mutatnak.

A referenciarendszerek fontossága

A terepi pontok és vonalak ábrázolásához elengedhetetlen egy megbízható *referenciarendszer* használata. Ez a rendszer szolgál alapul ahhoz, hogy a mért pontokat pontosan el tudjuk helyezni a térben. A referenciarendszerek lehetnek vízszintes és függőleges síkban is érvényesek, attól függően, hogy a terep mely tulajdonságait szeretnénk kiemelni.

A referenciarendszerek meghatározása különösen fontos a nagy méretű projektek, például területrendezések, infrastrukturális beruházások vagy mezőgazdasági területek fejlesztése során. A jól meghatározott referenciapontok és -vonalak segítenek a térképezés során az egyes földrajzi objektumok és domborzati elemek pontos elhelyezésében.

Jellegzetes pontok és vonalak az agrár- és erdészeti mérnökségben

Az agrármérnöki és erdész mérnöki szakterületeken a terepi felmérések során a jellegzetes pontok és vonalak meghatározása elengedhetetlen a hatékony földhasználati tervezés és erőforrás-gazdálkodás szempontjából. A mezőgazdasági területeken például a domborzati sajátosságok nagyban befolyásolják az öntözési rendszerek, vízelvezető árkok, valamint az utak és építmények elhelyezését. Az erdészeti területeken pedig a lejtők és völgyek pontos felmérése segíti a fakitermelési tervek kidolgozását, valamint az erdőtelepítési munkák végrehajtását.

A topográfiai felmérések és a domborzati elemek pontos ábrázolása nélkülözhetetlen az agrár- és erdészeti projektek sikeres megvalósítása során.

1.5.2. A topográfiai térképek síkrajza

A topográfiai térképek síkrajza a földfelszín különböző elemeinek ábrázolására szolgál, melyeket többféle felmérési módszerrel is elő lehet állítani. Ezek a térképek fontos szerepet játszanak a területrendezésben, az építési és fejlesztési projektekben, valamint a különböző ipari és mezőgazdasági tevékenységek során. A térképek síkrajza tartalmilag különböző csoportokba sorolható, hogy a térképhasználók számára könnyen értelmezhetőek legyenek a földrajzi és ember által létrehozott elemek. Az alábbiakban részletesen kifejtjük a síkrajz különböző csoportjait és azok jelentőségét a topográfiai térképezésben.

Alappontok

Az alappontok a térképezés alapját képezik, mivel ezek a földfelszín meghatározott pontjai, amelyek fix koordinátákkal rendelkeznek egy adott koordináta-rendszerben. Ezek az alappontok geodéziai mérések eredményeként jönnek létre, és meghatározzák a térkép pontos referencia-rendszerét. Ezek a pontok lehetnek állandó, jelölt helyek (például triangulációs pontok, pillérek), amelyek segítik a további mérések helyes illesztését és a térkép nagy pontosságú elkészítését. Az alappontok nélkülözhetetlenek a helymeghatározásban, különösen nagy területek esetében, ahol az egységes mérési hálózat biztosítja a pontos és konzisztens ábrázolást.

Épületek

Az épületek ábrázolása a térképeken lehetővé teszi az emberi tevékenység által létrehozott infrastruktúra pontos megjelenítését. Az épületek méreteit, formáit és elhelyezkedését a térkép síkrajzában jelzik, gyakran szabványosított jelölésekkel.

Ezek az információk fontosak lehetnek városi és vidéki területek tervezésében, mivel segítenek meghatározni a települések sűrűségét, az építési lehetőségeket, valamint a jövőbeli infrastruktúra-fejlesztési igényeket. Az épületek pontos térképi ábrázolása elengedhetetlen a várostervezés, az ingatlanfejlesztés és az építési engedélyezési eljárások szempontjából is.

Ipartelepek

Az ipartelepek ábrázolása külön figyelmet érdemel, mivel ezek a területek jelentős gazdasági és környezeti hatással bírnak. Az ipartelepek elhelyezkedésének pontos megjelenítése a térképen lehetővé teszi a területi tervezést, beleértve az ipari zónák kijelölését, a közlekedési útvonalak és logisztikai hálózatok kialakítását, valamint a környezetvédelmi előírások betartását. Az ipartelepekről készült pontos térképek segítenek az energia- és erőforrás-felhasználás, a hulladékkezelés és egyéb gazdasági tevékenységek optimalizálásában.

Vasutak

A vasutak és vasúti hálózatok ábrázolása szintén fontos eleme a topográfiai térképeknek, mivel ezek a közlekedési infrastruktúra egyik alapját képezik. A vasutak térképi megjelenítése a sínek nyomvonalát, a vasútállomásokat és a kapcsolódó létesítményeket ábrázolja. A vasutak pontos ábrázolása kritikus a közlekedési tervezésben, különösen a vasúti közlekedés modernizálása és bővítése során. Emellett a vasúti hálózatok kapcsolódnak más közlekedési formákhoz, így integrálva a térképek többi közlekedési elemével, például az autópályákkal vagy kikötőkkel.

Műutak

A műutak, azaz aszfaltozott utak és közutak ábrázolása a topográfiai térképeken alapvető fontosságú a közlekedési infrastruktúra megértéséhez és fejlesztéséhez. Az utak nyomvonala, kereszteződései, valamint az utak mentén található jelzések és építmények (például hidak, alagutak) mind kulcsfontosságú információk a közlekedési és várostervezési szakemberek számára. A műutak pontos megjelenítése segíti az új utak tervezését, a forgalmi rendszerek fejlesztését, valamint az utak karbantartásához szükséges feladatok azonosítását.

Vízhálózat és berendezései

A vízhálózat magában foglalja a folyók, patakok, tavak, csatornák és egyéb víztestek ábrázolását. Ezek a természetes vagy mesterséges vízfolyások fontos szerepet játszanak a környezetvédelemben, a mezőgazdasági vízgazdálkodásban,

valamint a városi vízellátás és szennyvízkezelés tervezésében. A vízhálózatok pontos térképi ábrázolása lehetővé teszi a vízkészletek hatékony kezelését, az öntözési rendszerek megtervezését, valamint a vízzel kapcsolatos infrastruktúra (például vízlépcsők, duzzasztógátak) építését és fenntartását. A vízhálózat be rendezései közé tartoznak a víztározók, csatornák, víztisztító telepek, amelyek szintén feltüntethetők a térképen.

Hidak és átkelők

A hidak és átkelők ábrázolása a térképeken külön figyelmet igényel, mivel ezek az infrastruktúrák kapcsolódási pontokat képeznek különböző területek között, áthidalva természetes akadályokat, mint például folyók vagy völgyek. A hidak pontos helyének megjelenítése segíti a közlekedés tervezését és fejlesztését, mivel ezek az elemek meghatározzák az utak és vasutak áthaladási lehetőségeit, valamint a vízi közlekedés esetében is fontos átkelési pontokat jelentenek. Az átkelők különösen fontosak városi és vidéki környezetekben, ahol a mobilitás biztosítása alapvető fontosságú.

Határok, kerítések

A határok és kerítések ábrázolása elsősorban a földtulajdon határvonalainak és az egyes területek elhatárolásának megjelenítését szolgálja. Ezek a határvonalak fontosak lehetnek mezőgazdasági területeken, ipartelepeken, valamint települési és városi területeken egyaránt. A határok pontos megjelenítése segíti a tulajdonviszonyok tisztázását, a telekrendezési és földhasználati tervek kialakítását, valamint a jogi viták elkerülését.

Növényzet és talajnemek

A növényzet és talajnemek ábrázolása a térképeken lehetővé teszi a földterület természetes állapotának pontos megismerését. A növényzet fajtáinak és eloszlásának feltüntetése segíti az erdőgazdálkodást, a mezőgazdasági tervezést és a környezetvédelmi felméréseket. A talajnemek pontos ismerete szintén alapvető fontosságú a mezőgazdaságban, mivel különböző növénykultúrák termesztése eltérő talajviszonyokat igényel. A térképek ezen elemei lehetővé teszik a fenntartható földhasználat megtervezését és a talajerózió megakadályozását célzó intézkedések bevezetését.

A domborzat síkrajzi elemei

A domborzat síkrajzi elemei a térképek egyik legfontosabb részét képezik, mivel ezek jelenítik meg a földfelszín magassági és formabeli változásait. A domborzati elemek ábrázolásához gyakran alkalmazzák a kontúrvonalakat, amelyek

az azonos magasságú pontokat kötik össze. A domborzat síkrajzi elemei közé tartoznak a hegyek, völgyek, fennsíkok, valamint a lejtők és emelkedők, amelyek megjelenítése lehetővé teszi a terep pontos megismerését. Ezek az elemek különösen fontosak a tereprendezés, az infrastruktúra-fejlesztés és a környezetvédelmi tervek szempontjából. A domborzat ábrázolása segít a terepviszonyok pontos felmérésében, és lehetővé teszi az építési projektek és infrastrukturális beruházások tervezését a helyi adottságokhoz igazítva.

A topográfiai térképek síkrajzi elemei részletes és átfogó képet nyújtanak a földfelszínről, beleértve az ember által létrehozott infrastruktúrákat, a természetes elemeket, valamint a domborzatot. Ezek a térképek alapvető fontosságúak a tervezési és fejlesztési folyamatokban, mivel lehetővé teszik a pontos helymeghatározást, a földhasználat tervezését, valamint a közlekedési és infrastrukturális hálózatok kialakítását. A síkrajzi elemek csoportosítása és részletes ábrázolása segít a térképhasználóknak a terület pontos megismerésében és a jövőbeni fejlesztési lehetőségek azonosításában.

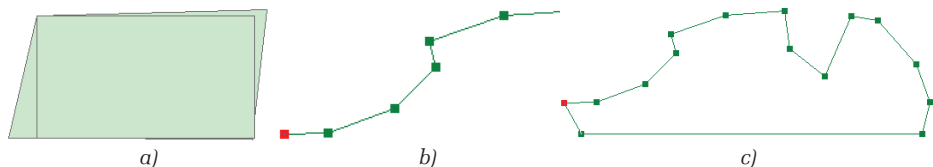
1.5.3. Terepi pontok és vonalak jellegzetességei

Jellegzetes pontok alatt olyan domborzati pontot és azok sorozatát értjük, amelyek a helyszínrajzokon hűen adják vissza a terepi természetes és mesterséges objektumokat, részleteket, amelyek közül említést teszünk:

- a földhatárok változásairól;
- a kommunikációs infrastruktúra meglétéről és változásairól;
- különböző épületek jelenlétéről és változásairól;
- hidak, utak nyomvonaláról és folyóvizek medreiről;
- az adott terep legalacsonyabb és legmagasabb pontjairól;
- lejtésváltozást jelző pontokról.

A terepi jelleget képviselő pontok kiválasztásával a terepen a szabálytalan alakzatok geometrizálása valósul meg, ami megkönnyíti mind a helyszínrajzon való megjelenítésüket, mind azok területeinek kiszámítását.

Ezek a kontúrvonalak kifejezetten hűen adják vissza a kanyargós vonalakat, és előnyük az, hogy egy referencia-rendszerhez képest vízszintes vagy függőleges síkban is meghatározhatók (5. ábra).

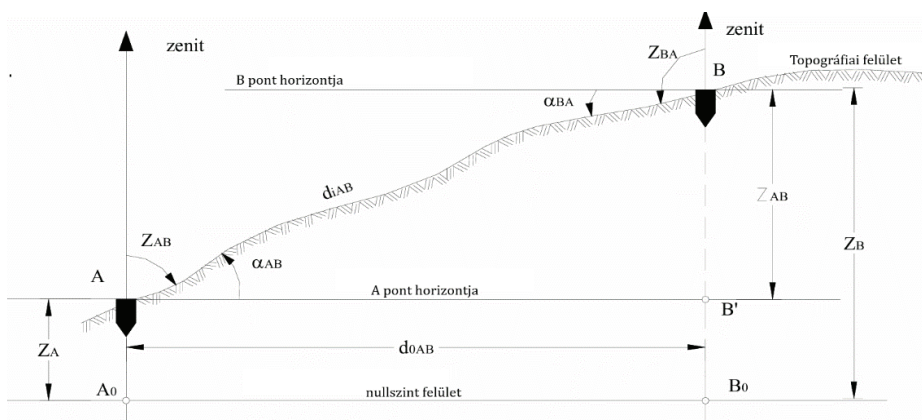


5. ábra. a) határvonalak igazítása, b) kommunikációs vonalak ábrázolása, c) kanyargós határvonalak ábrázolása, forrás: saját szerkesztés

1.5.4. Vonalak és szögelemek függőleges síkban mérve

A földterület topográfiai pontjainak síkbeli és magassági helyzetének meghatározásához méréseket és számításokat kell végezni az alábbi elemeken, az A és B pontokon átívelő függőleges metszet körülményei között, amelyet a terepi mérések alatt kitűző rudakkal, esetenként kijelölő lécekkel azonosítanak be (6. ábra).

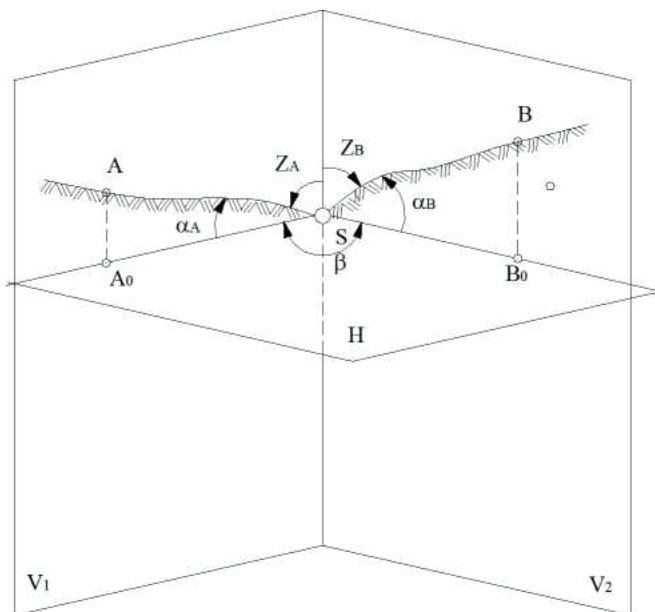
- Az AB' vonal az A és B pontok közötti irányt jelenti a terepen, és vízszintes síkban egy egyenes vonal AB' , amely a terep felületének egy függőleges síkkal való metszéséből eredő terepi felületi ív vízszintes vetülete;
- a ferde távolság ($diAB$) az A és B pontokat összekötő vonal;
- a vízszintesre redukált távolság ($doAB$) a ferde távolság ($diAB$) ortogonális vetülete egy vízszintes síkon;
- a lejtő függőleges szöge (aAB) a terep vonala és az adott pont vízszintes síkja által bezárt szög;
- a zenitális függőleges szög (ZAB) a terep vonala és az adott pont függőleges síkja által bezárt szög;
- a szintkülönbség ($ZAB = BB'$) a B ponton áthaladó vízszintes sík és az A ponton áthaladó vízszintes sík közötti függőleges távolság;
- az A pont magassága vagy tengerszint feletti magassága (Z_A) az A ponton áthaladó vízszintes sík és egy referenciasík, amely a nulla szintet képviseli, legyen az a geoid vagy az ellipszoid alapfelület közötti függőleges távolság;
- a terep topográfiai metszete az A és B pontok között a terep felületének egy függőleges síkkal való metszéséből eredő terepi viszonyoknak megfelelő kanyargós vonal (6. ábra).



6. ábra. Terepi viszonyok függőleges metszete, forrás: Valeriu Moca, 2002

A terep topográfiai felmérése a távolságok mérésén kívül az irányvonalak által bezárt szögek mérésén is alapul, vízszintes síkban, valamint az egyes irányvonalak és a vízszintes sík által bezárt szögek mérésén, függőleges síkban. A terepen az S kiindulóponton helyezkedünk el, ahonnan az A és B pontok jeleit célozzuk meg a mérőeszközünkkel annak érdekében, hogy megmérjük a vízszintes szöget (P) és a lejtő függőleges szögeit: (αA) és (αB), valamint a zenitális függőleges szögeket: ($Z A$) és ($Z B$). Példaként vegyünk a két függőleges síkot, V_1 és V_2 , amelyek tartalmazzák az SA és SB irányvonalakat, valamint az állomásponthoz vízszintes síkját (H).

- A vízszintes szög (P) az SA és SB irányvonalak között az a diéder/torziós szög, amelyet a két függőleges sík, V_1 és V_2 alkot, amelyek tartalmazzák az adott irányvonalakat, vagy az a szög, amelyet az adott irányvonalak vízszintes vetületei alkotnak.
- Az SA irányvonal (αA) vagy az SB irányvonal (αB) lejtő függőleges szöge a függőleges síkban az irányvonal és annak vízszintes vetülete által meghatározott szög. A lejtő függőleges szögét a vízszintes síktól mérjük, és pozitív, ha az irányvonal a vízszintes sík felett van, és negatív, ha az irányvonal a vízszintes sík alatt van.
- A zenitális függőleges szög (Z) az SA ($Z A$) és SB ($Z B$) irányvonalak esetében a hely függőleges vonala és a ferde irányvonal által bezárt szög (7. ábra).



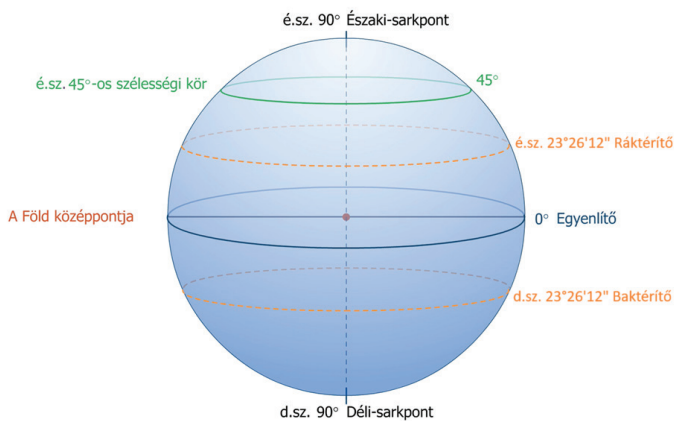
7. ábra. S kiindulópontból mért vízszintes és függőleges szögek, forrás: Valeriu Moca, 2002

2. A FÖLD GEOMETRIÁJA

2.1. A Föld fizikai felszínén végzett mérések matematikai feldolgozása

A geodéziai mérések egyik legfőbb célja, hogy a Föld felszínén végzett mérésekből pontos számításokat végezzünk, mint például távolságok, területek vagy térfogat meghatározása. Ehhez azonban nem elegendő a Föld fizikai felszínét, azaz a geoidot egyszerűen meghatározni. Mivel a Föld nem tökéletes geometriai alakú gömb test, hanem egyenetlen, domborzati elemekkel tarkított felszín, a számítások elvégzéséhez matematikailag is le kell írni a Föld alakját. Ennek során figyelembe kell venni a Föld belső szerkezetét, az anyag sűrűségeloszlását, valamint a Föld és az égitestek mozgásának hatásait. Az ilyen jellegű számítások rendkívül bonyolultak, és számos ismeretlen paramétert tartalmaznak, amelyek miatt a geoid csak végtelen hosszú függvénytartományokkal írható le. Emiatt gyakorlati célokra egyszerűsített modelleket alkalmazunk, amelyek közelítő megoldásokat kínálnak a Föld felszínének matematikai leírására.

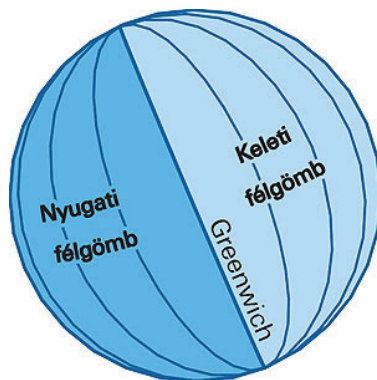
Annak érdekében, hogy a Föld alakját kézzelfoghatóan egy mértani alakzathoz közelítsük, képzeljük el, hogy ez az égitest egy gömb, amely az egyik átmérője körül forog, ez a gömb forgástengelye. A gömb forgástengelyének és a gömb felszínének két dőléspontját északi, illetve déli pólusnak nevezzük. A forgástengelyre merőleges, a gömb középpontján áthaladó sík és a gömb felszínének a metszészvonala az egyenlítő, ezt a síkot az egyenlítő síkjának nevezzük.



8. ábra. A Föld szélességi körei, forrás: NKP, 2012

Az egyenlítő síkjával párhuzamos síkok a gömb felületéből a *szélességi köröket* (ϕ) vagy más néven a *parallelköröket* metszik ki (8. ábra). A szélességi körök kelet–nyugat irányúak. A szélességi körök egymással párhuzamosan futnak (Gábor, 2010).

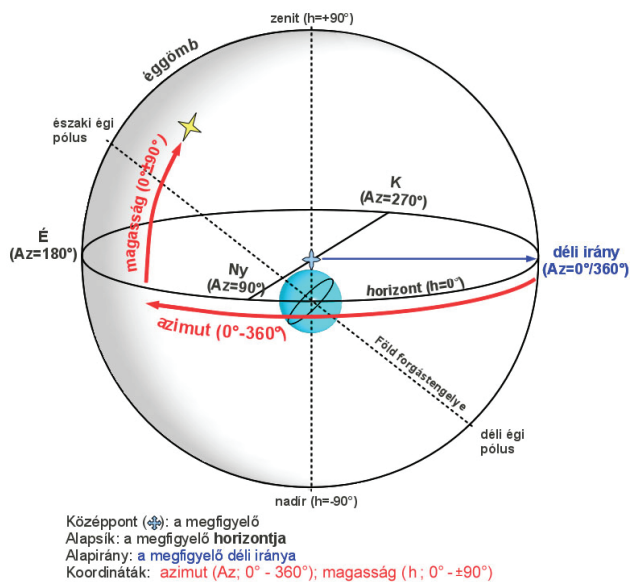
A gömb forgástengelyén keresztül húzott síkok a gömb felszínén hosszúsági köröket, vagyis meridiánokat hoznak létre. Ezek a meridiánok (λ) mindig észak–déli irányban futnak. A hosszúsági körök összetartó vonalakat alkotnak, amelyek az északi és a déli pólusnál találkoznak. Ezek a körök merőlegesen keresztezik az egyenlítőt (Gábor, 2010). A hosszúsági köröket szintén egy kezdő körtől számozzuk. A megállapodás szerint a 0 fokos (0°) hosszúsági kör (más néven délkör) London egyik külvárosán, Greenwichen halad keresztül. A többi hosszúsági kör a greenwichi délkörhöz viszonyított távolságot jelenti fokokban kifejezve. A hosszúsági köröket keleti és nyugati irányban haladva számozzuk 180° -ig. Ennek alapján különböztetjük meg a keleti és a nyugati hosszúságot (röviden: k. h., illetve ny. h.). A kezdő hosszúsági kör és a 180° hosszúság a Földet nyugati és keleti félgömbre osztja (9. ábra) (NKP, 2012).



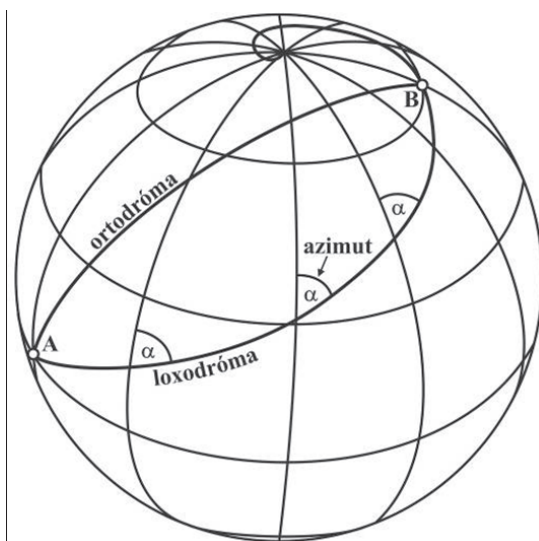
9. ábra. A Föld hosszúsági körei, forrás: NKP, 2012

Az *azimut* egy pontban a meridián északi ágának képe és egy tetszőleges irány között a helyi vízszintes síkban bezárt szög (10. ábra).

Az *ortodroma* a gömb egyik főköre. Két gömbfelületi pont közötti legrövidebb út az ortodroma íve (geodetikus vonal, great circle). Két pont közötti távolságban azonban jelentős különbség mutatkozik a két vonal mentén, ezért a korszerű navigációs eszközökkel célszerű az ortodroma mentén haladni. Pl. Frankfurt és Los Angeles között a távolság az ortodroma mentén 9300 km (Grönlandon át), a loxodroma mentén pedig 10 600 km hosszú (11. ábra) (Gábor, 2010).



10. ábra. Azimut ábrázolása, forrás: Gyenizse Péter, Nagyvárad László, 2010



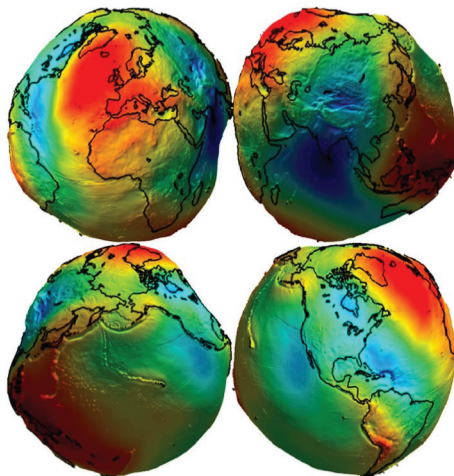
11. ábra. Az ortodroma és loxodroma viszonyulása, forrás: Galgóczi Gyula, 2019

2.2. A geoid közelítő felületei

A közelítő megoldásoknál véges számú gömbfüggvénysorokkal vagy jól definiálható geometriai alakzatokkal közelítjük a geoidot. Ezen közelítések különféle szintjein a Föld különböző matematikai alakzatai kerülnek felhasználásra. Ezek az alapfelületek szolgálnak a vízszintes geodéziai mérésekhez, és a mérések során meghatározott pontokat ezekre az alapfelületekre vetítjük, majd a számításokat ezen a síkon végezzük.

A Föld alakját matematikailag különböző szintű közelítésekkel lehet meghatározni, és az elérni kívánt eredménytől függően többféle alapfelület is alkalmazható. Ezek az alapfelületek segítenek a geodéziai és térképészeti számítások során, mivel a Föld felszínének összetettsége miatt pontos, de mégis kezelhető megoldásokat kínálnak a felszíni mérések feldolgozásához. Az alkalmazott felületek egyszerűbbek, mint a valóságos geoid, de a torzulások miatt ezek csak bizonyos területeken használhatók hatékonyan.

A Föld elméleti alakja úgy képzelhető el, mint az óceánok felszíne, amelyet nyugalmi állapotban és a szárazföldek alatti részekben meghosszabbítva képzelünk el. Ebben a nyugalmi állapotban csak a nehézségi erő hat a vízfelszínre. Ez egy idealizált, elméleti elképzelés, mivel a tengerekre valójában számos más erő is hat egyidejűleg, mint például a szél, a Nap hőhatása, az áramlások, az árapály jelenségei, és a Föld forgásából eredő centrifugális erő. Ha ezeket az erőket figyelmen kívül hagyjuk, akkor a vízfelszín akkor tekinthető nyugalomban lévőnek, ha a nehézségi erő minden pontjában azonos. Ilyenkor mondhatjuk, hogy a felület a nehézségi erőter szintfelülete (vagy ekvipotenciális felület).

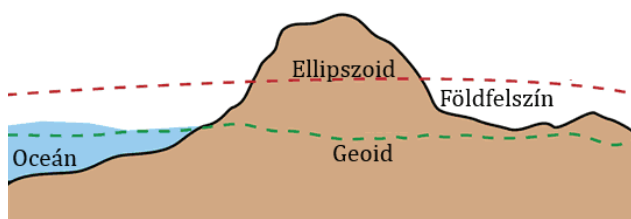


12. ábra. A Föld geoidként ismert alakja itt színekkel és eltúlzott magasságokkal látható több nézőpontból, forrás: NGIA, 2012

A Föld elméleti alakjának egy adott szintfelülete, amely a tengerszint átlagos magasságában húzódik, a nehézségi erőter egy kiválasztott pontján keresztül halad át. Ezt a szintfelületet nevezzük geoidnak (12. ábra), amely elnevezést Listing német fizikus adta 1873-ban.

2.2.1. Szintzsfteroid

A szintzsfteroid olyan közelítő felület, amely a Föld nehézségi erőterének leírására szolgáló gömbfüggvénysorok véges számú tagjából épül fel. Ez a felület a legpontosabb közelítése annak a tengerszint magasságában elhelyezkedő szintfelületnek, amely a geoidot legjobban megközelíti. Ezt a felületet normál szferoidnak vagy földi szferoidnak is nevezik, és bár elméleti szempontból fontos, a mindennapi mérnöki gyakorlatban nem használják széles körben, mivel bonyolult matematikai összefüggések szükségesek a számításokhoz (13. ábra).



13. ábra. A geoid-modell, az ellipszoiddal és a Föld felszínének keresztmetszetével, forrás: USGS , 2020

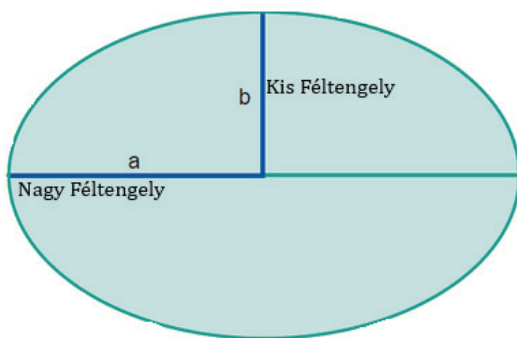
2.2.2. Forgási ellipszoid

A forgási ellipszoid egy egyszerűbb matematikai alakzat, amely a geoidhoz hasonlóan megközelíti a Föld alakját. Ezt az alakzatot egy ellipszis kistengely körüli forgatásával kapjuk meg, ahol a kistengely egybeesik a Föld forgástengelyével. A forgási ellipszoidot a fél nagytengely (a) és a fél kistengely (b) (14 ábra) hosszával, vagy a fél nagytengely hosszával és a lapultsági mérőszámmal ($f=1-b/a$) határozzuk meg.

A forgási ellipszoid felhasználása a geodéziában gyakorlati szempontból előnyös, mivel egyszerűbb számítási módszereket tesz lehetővé, miközben megfelelő pontossággal közelíti a Föld alakját. A Föld forgási ellipszoidját az idők során többször újra meghatározták különböző mérési adatok és módszerek alapján. Ennek következtében számos különböző ellipszoid-paraméterkészletet használtak és használnak világszerte a térképezéshez, például:

- Bessel-féle ellipszoid (1842),
- Kraszovszkij-ellipszoid (1942),
- IUGG/1967 ellipszoid („International Union of Geodesy and Geophysics”, más néven: GRS67, „Geodetic Reference System”),
- WGS-84 ellipszoid („World Geodetic System”, 1984).

A különböző ellipszoidok használata lehetővé teszi a geodéziai és térképészeti rendszerek nemzetközi és nemzeti összehangolását, figyelembe véve a regionális torzulásokat és a mérések eltéréseit (14. ábra).



14. ábra. Forgási ellipszoid

2.2.3. Gömb

Ha a térképezendő terület kisebb, mint 500 km², azaz egy $r < 13$ km sugarú körön belül dolgozunk, akkor az ellipszoid és az ellipszoidhoz a terület középpontjában a legjobban simuló gömb közötti eltérésből a vízszintes értelmű adatokban (pl. távolságokban) jelentkező különbség elhanyagolható, és a gömböt tekinthetjük alapfelületnek. A különböző ellipszoidokhoz a legjobban simuló gömb paramétereit Krasovski módszerével állapíthatjuk meg. Az idő múlásával számos matematikus és földmérő különféle ellipszoidokat számolt ki, hogy megpróbálja megtalálni az optimális paramétereket.

Jelenleg Romániában a Krasovski-ellipszoidot használják, amely a következő paraméterekkel rendelkezik:

- $a = 6\,378\,245$ m – fél-nagy tengely
- $b = 6\,356\,863$ m – melléktengely

A földrajzi koordináta-rendszernek két koordinátavonala adja meg az országok elhelyezkedését, Romániában ezek a következők:

- átlagos szélesség: 46° É,
- középhosszúság: 25° K Greenwich.

A vetületi rendszerek segítségével – matematikai eljárásokkal – történik az átmenet a topográfiai felületről a térkép vagy topográfiai terv támasztékát képező

sík felületre. Ismeretes, hogy egy ívelt felület (típus ellipszoid, geoid) nem transzponálható a síkon a felületek vagy szögek deformációja nélkül. Romániában két vetületi rendszert fogadtak el:

- Sztereografikus vetítés 1970 – STEREO 70 – egyedi vágósíkkal a terület, illetve Fogaras város területének geometriai középpontjában. A földrajzi északi irány az X tengelyen van, az Y tengely pedig párhuzamos az Egyenlítő irányával.
- Gauss-projekció – nemzetközi, hengeres, konformális, transzverzális projekció – ez feltételezi az ellipszoidot 36, egyenként 6°-os orsóra osztva. Az axiális meridián mentén, egy képzeletbeli hengeren zajlanak (Raluca Manea, 2022).

2.2.4. Sík

Ha a térképezendő terület 50 km^2 -nél kisebb, tehát egy $r < 4 \text{ km}$ sugarú körön belül található, akkor a gömb és a terület középpontját érintő sík közötti különbségből adódó eltérés a vízszintes mérések, például a távolságok szempontjából elhanyagolható. Ilyen esetekben a sík alapfelületként alkalmazható. Ezt az elvet használjuk a napi gyakorlatban, amikor a már meglévő alapponthálózat pontjai között, azokra támaszkodva, részletmérések feldolgozását végezzük.

2.3. Alapfelületek elhelyezése, a geodéziai dátum

A forgási ellipszoid paramétereit az idők során az egyre pontosabb mérési technológiák segítségével többször újra meghatározták. Ezen meghatározások célja, hogy a Földet közelítően leíró geometriai felület, az ellipszoid minél jobban illeszkedjen a Föld elméleti alakjához, vagyis a geoidhoz (15. ábra). Felmerül azonban egy lényeges kérdés: hogyan viszonyul az adott méretű ellipszoid a geoidhoz? Ezt a viszonyt nevezzük geodéziai dátumnak.

A geodéziai dátum fogalma

A geodéziai dátum tehát azt jelenti, hogy a forgási ellipszoidot hogyan helyezzük el a Földön, és milyen kapcsolatot alakítunk ki a geoidhoz viszonyítva. A geodéziai dátum két fő elemre épül: egyrészt a használt ellipszoid méreteire és alakjára, másrészt arra, hogy ezt az ellipszoidot hogyan helyezzük el a Föld középpontjához képest. Ezen elhelyezés lehet globális vagy lokális.

Globális és lokális dátum

A globális dátumok célja, hogy a forgási ellipszoidot úgy igazítsák a geoidhoz, hogy az egész Föld területén a lehető legjobb közelítést adja. Ilyen globális dátum a WGS84 (World Geodetic System 1984), amelyet például a GPS is használ. Ebben az esetben a forgási ellipszoid középpontját a Föld tömegközéppontjához illesztik, és a geoidtól való eltérés a világ legtöbb részén elfogadhatóan kicsi.

A lokális dátumok azonban egy adott régióra vagy országra vonatkoznak. Ezeknél az ellipszoidot úgy helyezik el, hogy az adott területre a lehető legpontosabban illeszkedjen a geoidhoz, minimalizálva a két felület közötti eltérést. A lokális dátumok esetében tehát az ellipszoid pozícióját egy adott pontra optimalizálják, amely az adott területen belül biztosít nagy pontosságot, de máshol – főleg távoli területeken – nagyobb torzulásokat okozhat. Ezért például Magyarország esetében a korábbi térképezési munkálatok során a Bessel-ellipszoidot használták, amely lokálisan jól illeszkedett a terület geoidjához.

2.3.1. Geodéziai dátumok szerepe a térképezésben

A nagy területeket átfogó térképezési munkákat általában az egyes államok szervezik, és ezek mindig az adott ország területére vonatkoznak. Az államok különböző időszakokban, eltérő módszerekkel határozták meg a térképezéshez szükséges alapfeltételeket, ideértve a referencia ellipszoid kiválasztását és annak geoidhoz való elhelyezését is. Mivel ezek a munkák sok esetben stratégiai jelentőségűek voltak (például katonai célokra használták őket), gyakran állambiztonsági okokból titkosan kezelték a vonatkozó adatokat és módszereket.

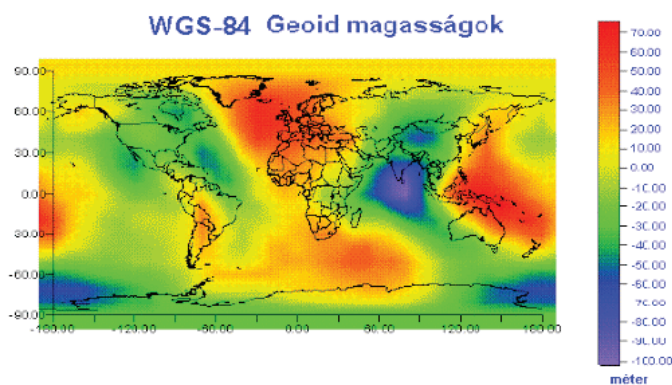
A lokális geodéziai dátumok esetében a forgási ellipszoidot az adott területen belül a lehető legpontosabban illesztették a geoidhoz, hogy a felmérések során minimalizálják a hibákat. Ez azt jelentette, hogy például Magyarország területén a Bessel-féle ellipszoid jól illeszkedett a helyi geoidhoz, de más országokban, ahol eltérő ellipszoidot használtak, a különbségek nagyobbak lehettek. Ezek a lokális dátumok tehát határokon belül biztosították a pontosságot, de határon túl a mérések nem voltak összeegyeztethetők más országok rendszereivel.

A geodéziai dátumok fejlődése

A geodéziai dátumok és ellipszoidok meghatározásának fejlődése hosszú folyamat volt. A korábbi technológiai szint mellett, a mérések egyszerűsítése és gyorsítása érdekében, gyakran használtak regionális megközelítést. Az 1800-as években például a Bessel-ellipszoidot alkalmazták, amely az akkori mérési adatok alapján a Föld alakját jól közelítette meg. Később, a 20. század közepén, a Kraszovszkij-ellipszoid vált meghatározóvá a szovjet blokk országai számára,

köztük Romániában is. Ez az ellipszoid is lokális célokat szolgált, és csak a régióban biztosított megfelelő pontosságot.

A modern geodéziában viszont a globális dátumok kerültek előtérbe, amelyek világszerte egységes koordináta-rendszert biztosítanak. A WGS84 rendszer az egyik legismertebb ilyen globális geodéziai dátum, amelyet világszerte alkalmaznak a GPS-rendszerekben. Ezt a dátumot a Föld tömegközéppontjára illesztették, és globálisan biztosítja az ellipszoid és a geoid közötti viszonylag kis eltérést. Az ilyen globális rendszerek jelentősége nőtt azzal, hogy a nemzetközi kommunikáció, a légi és tengeri navigáció, valamint a globális mérnöki projektek egyre inkább nemzetközi szintre kerültek.



15. ábra. Geoidunduláció-értékek a globális elhelyezésű WGS84 ellipszoidon,
forrás: Gábor, 2010

Lokális dátumok kihívásai és modern megoldások

A lokális dátumok alkalmazása a múltban gyakran problémákhoz vezetett, amikor különböző országok rendszereit kellett összehasonlítani vagy integrálni. Mivel minden állam a saját területén határozta meg a geodéziai alapfelületet, a határokon túlnyúló mérések összehangolása nehézségekbe ütközött. Ez különösen a globális projektek és együttműködések esetében okozott kihívásokat, például a nemzetközi tudományos kutatások vagy infrastruktúra-fejlesztések során.

A globális dátumok, mint a WGS84, megoldást kínálnak erre a problémára. A WGS84 alapú GPS-rendszer használata lehetővé teszi, hogy a különböző országok mérési rendszerei összehangolhatók legyenek. A GPS-rendszer globális használata minimalizálja a lokális dátumok közötti eltérésekből adódó hibákat, és egységes alapot nyújt a világ minden részén végzett mérésekhez.

A geoid szerepe a modern geodéziában

Noha a forgási ellipszoid egyszerűbb matematikai modellje a Földnek, a valóságban a geoid – a Föld tényleges, nehézségi erővel kapcsolatos alakja – az, amely pontosabban írja le a Föld felszínét. A geoidhoz képest végzett mérések pontosabban tükrözik a valóságnak megfelelő adatokat, különösen, ha magassági mérésekről van szó. A modern geodéziai rendszerek egyre inkább törekednek arra, hogy a geoid felületét is figyelembe vegyék a mérések során, és a GPS-rendszerek fejlesztésével egyre pontosabb adatokat tudunk nyerni a Föld felszínének tényleges alakjáról.

Az elméleti felületek, mint az ellipszoid és a geoid, tehát mind szerepet játszanak a földmérési és térképezési feladatokban. Az ellipszoid egyszerűsége lehetővé teszi a könnyebb számításokat, míg a geoid a pontosabb, valósághű adatokat szolgáltatja. A geodéziai dátumok fejlesztése és alkalmazása a térképészeti és a földmérés egyik kulcseleme marad, amely továbbra is nagy hatással van a mérnöki munkák, a navigáció és a globális tudományos kutatások területére.

2.4. A topográfiai térképek tartalmi elemei

A topográfiai térképek célja a Föld felszínének minél részletesebb és pontosabb ábrázolása. Ezek a térképek olyan információkat tartalmaznak, amelyek a felszíni formák, domborzatok, építmények, közlekedési hálózatok, vízrajz, növényzet és talajviszonyok leírását szolgálják. A térképek készítése során különféle mérési módszereket alkalmaznak, amelyek lehetővé teszik a térképi elemek pontos megjelenítését.

A topográfiai térképek síkrajzát tartalmilag a következő fő csoportokba sorolhatjuk:

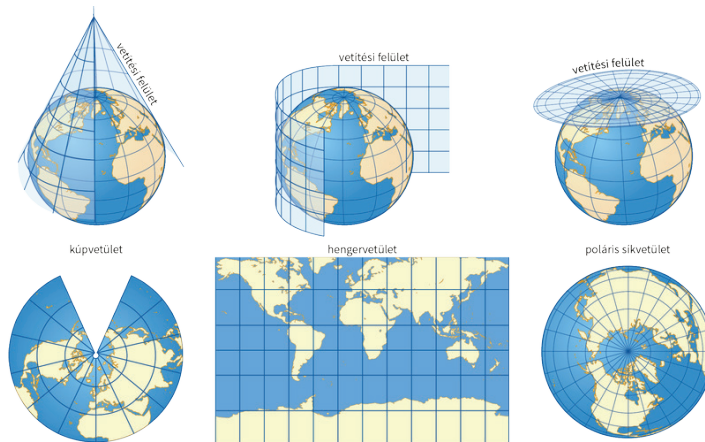
- *Alappontok*: geodéziai mérési pontok, amelyek a térképészeti hálózat alapját képezik.
- *Épületek*: lakó- és ipari épületek ábrázolása.
- *Ipartelepek*: nagyobb ipari létesítmények.
- *Vasutak*: vasúti hálózatok, pályák és állomások.
- *Műutak*: főbb közlekedési utak.
- *Vízhálózat*: folyók, patakok, tavak, csatornák és egyéb vízfolyások.
- *Hidak és átkelők*: közúti és vasúti hidak, átkelők.
- *Határok, kerítések*: települési és közigazgatási határok, valamint földterületek elválasztó vonalai.
- *Növényzet és talajfajta*: erdőségek, mezőgazdasági területek, talajviszonyok.
- *Domborzati elemek*: a felszín formáinak ábrázolása szintvonalakkal, domborzati jelölésekkel.

Ezek az elemek a topográfiai térképek alapját képezik, és lehetővé teszik a Föld felszínének átfogó és részletes vizsgálatát különféle mérnöki, térképészeti és tudományos célokra.

3. TÉRKÉPEK VETÜLETEI

3.1. Vetületek leképzése

A Föld gömbölyded alakját sík felületen ábrázolni mindig kihívást jelentett a térképészet számára. A vetületek különféle matematikai módszereket jelentenek arra, hogy a háromdimenziós Földet kétdimenziós síkban ábrázoljuk. Ezek a vetületek geometriai és matematikai szabályok alapján alakítják át a Föld felületét síkká, ugyanakkor bizonyos torzításokat is eredményeznek, amelyek különböző formában érintik a térképek tulajdonságait, például a területet, távolságot, szögeket vagy formákat.



16. ábra. A vetületek típusai, forrás: Anon, 2012

A vetítési eljárásnak két fő lépése van, különösen a korábbi időkben használt vetületek esetében. Az első lépésben a Föld ellipszoid alakú felszínét gömbre vetítik, majd a gömböt síkra ábrázolják. Ezt a módszert kettős vetítésnek nevezik, és gyakran használták, mert a közvetlen ellipszoidról síkra történő vetítés nagyon összetett matematikai számításokat igényelt, amelyek a számítástechnika kora előtt nehezen voltak megoldhatók. Manapság a korszerű térinformatikai szoftverek már közvetlenül képesek elvégezni ezeket a vetítéseket, és a kettős vetítés alkalmazásának eltérései minimálisak – milliméteres nagyságrendűek. Azonban a kettős vetítés filozófiája még mindig jelen van sok vetületi rendszerben, mivel ez az eljárás egyszerűsíti a komplex geometriákat, különösen a korábbi technológiák és számítási kapacitások számára. A Föld felszíne, amely geoid alakú, vagy

közelítőleg ellipszoidnak tekinthető, nem ábrázolható közvetlenül torzításmentesen síkban. Annak érdekében, hogy a felszínt térképeken megjelenítsük, azt síkba kell kiteríteni. Ezt a folyamatot nevezzük vetítésnek. Mivel sem a gömb, sem az ellipszoid alakú felszín nem feleltethető meg torzítás nélkül egy síkfelületnek, elkerülhetetlenek a különböző geometriai torzulások. A vetítés során a Föld felszínének pontjait különböző geometriai felületekre – például hengerpalástra, kúppalástra vagy közvetlenül egy síkra – vetítjük. A henger- és kúppalást felületek azonban síkban kiteríthetők, így ezek megfelelő alapot adnak a térképészeti ábrázolásokhoz (16. ábra).

3.1.1. A vetületek alapjai

A vetítés a Föld felszínének egy adott, jól meghatározott görbületű részeinek síkban történő ábrázolását jelenti. A vetületi rendszerek megoldást kínálnak arra, hogy a Föld felszínén található pontokat síkkoordinátákkal ábrázoljuk. Mindez vetületi egyenletek segítségével történik, amelyek leírják a földrajzi koordináták (szélesség, hosszúság) és a síkkoordináták közötti összefüggést. A vetületi egyenletek általánosan az alábbi formában jelennek meg:

$$\begin{aligned} E &= f_1(\phi, \lambda, p_1, \dots, p_n) \\ N &= f_2(\phi, \lambda, p_1, \dots, p_n), \end{aligned}$$

ahol:

- E és N a vizsgált pont síkbeli vetületi koordinátái, melyek jellemzően keleti (Eastings) és északi (Northings) irányú értékeket mutatnak;
- ϕ (phi) a földrajzi szélesség, λ (lambda) pedig a földrajzi hosszúság;
- $p_1, \dots, p_n$ paraméterek a konkrét vetülettől függenek.

A keleti és északi tengelyek értékei általában növekvőek, ami azt jelenti, hogy a vetületi rendszerek többsége észak–keleti tájolású. Ez az irányítottság azonban nem minden vetületre igaz, és vannak speciális esetek, amelyek eltérhetnek ettől a szabálytól (Timár & Molnár, 2013).

A vetületi egyenletek működése

A vetületi egyenletek meg is fordíthatóak, amelyeket inverz vetületi egyenleteknek nevezünk. Ezek lehetővé teszik, hogy a síkbeli vetületi koordinátákból vissza lehessen következtetni a földrajzi szélességet és hosszúságot. Az inverz egyenletek általános alakja a következő:

$$\begin{aligned} \phi &= g_1(E, N, p_1, \dots, p_n) \\ \lambda &= g_2(E, N, p_1, \dots, p_n). \end{aligned}$$

Az f_1, f_2 , valamint a g_1 és g_2 függvények bonyolult matematikai alakot ölthetnek, a vetület típusától függően. A térinformatikai alkalmazásokban a vetületek pontos matematikai leírását azonban ritkán kell ismernünk, hiszen a legtöbb modern térinformatikai szoftver, valamint GPS-eszköz képes ezeket automatikusan kezelni. Fontos azonban, hogy a vetületek kezeléséhez ismerjük azok fő paramétereit és működési elveit.

Vetületi paraméterek és torzulások

A vetületi rendszerek mindig tartalmaznak bizonyos paramétereket, amelyek meghatározzák a vetítés jellegét és működését. Ezek a paraméterek a vetülettípus függvényében változhatnak, és általában több paramétert is meg kell adni ahhoz, hogy egy vetület helyesen működjön. Például egy transzverzális szögtartó henger-vetület (mint amilyen a Gauss–Krüger-vetület) öt paraméterrel rendelkezik, míg a ferde tengelyű szögtartó hengervetület (mint a Hotine-vetület) hat paraméterrel.

Ezek a paraméterek többek között az alábbiak lehetnek:

- Vetületi kezdőpont: minden vetülethez tartozik egy vetületi kezdőpont, amelynek földrajzi szélességét és hosszúságát meg kell adni. Ez a kezdőpont általában az a pont, ahol a sík, a kúp vagy a henger érinti a Föld felszínét. Ha a vetületi rendszer forgásszimmetrikus, a kezdőpont hosszúsági koordinátája szabadon választható, de szabványosított vetületek esetén ez rögzített érték.

- Vetületi középvonal: Amennyiben a vetítés során a képfelület nem csak egy pontban érinti a Föld felszínét, hanem egy vonal mentén, ezt a vonalat középvonálnak nevezzük. Ilyen például a transzverzális hengervetület, ahol a középvonal az adott szélességi kör.

- Méretarány-tényező: A vetítési eljárás során fontos szerepet játszik a méretarány-tényező, amely meghatározza, hogy a Föld felszínének mekkora részét kicsinyítjük a síkra való vetítés során. A méretarány-tényező értéke általában kicsinyítésre szolgál, kivéve néhány speciális esetet (például Írország vetülete), ahol nagyítást alkalmaznak.

- Hamis keleti és északi koordináták: A vetületi rendszerben gyakran előfordul, hogy a keleti és északi irányú koordináták nem indulnak nulláról. Ezeket „hamis” koordinátáknak nevezzük, és azért vezetik be őket, hogy a térképezett területen mindenütt pozitív értékeket kapjunk. Ez megkönnyíti a koordináták kezelését és a térképi adatfeldolgozást (Timár & Molnár, 2013).

Különböző vetülettípusok és alkalmazásaik

Számos különböző vetülettípust alkalmaznak a térképészetben, attól függően, hogy milyen célra készül a térkép, és mely tulajdonságokat szeretnénk megtartani a vetítés során. A legfontosabb vetülettípusok a következők:

1. Hengeres vetületek: ezek a vetületek akkor jönnek létre, amikor a Föld felszínét egy hengerre vetítjük. A hengeres vetületek közé tartozik a Mercator-vetület, amely megőrzi a szögeket, így ideális a tengeri navigációhoz, de jelentős területtorzulásokat okoz a pólusok közelében.

2. Kúpos vetületek: a kúpos vetületeknél a Föld felszínét egy kúpra vetítjük. Ezeknél a vetületeknél általában két szélességi kört érint a kúp, ahol a torzulás minimális. A kúpos vetületek gyakran használatosak közepes szélességi fokok térképezésére, például az Egyesült Államok vagy Európa térképein.

3. Síkvetületek: a síkvetületeknél a Föld egy adott pontjának környezetét vetítjük egy síkra. Ezek a vetületek ideálisak kisebb területek ábrázolására, például légi felvételek készítésekor vagy csillagászati megfigyeléseknél.

4. Azimutális vetületek: az azimutális vetületeknél a Föld felszínét egy síkra vetítjük, de a vetítés középpontja általában egy adott földrajzi pont. Ezek a vetületek alkalmasak globális jellegű ábrázolásokra, ahol egy adott pont körüli távolságok pontosan megtartódnak (17. ábra).

Torzulások a vetítések során

A vetítési folyamat során elkerülhetetlenek a torzulások, mivel a Föld felszíne görbült, míg a térképi megjelenítés síkban történik. Ezek a torzulások többféle formában jelentkezhetnek, és egy vetület sem tud egyszerre minden geometriai tulajdonságot megtartani. A főbb torzulások a következők lehetnek:

– Távolságtorzulás: bizonyos vetületeknél a távolságok nem mindenhol pontosak. A távolságtartó vetületek ezt próbálják minimalizálni, de még ezek is csak bizonyos helyeken képesek pontos távolságot biztosítani.

– Területtorzulás: A területtartó vetületek, mint például az egyenlő területet megjelenítő vetületek, megőrzik a területi arányokat, de ezeket általában más geometriai tulajdonságok, például a szögek rovására.

– Szögtorzulás: A szögtartó vetületek, mint például a Mercator-vetület, megőrzik a szögeket, de jelentős területtorzulásokat okozhatnak, különösen a pólusok közelében.

– Iránytorzulás: Bizonyos vetületeknél az irányok nem mindenhol pontosak, ami befolyásolhatja például a navigációs feladatokat.

A vetületek gyakorlati alkalmazása

A vetületi egyenletek és a különböző vetülettípusok ismerete alapvető fontosságú a térképészetben, különösen akkor, ha nagy pontosságú ábrázolásokat kell készíteni. A modern térinformatikai szoftverek azonban nagy segítséget nyújtanak, hiszen automatikusan kezelik a vetületi rendszereket, így a felhasználóknak nem szükséges minden esetben részletesen ismerniük a vetületek matematikáját.

Ennek ellenére a megfelelő vetület kiválasztása kritikus lépés egy térképi projektben. A vetületek közötti választás attól függ, hogy a projekt céljai milyen típusú torzulásokat engednek meg, és milyen területi sajátosságokat kell figyelembe venni.

3.2. A vetületek történeti háttere

A térképkészítés és a vetítési módszerek hosszú történetre tekintenek vissza. A vetületeket évszázadok óta használják a földrajzi térképek készítéséhez, azonban a vetületek fejlődése és kifinomultsága különösen felgyorsult az újkori térképkészítési technológiák megjelenésével. A vetületek célja, hogy a Föld görbült felszínét egy sík felületre transzformálják úgy, hogy megőrizzék a térkép specifikus tulajdonságait – például a távolságokat, szögeket vagy területeket –, miközben elkerülik a torzításokat, amennyire csak lehetséges. A világon több tucat különféle vetület létezik, de csak néhány vált széles körben elterjedté és használatossá a topográfiai térképezés során.

A három leggyakrabban használt vetülettípus a topográfiai térképezésben: a transzverzális Mercator-vetület, a Lambert-féle szögtartó kúpvetület és a sztereografikus síkvetület. Ezek a vetületek mind szögtartóak, ami azt jelenti, hogy a tereptárgyakhoz képest két ponthoz húzott vonalak szögei a térképen is megmaradnak. Ezek a vetületek széles körben alkalmazhatók különféle térképezési projektekben, és lehetőséget nyújtanak arra, hogy a torzításokat a térképen szabályozott módon kezeljük.

3.2.1. Transzverzális Mercator-vetület

A transzverzális Mercator-vetület az egyik leggyakrabban használt vetületi típus, amely különösen a szélesebb földrajzi sávokban található területek térképezésére alkalmas. Ennek a vetületnek az alapja egy hengerpalást, amelyet úgy képzelhetünk el, hogy a Föld köré tekercselünk, majd a hengerpalást forgástengetye az Egyenlítő síkjába esik. A vetületi kezdőpont az Egyenlítőn található, és a hengerpalást érinti a Föld felszínét egy meridián vonal mentén, amely a vetület középvonala.

Egy érintő helyzetű transzverzális Mercator-vetület esetében a hengerpalást egy meridián mentén érinti a Földet. Ez a vetület különösen hasznos a hosszabb észak–déli irányban elnyúló területek térképezéséhez, mivel a hossztorzulások ezen a vetületen belül viszonylag alacsonyak. A Gauss–Krüger-vetület például ilyen típusú vetület, amelyet a Varsói Szerződés országai használtak. Ebben a rendszerben, ha a méretarány-tényező 1 (azaz a henger érintő helyzetű), akkor a középmeridián mentén az alacsony torzulású sáv szélessége körülbelül

180 kilométer. Az UTM (Universal Transverse Mercator) vetület egy hasonló típusú rendszer, amely metsző helyzetben van, és a méretarány-tényezője 0,9996. Ez a torzulás a sáv szélességét kiszélesíti, és a térképezett területek nagyobb részén tartja alacsonyan a hossztorzulásokat (17. ábra).

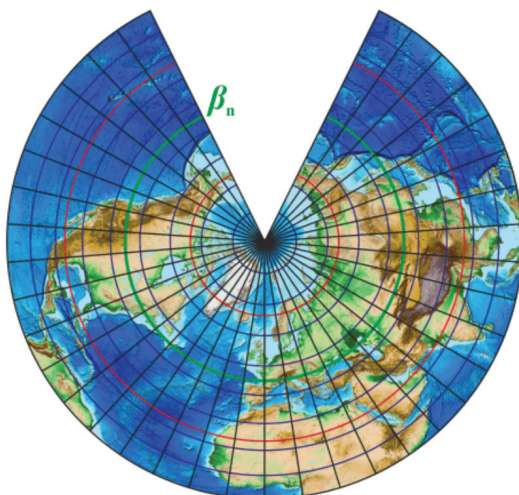


17. ábra. UTM-zónák Európában, forrás: Anon, 2024

3.2.2. Lambert-féle szögtartó kúpvetület

A Lambert-féle kúpvetület különösen hasznos a közepes szélességi fokoknál található területek térképezésére, ahol a területek általában kelet–nyugat irányban elnyúltak. Ebben a vetületben a Földet egy kúppalástra vetítjük, amelynek tengelye az ellipszoid kistengelyével esik egybe. A vetületi középvonal a kúp és az ellipszoid találkozási pontja, amely egy adott paralel kör, az úgynevezett normálpáralelkör. Ez a kör az a vonal, ahol a torzulások minimálisak, és általában úgy választják meg, hogy a térképezett terület minden pontja pozitív koordinátákkal rendelkezzen.

A Lambert-féle kúpvetület ritkán alkalmazott érintő helyzetben; inkább metsző helyzetben használják, amely esetben a kúp két paralelkör mentén metszi az ellipszoidot. A torzulások minimálisak a két standard paralel közötti területeken, és ezektől a vonalaktól fokozatosan távolodva nőnek. Ez a vetület ideális kelet-nyugati irányban elnyúló országok, például Belgium vagy Észtország térképezésére (18. ábra).

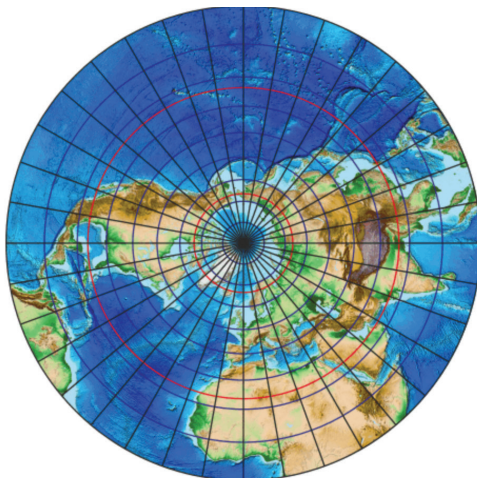


18. ábra. A Lambert-féle kúpvetület, forrás: Rakk Gyorgy, 2024

3.2.3. Sztereografikus síkvetület

A sztereografikus síkvetület, más néven Roussilhe-vetület, egy síkvetület, amelynek esetében a Föld felszínének egy adott pontját síkra vetítjük. Ez a vetület szintén szögtartó, és különösen hasznos a kisebb területek nagy pontosságú térképezésére. A sztereografikus vetület érintési pontja egy adott pont körüli körre összpontosítja a minimális torzulásokat. Ha a méretarány-tényező 1 (azaz érintő helyzet), akkor a hossztorzulások 127 kilométer sugarú körön belül alacsonyak maradnak. A sztereografikus vetület metsző helyzetben is alkalmazható, ahol a vetítési sík több ponton metszi a Föld felszínét, így növelve a minimális torzulású zónát.

Ez a vetület különösen előnyös kisebb, kör alakú területek térképezésére, mint például Hollandia, ahol egyetlen sztereografikus vetület elegendő a teljes ország pontos ábrázolásához. A sztereografikus vetületet széles körben használják kis területű országok vagy olyan régiók esetén, ahol a torzítások minimalizálása fontosabb, mint a terület vagy távolság megtartása (19. ábra).



19. ábra. Sztereografikus szögtartó síkvetület, forrás: Rakk György, 2024

Vetületi rendszerek: Zónák és több vetület kombinációja

Nagyobb területek, például országok vagy kontinensek esetében gyakran előfordul, hogy a térképezendő terület túl nagy ahhoz, hogy egyetlen vetülettel lefedhető legyen anélkül, hogy jelentős torzulások jelentkeznenek. Ilyenkor több zónára osztják fel a területet, és minden zónára külön vetületet alkalmaznak. Franciaország például négy Lambert-kúpvetületet használ, míg Németország öt transzverzális Mercator-vetületet. Ezeket a vetületeket együtt vetületi rendszereknek nevezzük, ahol minden zónára egyedi kezdőpontot és vetületi paramétereket definiálnak.

Egyes kisebb országok, például Hollandia vagy Románia esetében elegendő egyetlen vetület is. Az ország alakja és elhelyezkedése döntően befolyásolja, hogy melyik vetület lesz a legmegfelelőbb az alacsony torzulású térképezéshez. Észak–déli irányban elnyúló országok, mint például Chile, a transzverzális Mercator-vetületet részesítik előnyben, míg kelet–nyugati irányban elnyúló országok, mint Belgium, inkább a Lambert-kúpvetületet használják.

Vetületek és vetületi koordináta-rendszerek

A vetületek használata során a vetületi egyenletek alapján készült térképek különböző koordináta-rendszerekkel rendelkeznek. A vetületi koordináták az északi és keleti irányú koordinátákat rögzítik, amelyek általában merőleges vonalak hálózátát alkotják a térképen. Ezzel szemben a földrajzi koordináták, mint

például a meridiánok és a paralellkörök, gyakran görbe vonalakként jelennek meg a térképen, kivéve bizonyos vetületek esetében, ahol kitüntetett vonalak, például az Egyenlítő, egyenesek maradnak.

A vetületi rendszer egyik legfontosabb szempontja a meridián-konvergencia, amely a hálózati észak és a földrajzi észak közötti szög. Ez a szög folyamatosan változik a térképen, és hatással van a tájékozódásra, különösen a navigációs térképek esetében.

A vetületek világa komplex, de nélkülözhetetlen a térképezés során. A különböző vetületek használata lehetővé teszi, hogy a Föld gömbölyű felületét pontosan ábrázoljuk síkban, minimalizálva a torzításokat. A vetületek kiválasztása a térképezendő terület alakjától és irányultságától függ, és különféle vetületi rendszerek kombinációja szükséges a nagyobb területek pontos ábrázolásához.

3.3. Vetületi szelvényrendszerek

A térképezés során a szelvényrendszerek alapvető szerepet játszanak abban, hogy nagy területek pontos és részletes ábrázolása megvalósítható legyen. Mivel a földfelszín hatalmas kiterjedésű, és egyetlen térképlapon nem lehet minden szükséges információt megfelelő méretarányban ábrázolni, a vetületi síkon megjelölt területeket kisebb részekre, úgynevezett szelvényekre osztjuk fel. Ezáltal biztosítható, hogy az információ ne vesszen el, és a térképezendő terület kezelhetőbbé váljon a feldolgozás és ábrázolás során.

A szelvényhálózat

A szelvényhálózat olyan rendszer, amelyben a térképeket bizonyos szabályok szerint részekre osztják. A szelvényhálózat célja az, hogy a területek térképszelvényekre bontása hézagok és átfedések nélkül történjen meg, így a teljes vetületi síkot lefedje. Ez lehetővé teszi, hogy a térképszelvények egymásra épülve egy teljes, összefüggő képet adjanak az adott területről, anélkül, hogy fontos információk kimaradnának vagy duplikálódnának.

A szelvényrendszerek használata különösen fontos akkor, amikor nagy területeket, például egy országot vagy régiót szeretnénk részletesen ábrázolni. Románia esetében az 1:10 000 méretarányú térképeknél is egyetlen térképlaphoz több tíz méteres papírra lenne szükség, ami a gyakorlatban nem kivitelezhető. Ezért a térképezendő területet kisebb egységekre, úgynevezett szelvényekre bontják, amelyek mindegyike egy meghatározott kisebb területet ábrázol. Ezek a szelvények együtt fedik le az ország teljes területét, lehetővé téve a részletes és pontos térképezést.

A szelvények azonosítása

Minden térképszelvény egyedi azonosítót kap, amely lehet betűkből, számokból vagy ezek kombinációjából álló név. Ezt a rendszert nevezik nomenklatúrának, és célja, hogy könnyen megtalálhatóak és azonosíthatóak legyenek az egyes térképszelvények. A nomenklatúra rendszerezett struktúrát biztosít, amely segít abban, hogy a térképkészítők és -felhasználók pontosan be tudják azonosítani, hogy egy adott szelvény melyik területet fedi le.

A térképszelvények gyakran egy koordináta-rendszerre alapozva kerülnek felosztásra, például a geodéziai hálózatok koordináta-rendszerének megfelelően. A koordináták alapján meghatározott szelvények pontosan illeszkednek egymáshoz, ezáltal biztosítva a konzisztens ábrázolást.

A térképszelvények hasznossága

A térképszelvények alkalmazása lehetővé teszi, hogy nagyobb területeket kicsinyített méretarányban, részletesen ábrázoljanak anélkül, hogy a fontos információk elvesznének. A szelvények pontosan illeszkednek egymáshoz, ami biztosítja, hogy az ábrázolt területek teljes egésze összefüggő maradjon, és az információk nem maradnak ki. Ez különösen fontos például a földmérésben, ahol a pontosság és az egyértelműség kritikus tényezők.

A szelvényekre bontás további előnye, hogy a térképlapokat könnyen kezelhető méretűre lehet csökkenteni, így a térképek fizikailag is könnyebben használhatók. Egy kisebb méretű térképlapon könnyebb megtalálni az adott információkat, és a térképhasználók számára praktikusabbá válik a navigáció.

A szelvényrendszerek alkalmazása a modern térképészet alapvető része, mivel lehetővé teszi a nagy területek pontos és részletes ábrázolását. A vetületi sík tartalmának szelvényekre bontása biztosítja, hogy az információk ne vesszenek el a túlzott kicsinyítés során, és hogy a térképek használata praktikus és hatékony legyen. A szelvényhálózat és a nomenklatúra segítségével a térképszelvények egyértelműen azonosíthatók és rendszerezhetők, ami megkönnyíti a térképészet és a földmérés különböző alkalmazásait.

3.4. A vetületi szelvényrendszerek fejlődése kezdetektől napjainkig

Az első katonai felmérés (1763–1787) Mária Terézia uralkodása alatt indult, és célja az Osztrák–Magyar Monarchia területének részletes felmérése volt, különösen katonai célokra. Ez a felmérés az akkori technológiai korlátok ellenére részletes adatokat szolgáltatott a birodalomról, beleértve a mai Románia egyes részeit, különösen

Erdélyt. A felmérés során alkalmazott módszerek és eszközök még viszonylag kezdetlegesek voltak, így a térképek pontossága néhol hiányos lehetett, de ez volt az első komoly kísérlet a Monarchia területének átfogó feltérképezésére (20. ábra).

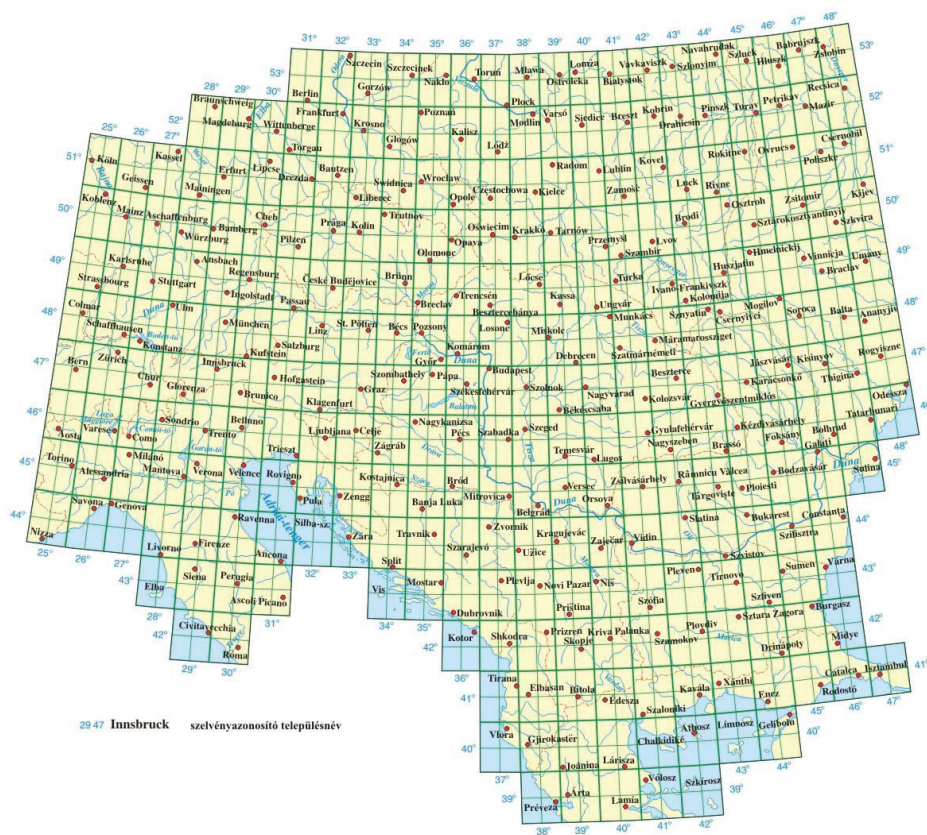


20. ábra. Erdély (1769–1773) első katonai felmérése, Sepsiszentgyörgy és környéke részletével, forrás: Arcanum, 2024



21. ábra. Erdély (1853–1858; 1869–1870) – második katonai felmérés, Sepsiszentgyörgy és környéke részletével, forrás: Arcanum, 2024

A második katonai felmérés (1806–1869) már sokkal pontosabb volt, mivel a technológia és a földmérési módszerek jelentősen fejlődtek az első felméréshez képest. Ekkor került sor Erdély, Bánság és Bukovina részletesebb felmérésére is, amelyek akkoriban a Habsburg Birodalom részei voltak. Az így készült térképek jobban tükrözték a topográfiai és katonai igényeket, és a korszak egyik legátfogóbb térképi adatbázisává váltak. Románia területének nyugati és északi részei, különösen Erdély, már a második felmérés részeként készültek el, ami fontos alapot szolgáltatott a későbbi, részletesebb katonai és polgári felmérésekhez (21. ábra).



22. ábra. Közép-Európa általános földrajzi térképének (1:200 000) szelvénybeosztása az Osztrák–Magyar Monarchia III. felmérése révén, forrás: ELTE, 2024

Az Osztrák–Magyar Monarchia harmadik katonai felmérése jelentős mérföldkövet jelentett a térképészet fejlődésében, különösen Közép-Európa topográfiai térképezésében. A harmadik katonai felmérés keretében készült el Közép-Európa

általános földrajzi térképe, amely 1:200 000 méretarányban ábrázolta a térséget. A térképek szelvénybeosztásának elkészítése 1910 körül fejeződött be, és az akkor készült szelvények az Osztrák–Magyar Monarchia területét részletesen lefedték. Ez a felmérés része volt a Monarchia katonai és topográfiai adatgyűjtésének, amely biztosította a terület pontos térképezését nemcsak katonai, hanem polgári célokra is.

A térképek számos területen nélkülözhetetlenek voltak, különösen katonai műveletek, földrajzi kutatások és infrastruktúra-tervezés terén. A Monarchia területén jelentős szerepet játszottak a topográfiai pontosság elérésében, és a térképezés során felosztott szelvények alapján könnyebben kezelhető egységeket hoztak létre, amelyek egyenként is átfogó képet nyújtottak egy adott régióról.

Jelenleg az eredeti szelvények digitalizált formában is elérhetők. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem honlapján található gyűjtemény összesen 265 szelvényt tartalmaz, amelyek az Osztrák–Magyar Monarchia területéről származnak. Ezek a szelvények hasznos források kutatók, történészek és földrajztudósok számára, mivel betekintést nyújtanak a térség akkori földrajzi és topográfiai viszonyaiba (22. ábra).

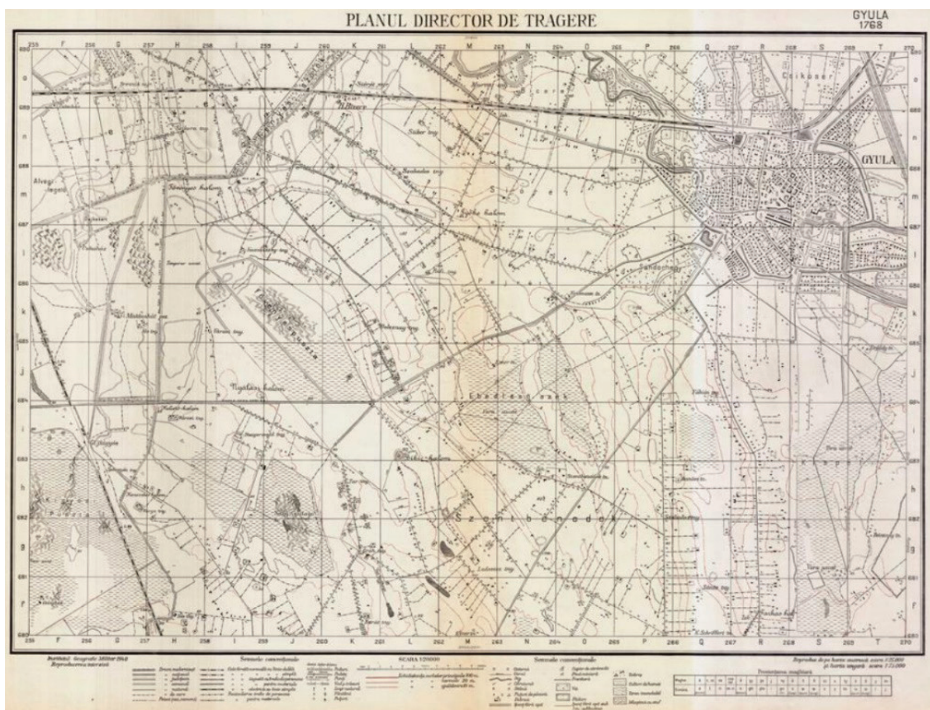
A szelvényrendszerek alkalmazása a térképezés során kulcsfontosságú a nagy területek pontos ábrázolásában, különösen olyan országok esetében, mint Románia, ahol az eltérő domborzati viszonyok és területek mérete megköveteli a részletes és átfogó térképi megjelenítést. A szelvényrendszerek lehetővé teszik, hogy a teljes országot kisebb részekre bontva, precízen és átláthatóan jelenítsük meg. A történelmi és modern szelvényrendszerek Romániában a különböző vetületi rendszerek és technikai fejlesztések eredményeként folyamatosan alakultak, fejlődtek, hogy megfeleljenek a katonai, polgári és tudományos igényeknek.

A Lambert–Cholesky-vetület (1916–1959)

Románia térképezési rendszerében az egyik első jelentős lépés a Lambert–Cholesky-vetület bevezetése volt az 1916–1959 közötti időszakban. Ez a vetület a francia Cholesky katonatiszt nevéhez fűződik, aki az első világháború idején a román hadsereg földrajzi osztályának vezetője volt. A vetület alkalmazása során a térképezést egységesítették, és a Clarke-ellipszoid segítségével állították elő a pontos térképeket. Ez a vetületi rendszer elsősorban katonai célokra készült, és nagyban hozzájárult a modern térképezési gyakorlat kialakulásához Romániában (Bartos-Elekes Zsombor, 2014) (23. ábra).

A Lambert–Cholesky-vetülettel készült térképeket főként az úgynevezett Planurile Directoare de Tragere térképeken alkalmazták, melyek több különböző vetületet használtak az ország különböző részein:

- Ókirályság: Cassini- és Bonne-vetületek;
- Erdély és Bukovina: sztereografikus vetület;
- Besszarábia: poliéder-vetület.



23. ábra. Clarke-ellipszoid alapú katonai topográfiai térkép,
forrás: Bartos-Elekes Zsombor, 2014

Ezeket a térképeket nem egységesen, hanem regionálisan alkalmazták, és nem készült hozzájuk új felmérés ezekben az években. A leggyakoribb méretarány ezeknél a térképeknél az 1:20 000 volt, amelyből 2118 szelvény készült, illetve az 1:100 000, amelyhez 102 szelvény állt rendelkezésre.

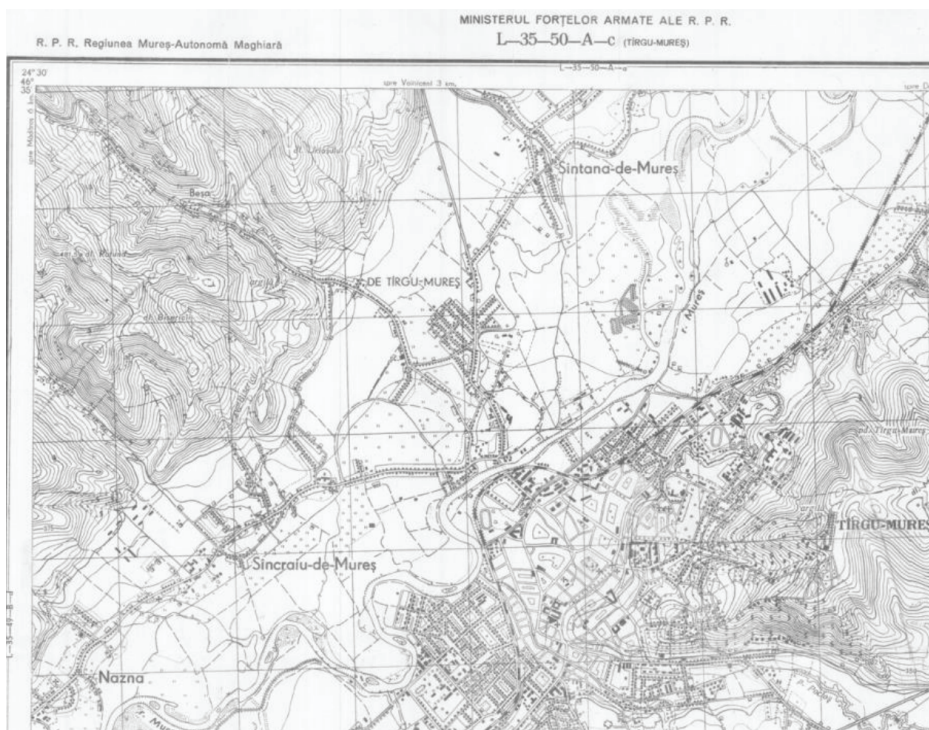
A Gauss–Krüger-vetület és a Kraszovszkij-ellipszoid (1951-től)

1951-től Romániában új vetületi rendszert vezettek be, mégpedig a Gauss–Krüger-vetületet. Ez a vetület Kraszovszkij-ellipszoid alapú, és Pulkovo 1942 dátumához kötött, a második világháború után, amikor a Szovjetunió befolyása alatt álló országokban egységesítették a vetületi rendszereket. A Gauss–Krüger-vetület transzverzális, szögtartó hengervetület, amely rendkívül pontos térképeket eredményezett.

Az első felmérések 1951 és 1958 között zajlottak, és hét színben nyomtatták a térképeket. Az első kiadások 1:25 000-es méretarányban készültek, és összesen 2828 szelvényen ábrázolták Románia teljes területét. A térképeket többször is kiadták:

- az első kiadás 1958–1961 között készült;
- a második kiadás 1972–1981 között jelent meg.

Az 1:50 000 méretarányú térképekből 737 szelvényt készítettek, amelyek elsősorban a katonai és polgári célú felhasználásra szolgáltak (24. ábra).

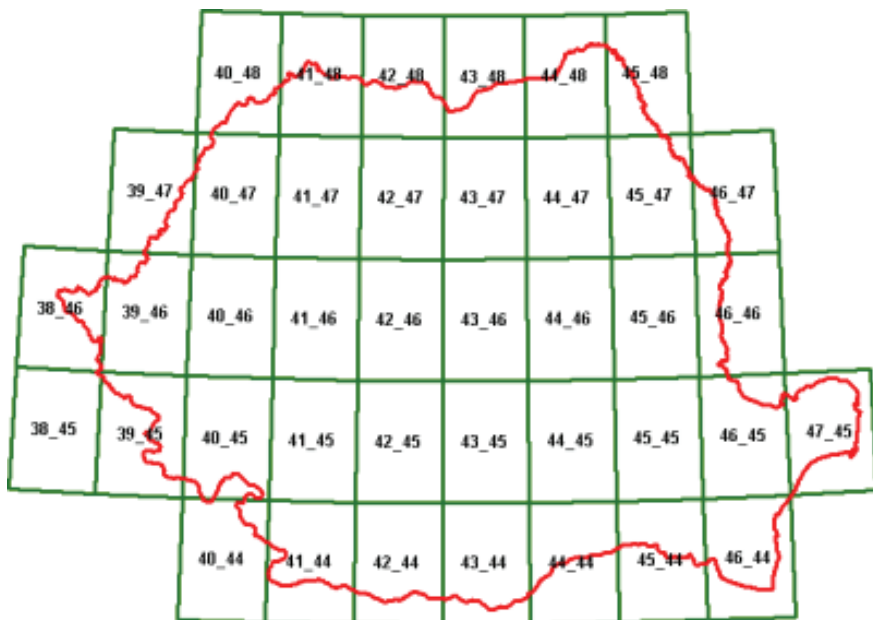


24. ábra. Az 1958-ig elkészített katonai topográfiai felmérés 1:25000-es szelvénye, forrás: Bartos-Elekes Zsombor, 2014

A Stereo70 vetületrendszer (1971-től)

1971-ben Románia áttért a Stereo70 vetületrendszerre, amely a Kraszovszkij-ellipszoid és a S42/Románia dátum alapú ferdetengelyű, szögtartó síkvetület (25. ábra). Ezt a rendszert elsősorban nagyobb méretarányú térképekhez alkalmazták, mint például az 1:10 000-es térképek, bár csak korlátozott számú szelvény készült ebben a méretarányban.

A Stereo70 vetülethez kapcsolódik a számítógépes feldolgozás kezdete is, amely 1978-ban indult. Ez jelentős előrelépést hozott a térképezési adatok kezelésében és a szelvények pontos nyilvántartásában (25. ábra).



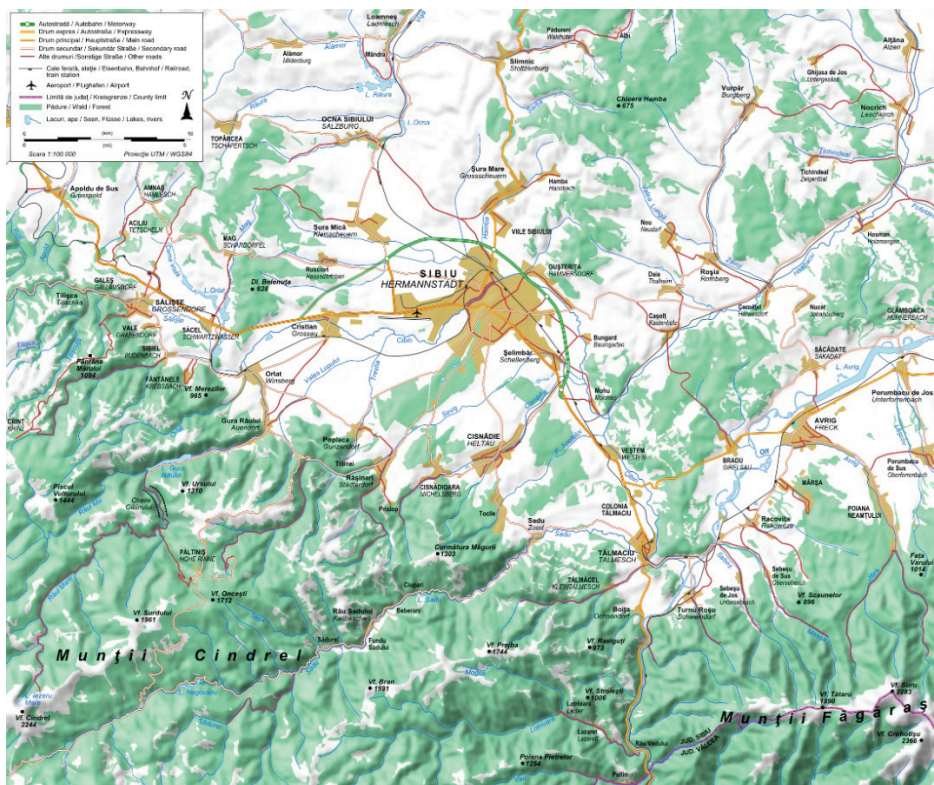
25. ábra. Románia területe 40 térképlap Stereo70-es szelvénnel van lefödve,
forrás: Spatial, 2006

UTM és WGS84 (1996-tól)

1996 körül Románia átvette a WGS84 dátumot, és áttért az UTM 34 és UTM 35 vetületekre. Ez a váltás összhangban volt a nemzetközi szabványokkal, és lehetővé tette a globális térképezési rendszerekhez való illeszkedést. Az UTM-vetületek használata széles körben elterjedt a modern térképezési gyakorlatban, és a civil felhasználás számára is könnyen hozzáférhetővé tette a térképeket (26. ábra).

Az Univerzális Transzverzális Merkátor (UTM) egy globálisan elterjedt vetítési rendszer, amelyet eredetileg az Egyesült Államok fejlesztett ki a második világháború alatt katonai célokra. A rendszer különösen hasznosnak bizonyult a hadszíntéri térképezésben, és 1949-től kezdve a NATO tagországai, köztük Románia is átvették és alkalmazzák a katonai topográfiai térképek készítésére.

Az UTM-vetület a transzverzális Mercator-vetület egyik változata. A Mercator-vetületet eredetileg Gerhard Kremer, tudósnevéen Mercator fejlesztette ki 1569-ben, és ez az eljárás azóta számos módosításon ment keresztül, hogy megfeleljen a modern térképészeti követelményeknek.



26. ábra. Szeben régiója, UTM/WGS84-es vetületrendszerben készítve,
forrás: Grass GIS, 2009

Szelvények és koordináta-rendszer

Az UTM-rendszer a Földet 6x8 fokos szelvényekre osztja fel, és minden szelvényhez egyedi azonosítót rendel. A vetület számításainak egyszerűsítése érdekében a koordinátatengelyeket úgy tolták el, hogy az adott terület minden pontja az első síknegyedbe essen, így kizárólag pozitív koordinátákkal dolgoznak. Romániában például a 34N zónát használják, és a következőképpen módosítják a koordinátákat:

- x eltolt = $x + 200000$ méter;
- y eltolt = $y + 650000$ méter.

Ez az eltolás biztosítja, hogy minden koordináta pozitív legyen, megkönnyítve a számításokat és az adatok kezelését.

Az UTM-koordináták előnyei

Az UTM-rendszer számos előnyt kínál a hagyományos földrajzi koordináta-rendszerekkel szemben:

- Négyzetes hálórendszer: az UTM-konstans távolságokat biztosít bárhol a térképen, ami egyszerűsíti a távolságok mérését és a térképi navigációt.
- Nincs negatív koordináta: a rendszerben nincsenek negatív koordináták vagy kelet–nyugati jelölések, ami egyszerűsíti a koordináták használatát és értelmezését.
- Decimális alapú koordináták: az UTM koordináta-rendszer tízes (decimális) alapú, ami megkönnyíti a számításokat.
- Méterben megadható koordináták: a koordináták méterben adhatók meg, így pontos és közvetlen távolságmérést tesz lehetővé.
- Egyszerű távolságszámítás: két pont közötti távolság könnyen számolható az UTM-rendszerben, ellentétben a földrajzi szélességet és hosszúságot alkalmazó rendszerekkel, ahol bonyolultabb összefüggésekre van szükség.

Az UTM-rendszer a WGS84 geodéziai alapfelületre épül, amely globális szabványnak számít, és amely pontosan modellezi a Föld alakját és méreteit. Romániában, mint a NATO tagországában, az UTM 34N zóna használata különösen elterjedt a katonai és civil térképezési alkalmazásokban.

A tematikus térképek és a szelvényrendszer

A szelvényrendszerek nemcsak a topográfiai térképekhez kapcsolódnak, hanem számos más tematikus térképtípushoz is, mint például a geológiai és talajtérképek. Romániában a Geológiai Intézet számos különböző méretarányú geológiai térképet készített:

- 1:500 000-es méretarányú térképek, amelyek 12 szelvényen ábrázolták az egész országot (1939–1965).
- 1:100 000-es térképek, amelyek 16 szelvényből álltak (1958–1959).
- 1:200 000-es térképek, amelyek teljesen lefedték az országot (1965–1968).
- 1:50 000-es méretarányú térképek, amelyek 136 szelvényt tartalmaztak (1970–1998).

Hasonlóképpen, a talajtérképeket is szelvényekre bontva állították elő. Az Agronómiai Kutatóintézet 1:200 000 méretarányban készítette a talajtérképeket, amelyeket az ország különböző részein alkalmaztak.

A szelvényrendszerek jelentősége és kihívásai

A szelvényrendszerek használata Romániában, mint más országokban is, alapvető fontosságú a nagy területek részletes és pontos térképezéséhez. Az elmúlt évszázadokban a vetületi rendszerek és a térképezési technikák folyamatos

fejlődésen mentek keresztül, hogy megfeleljenek a különböző igényeknek, legyenek azok katonai, polgári vagy tudományos célú felhasználások. Az újabb vetületi rendszerek, mint a Gauss–Krüger és az UTM, nagyban hozzájárultak ahhoz, hogy a térképek globálisan is összehangoltak legyenek.

A szelvényrendszerek alkalmazása azonban nem mentes a kihívásoktól. Az időszakos frissítések és az információk aktualizálásának hiánya komoly problémákat okozhat, különösen a modern urbanizáció és az infrastruktúra fejlesztése terén. A régi térképeken gyakran találkozhatunk olyan területekkel, amelyek már nem léteznek, vagy olyan objektumokkal, amelyek még csak tervek formájában voltak jelen a térképezés idején.

4. TÉRKÉPEK TULAJDONSÁGAI ÉS TÍPUSAI

A térkép egy olyan grafikai eszköz, amely a Föld vagy más égitestek felszínén található jelenségeket és objektumokat méretarányosan, síkban ábrázolja. Ez a reprezentáció kicsinyített, magyarázó és generalizált módon mutatja be a különböző földrajzi elemeket, legyenek azok természetesekek, mint hegyek és folyók, vagy mesterségesek, mint városok, utak és építmények. A térkép célja, hogy segítsen az embereknek a tájékozódásban, helymeghatározásban, valamint a különböző földrajzi vagy műszaki információk közvetítésében.

Generalizálás és alaprajzszerű ábrázolás

A térképen látható objektumok, jelenségek nem mindig teljesen hűek a valósághoz, hiszen a méretarány miatt bizonyos részleteket el kell hagyni vagy egyszerűsíteni kell. Ezt a folyamatot nevezzük generalizálásnak. Az elhagyott részletek helyett a fontosabb elemeket, mint például a domborzatot, vizeket, településeket vagy infrastruktúrákat hangsúlyozzák. A térképek alaprajzszerűen ábrázolják a világot, vagyis a felszín elemeit síkban, felülnézetből mutatják be. Ez az ábrázolásmód segíti a helyek és távolságok megértését és összehasonlítását.

Magyarázó és tematikus térképek

A térképek nemcsak földrajzi helyek megjelenítésére szolgálnak, hanem különféle magyarázó elemeket is tartalmazhatnak, amelyek segítik a felhasználót a különböző információk értelmezésében. Ezek közé tartoznak a jelkulcsok, amelyeken keresztül az egyes szimbólumok jelentését lehet megismerni, valamint a különböző feliratok, amelyek az objektumok neveit és egyéb fontos adatokat tartalmaznak.

A tematikus térképek speciális adatokat mutatnak be egy adott témáról, például éghajlati zónákról, népességeloszlásról vagy gazdasági tevékenységekről. Az ilyen térképek segítségével különféle statisztikai vagy kutatási eredmények is ábrázolhatók.

Vetület és adatfeldolgozás

A valóság ábrázolása a síkban vetületi rendszerek segítségével történik, mivel a Föld gömbölyű, míg a térkép sík felületen jelenik meg. A vetületek feladata az, hogy a földfelszín háromdimenziós görbületét síkba vetítsék, miközben igyekeznek minimalizálni a torzításokat. Különböző vetítési rendszereket alkalmaznak, attól függően, hogy melyik a legmegfelelőbb egy adott földrajzi terület vagy cél szempontjából.

A térképészeti adatok gyűjtése és feldolgozása ma már jelentős mértékben digitális eszközökkel történik. A modern földmérési és térképezési módszerek,

mint a GPS, a fotogrammetria, valamint a távérzékelés, lehetővé teszik a pontosabb és részletesebb térképek létrehozását. A digitalizálás révén a térképeket könnyen frissíteni lehet, így a felhasználók mindig naprakész adatokat érhetnek el.

A térkép tehát nem csupán egy ábrázolás, hanem egy hatékony eszköz, amely a mindennapi tájékozódásban, tervezésben és elemzésben is kulcsszerepet játszik. A digitális térképezési technológiák fejlődése pedig új távlatokat nyitott a pontos és gyors adatkezelés, valamint a nagy léptékű térképezési projektek megvalósításában.

A térkép alkotórészei az 1. számú mellékletben vannak részletezve.

4.1. Topográfiai térképek

A „topográfia” kifejezés görög eredetű szó, amely két részből tevődik össze: a „toposz” jelentése hely vagy helyszín, míg a „grafein” rajzolást vagy leírást jelent. Így a topográfia szó szerinti jelentése helyszínrajz készítése. A hely, amelyről rajzot vagy térképet készítünk, a Föld felszíne. A Föld felszínén található természetes formációkat és ember alkotta építményeket együttesen tereptárgyaknak nevezzük. A topográfia fő feladata ezeknek a tereptárgyaknak a felmérése és térképi megjelenítése.

A topográfiai térképek olyan térképek, amelyek:

- a tereptárgyakat felülnézetben és vízszintes vetületben ábrázolják,
- meghatározott méretarányban kicsinyítve mutatják a terepet,
- szükség esetén egyezményes jelek segítségével jelenítik meg az objektumokat,
- a domborzati viszonyokat is ábrázolják.

A topográfiai térképek tartalma szempontjából több fő elemre oszthatók:

- síkraajz,
- domborzatrajz,
- névrajz,
- szelvénykeret, szelvényhálózat és a kereten kívüli feliratok.

A részletes topográfiai térképek, különösen egy teljes országot lefedő térképművek iránti igény már a 18. században megjelent. Ezeket a térképeket elsősorban katonai célokra készítették, mivel a hadviseléshez szükséges volt a terepviszonyok alapos ismerete. A hadszíntér kiválasztása, a seregek mozgásának megtervezése, valamint a hadműveletek előkészítése szempontjából elengedhetetlen volt a pontos és részletes térkép. Ahogy a hadviselés fejlődött, egyre inkább szükségessé vált a térképek használata, mivel egy csata áttekintése egy dombtetőről már nem volt elegendő. Korábban is készültek térképek a csaták helyszíneiről, de ezek csak kis területeket ábrázoltak, és nem voltak összekapcsolhatók.

Az Osztrák–Magyar Monarchia területének részletes felmérésére Mária Terézia 1765-ben, a hétéves háború tapasztalatai alapján adott ki rendeletet. Ekkor

kezdődött el Magyarország teljes területének részletes felmérése, amelynek eredménye az első katonai felmérés lett. Ettől kezdve folyamatosan készültek és készülnek a mai napig katonai topográfiai térképek, 1:25 000 és annál kisebb méretarányban.

A topográfiai térképek és tervek a földfelszín különböző elemeit ábrázolják grafikai úton, általánosítva vagy részletezve, attól függően, hogy milyen léptékben készülnek és milyen célokat szolgálnak. Ezek az ábrázolások a földfelszín síkbeli és magassági jellemzőit egyaránt bemutatják, és alapvető eszközök a térképezés, földmérés, építészet és más mérnöki tudományok területén.

A topográfiai térkép egy nagy területet ábrázoló grafikai ábrázolás, amely figyelembe veszi a Föld görbületét, és egy térképészeti vetület alapján készül. Ezek a térképek a földfelszín síkbeli (planimetriai) és magassági (szintvonalas) részleteit egyszerűsített módon, különböző konvencionális jelek segítségével ábrázolják. A topográfiai térképeket általában kisebb léptékekben készítik, mint 1:20 000, de az általánosan használt léptékek a következők: 1:25 000; 1:50 000; 1:100 000; 1:200 000; 1:500 000 és 1:1 000 000. A katonai térképezésben emellett használják az 1:20 000-es léptékű direktoriális katonai terveket is.

A topográfiai térkép egy kisebb területet ábrázoló grafikai ábrázolás, amely nagyobb vagy egyenlő léptékekkel készül, mint 1:10 000. Ezeken a rajzokon töreksenek az alaprajz szerinti ábrázolásra, a földfelszín pontjait ortogonálisan vetítik le, figyelmen kívül hagyva a Föld görbületének hatásait. A topográfiai térképek hűen ábrázolják a síkbeli és magassági részletek geometriai alakját és méreteit, és általában a következő léptékekben készülnek: 1:500; 1:1 000; 1:2 000; 1:5 000 és 1:10 000.

4.1.1. Pontok és távolságok ábrázolása a térképen

A geodéziai mérések egyik legfontosabb célja a térbeli objektumok pontos ábrázolása. Ehhez elengedhetetlen a pontok precíz térképre vetítése, amely a mérések alapját képezi. A mérési adatok térképi megjelenítése lehetővé teszi az objektumok helyzetének és méreteinek valósághű leképezését. A térkép léptéke kulcsfontosságú, hiszen ez határozza meg, hogy a mért távolságokat milyen arányban kell lekicsinyíteni. A megfelelő lépték kiválasztása tehát az elsődleges lépés a pontos ábrázoláshoz.

A térképek léptéke a valóság és a térképi ábrázolás közötti arányt határozza meg. Ez az arány egy egyszerű tört formájában fejezhető ki, ahol a nevező azt mutatja, hogy a valós távolság hányadának felel meg egy egységnyi távolság a térképen. Például egy 1:10 000-es léptékű térképen 1 cm a térképen 100 m-nek felel meg a valóságban.

A térkép használhatósága és pontossága szorosan összefügg. A különböző léptékek eltérő alkalmazásokra alkalmasak:

- a nagy léptékű térképek (pl. 1:1 000 vagy 1:2 000) apró részletek pontos ábrázolására szolgálnak;

- a kis léptékű térképek (pl. 1:50 000 vagy 1:100 000) nagyobb területek áttekintését teszik lehetővé, de kevesebb részletet tartalmaznak.

A térkép léptékének megfelelően a méréseket is olyan pontossággal kell elvégezni, hogy azok illeszkedjenek az adott arányhoz. Például egy 1:10 000-es térkép esetében az elfogadható mérési hiba nem haladhatja meg a 0,1 métert.

Digitális térképezés

A modern geodéziai gyakorlatban a térképezés folyamata nagymértékben digitalizálódott. A digitális térképek készítése gyorsabb és pontosabb, mint a hagyományos, kézi rajzolásúé. Az elektronikus mérőállomások által gyűjtött adatok automatikusan feldolgozhatóak, és GIS-szoftverek segítségével azonnal térképi formátumba átalakíthatóak.

GIS-rendszerek

A GIS-rendszerek kulcsszerepet játszanak a digitális térképezésben. Ezek a szoftverek lehetővé teszik a mérőállomások által gyűjtött térbeli adatok integrálását, elemzését és megjelenítését. A GIS-rendszerek használatával:

- a tárhelyhez kötött adatok könnyen kezelhetők és rendszerezhetők;
- különböző adatkészletek (pl. topográfiai és kataszteri adatok) összevonhatóak;
- az adatok vizualizációja és elemzése gyorsan és hatékonyan elvégezhető.

A digitális térképezés számos előnnyel jár:

- pontosabb és megbízhatóbb eredményeket biztosít;
- lehetővé teszi a térképek gyors frissítését;
- nagy mennyiségű adat kezelését támogatja;
- javítja a munkafolyamatok hatékonyságát.

A pontok térképre vetítése a geodéziai mérések alapvető feladata, amely a valóság precíz ábrázolását szolgálja. A térkép léptéke meghatározza a mérések pontossági követelményeit, és kulcsszerepet játszik a végeredmény minőségében. A digitális térképezés és a GIS-rendszerek alkalmazása tovább növeli a térképezési folyamat hatékonyságát és pontosságát.

4.2. A térképek osztályozása

A topográfiai térképeket és helyszínrajzokat léptékük alapján több csoportra oszthatjuk:

A) Kis léptékű térképek: ezeket a térképeket 1:1 000 000-nél kisebb léptékekkel készítik, amelyek nagy területek általánosított ábrázolására szolgálnak, és amelyeket általános földrajzi térképeknek is neveznek.

B) Közepes léptékű térképek: a közepes léptékű térképek léptékei általában 1:50 000; 1:100 000; 1:200 000 és 1:500 000. Ezek a térképek részletesebb információkat nyújtanak, mint a kis léptékű térképek, és gyakran használják regionális tervezésre, útvonaltervezésre és katonai célokra.

C) Nagy léptékű térképek vagy topográfiai térképek: ezek a térképek 1:25 000 és 1:20 000 léptékben készülnek, és sok részletet tartalmaznak a földfelszínről, beleértve a kisebb útvonalakat, épületeket és természetes formációkat is.

D) Alapvető topográfiai térképek: az ilyen tervek 1:10 000 és 1:5 000 léptékben készülnek, és nagyon részletes ábrázolást nyújtanak a terepről. Ezeket gyakran használják települési tervezéshez és részletes földméréshez.

E) Topo-kataszteri térképek: ezek a tervek hasonló léptékekben készülnek, mint az alapvető topográfiai tervek, de főleg kataszteri célokra szolgálnak, amelyek a földterületek pontos határainak meghatározására irányulnak.

F) Topográfiai helyszínrajzok: az ilyen tervek léptéke 1:2 000 vagy 1:1 000, és részletesen ábrázolják a helyszíni adottságokat, mint például az épületek, utak, közművek elhelyezkedését.

G) Városi topográfiai tervek, helyszínrajzok: ezeket a terveket városi területek részletes ábrázolására használják, és 1:1 000 vagy 1:500 léptékben készülnek.

H) Részletes helyszínrajzok: a legkisebb léptékű tervek közé tartoznak, amelyek 1:200; 1:100 és 1:50 léptékben készülnek. Ezeket a terveket rendkívül részletes helyi elemzésekhez, például építési projektekhez használják (1. táblázat).

1. táblázat. A térképek kategorizálása

Kategória	Lépték	Ábrázolás jellege és felhasználás
A) Kis léptékű térképek	1:1 000 000-nél kisebb	Nagy területek általánosított ábrázolása. Általános földrajzi térképek.
B) Közepes léptékű térképek	1:50 000–1:500 000	Részletesebb információk regionális tervezésre, útvonaltervezésre, katonai célokra.
C) Nagy léptékű térképek	1:20 000–1:25 000	Sok részletet tartalmaz a földfelszínről, kisebb útvonalak, épületek, formációk.
D) Alapvető topográfiai térképek	1:5 000–1:10 000	Nagyon részletes ábrázolás települési tervezéshez, részletes földméréshez.
E) Topo-kataszteri térképek	1:5 000–1:10 000	Kataszteri célokra, földterületek pontos határainak meghatározása.
F) Topográfiai helyszínrajzok	1:1 000–1:2 000	Helyszíni adottságok részletes ábrázolása, épületek, utak, közművek elhelyezkedése.
G) Városi topográfiai tervek	1:500–1:1 000	Városi területek részletes ábrázolása.
H) Részletes helyszínrajzok	1:50–1:200	Rendkívül részletes helyi elemzések, például építési projektekhez.

Forrás: saját szerkesztés

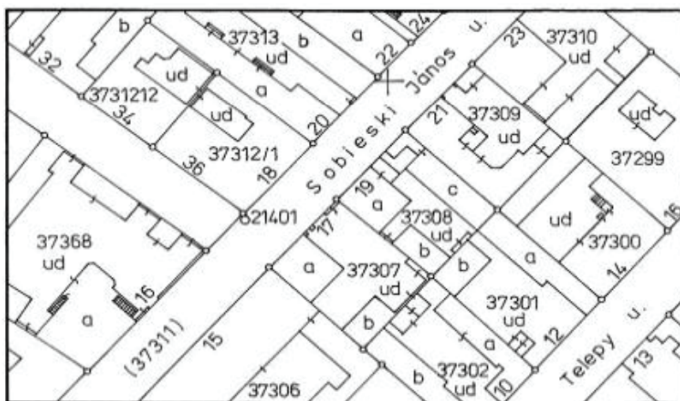
A térképek különböző típusai eltérő ábrázolási módszereket alkalmaznak attól függően, hogy milyen célra készültek és milyen méretarányban jelenítik meg a földfelszínt. Az ábrázolás jellege döntő fontosságú, mivel meghatározza, hogy milyen részletességgel és milyen formában kerülnek bemutatásra a tereptárgyak és a földrajzi elemek. A térképek ábrázolási jellegének kategorizálása segít abban, hogy az adott feladathoz leginkább megfelelő térképtípust válasszunk.

1. Geodéziai térkép

A geodéziai térkép a tereptárgyakat alaprajzban, mérethelyesen ábrázolja. Az ilyen típusú térképeken minden objektum a valóságnak megfelelően, torzításmentesen jelenik meg, ami azt jelenti, hogy a távolságok, szögek és területek pontosan tükrözik a terepen mért adatokat. A geodéziai térképek elsősorban a precíz mérnöki munkákhoz készülnek, mint például az építkezések, útépitések, vagy különböző infrastruktúrák tervezése és kivitelezése.

A geodéziai térképek nagy pontossággal készülnek, és a pontszerű objektumok, mint például a geodéziai alappontok, speciális jelekkel vannak megjelölve. Az egyéb objektumokat alaprajzi formában ábrázolják, minimális vagy semmilyen általánosítással. Ez teszi a geodéziai térképeket rendkívül megbízhatóvá és pontos mérnöki célokra alkalmassá.

A mai geodéziai térképek készítése során a modern technológiák, mint a GPS és a digitális térképezési rendszerek, kulcsfontosságú szerepet játszanak. A GNSS lehetővé teszi a rendkívül pontos helymeghatározást, ami elengedhetetlen a geodéziai munkákhoz. Az ilyen térképeket gyakran használják alapként a digitális földmérési rendszerekben, ahol a pontos koordináták és helyszíni adatok integrációja elengedhetetlen (27. ábra).



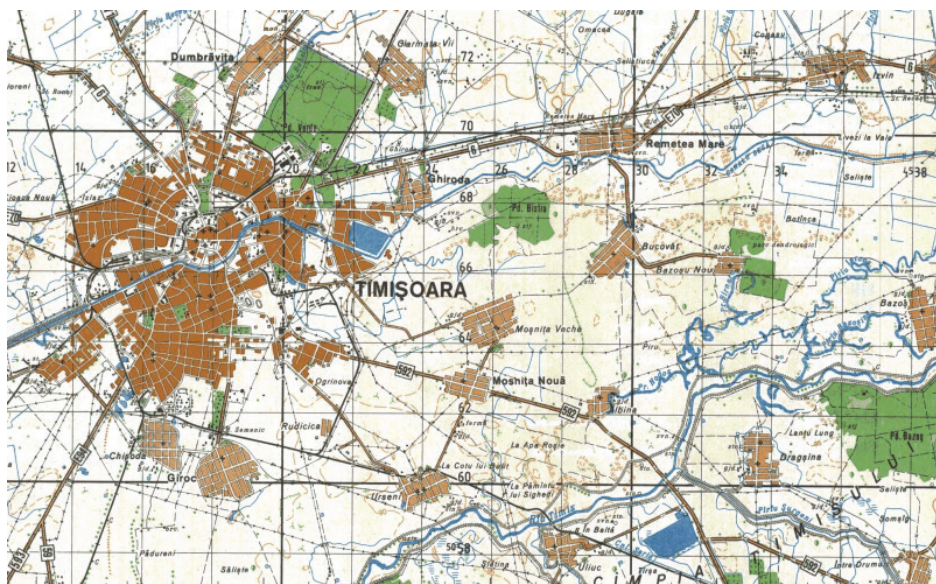
27. ábra. Geodéziai térkép, forrás: Gábor, 2010

2. Topográfiai térkép

A topográfiai térképek a földfelszín természetes és mesterséges elemeit részletesen és pontosan ábrázolják, figyelembe véve a terep domborzatát is. A topográfiai térképek léptéke általában $M=1:10\,000$ és $M=1:250\,000$ között van. Ezek a térképek részletgazdagok, de a közepes méretarány miatt gyakran igénylik az egyezményes jelek alkalmazását, hogy a térképen megjelenő információk áttekinthetők és értelmezhetőek legyenek.

A topográfiai térképek célja, hogy a lehető legpontosabban tükrözzék a terep adottságait, azonban a lépték miatt szükség van az általánosításra. A domborzatot szintvonalak, árnyékolás és egyéb technikák segítségével ábrázolják, míg az egyéb tereptárgyakat, mint például épületek, utak, folyók, szintén egyezményes jelekkel jelölik. A topográfiai térképeken szereplő információk részletettségére nagymértékben függ a térkép méretarányától.

A topográfiai térképeket széles körben használják a földmérésben, környezetvédelmi tervezésben, katonai célokra, valamint a szabadidős tevékenységekhez, mint például túrázás és hegymászás. A digitális topográfiai térképek és a GIS integrációja lehetővé teszi a valós idejű térképi adatkezelést és -elemzést, amely alapvető fontosságú a modern földrajzi és környezeti vizsgálatok során (28. ábra).



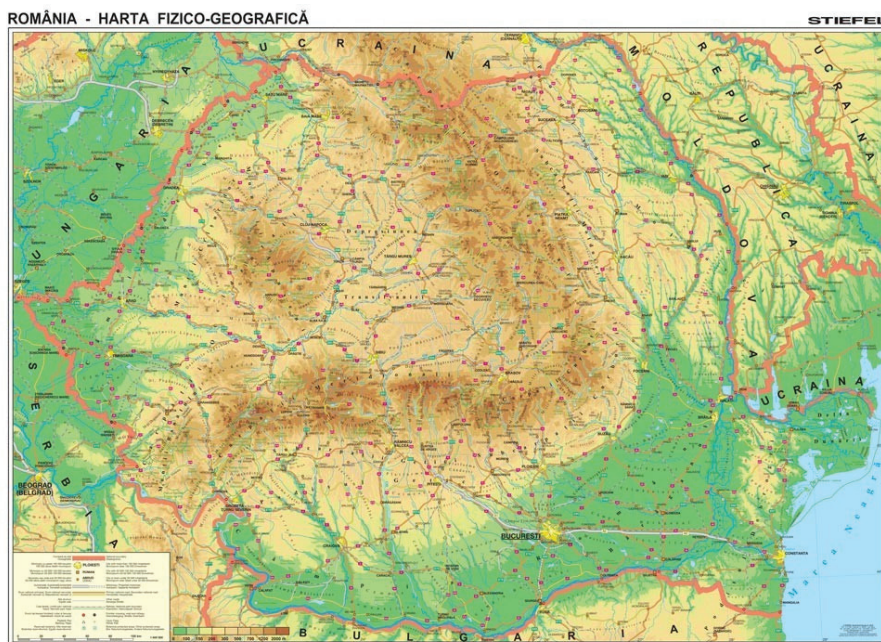
28. ábra. Topográfiai térkép Temesvárról, 1978, forrás: SpeoTimis, 2022

3. Földrajzi térkép

A földrajzi térképek kis méretarányú ábrázolások, amelyek elsősorban a világ vagy nagyobb földrajzi régiók bemutatására szolgálnak. A kis méretarány miatt az ilyen térképek nem alkalmasak részletes ábrázolásra; ezért az ábrázolt elemek gyakran erősen általánosítottak, és kizárólag egyezményes jelekkel kerülnek bemutatásra.

A földrajzi térképek a világ országait, kontinenseit, óceánjait és nagyobb földrajzi egységeit ábrázolják. Az ilyen térképeken a tereptárgyak, például hegyek, folyók, városok, csak egyezményes jelek formájában jelennek meg, mivel a kis méretarány miatt a részletek ábrázolása nem lenne praktikus. A földrajzi térképek gyakran tartalmaznak politikai határokat, klimatikus zónákat, népességi adatokat és egyéb globális információkat.

A földrajzi térképek, különösen az atlaszok és digitális térképszolgáltatások, széles körben elérhetők és használhatók az oktatásban, a kutatásban, valamint a közlekedésben és a turizmusban. A modern térképezési technológiák lehetővé teszik a dinamikus földrajzi térképek létrehozását, amelyek valós idejű adatokat, például időjárási körülményeket vagy közlekedési információkat is megjeleníthetnek (29. ábra).



29. ábra. Románia földrajzi térképe, forrás: Stiefel, 2022

4. Térképek és digitális fejlődésük

Az utóbbi évtizedekben a térképezési technológia jelentős fejlődésen ment keresztül, ami nagymértékben befolyásolta a geodéziai, topográfiai és földrajzi térképek készítését és felhasználását.

A GIS-rendszerek integrálják a térképi adatokat különféle adatforrásokból, beleértve a távérzékelési technológiák által gyűjtött információkat is. A műholdak, drónok és lézerszkennerek által gyűjtött adatok rendkívül pontos és részletes térképek létrehozását teszik lehetővé, amelyek felhasználhatók a földmérésben és a kataszteri nyilvántartások területén egyaránt.

A mobil alkalmazások, mint a Google Maps, lehetővé teszik a felhasználók számára, hogy valós időben navigáljanak és interaktív térképeket használjanak, amelyek folyamatosan frissülnek a legújabb adatokkal. Ezek az alkalmazások nemcsak a földrajzi térképek digitális változatait tartalmazzák, hanem integrálják a közlekedési, időjárési és egyéb valós idejű adatokat is.

A VR- (virtuális valóság) és AR- (kiterjesztett valóság) technológiák alkalmazása új lehetőségeket nyit meg a térképezésben és a térbeli adatok megjelenítésében. Ezek a technológiák lehetővé teszik, hogy a felhasználók virtuálisan felfedezhessék a térképeken ábrázolt területeket, interaktívan tanulmányozva a domborzatot, épületeket és egyéb tereptárgyakat.

Az előállítás módja szerinti térképek típusai és jellemzőik

A térképek elkészítése számos módszert és technikát foglal magában, melyek alapján különböző típusú térképeket különböztethetünk meg. Az előállítás módja szerinti osztályozás fontos, mert meghatározza a térképek pontosságát, felhasználási célját, és azt is, hogy milyen technológiákat alkalmaztak az elkészítésük során.

Felmérési térképek vagy alaptérképek

A felmérési térképek, vagy más néven alaptérképek, közvetlen terepi vagy fotogrammetriai mérések alapján készülnek. Az elsődleges adatnyerés ezeknél a térképeknél kiemelt fontosságú, hiszen a terepi mérések biztosítják a pontos helymeghatározást és az objektumok valósághű ábrázolását. A felmérési térképek közé sorolhatók a geodéziai térképek, amelyek a földfelszín alakzatainak pontos mérésein alapulnak, valamint a topográfiai térképrendszerek legnagyobb méretarányú tagjai, amelyek részletesen bemutatják a tereptárgyakat és a domborzatot.

Ezek a térképek általában nagyobb léptékűek, ami azt jelenti, hogy kisebb területeket ábrázolnak nagyon részletesen. Az ilyen térképeket gyakran használják földmérésben, kataszteri nyilvántartásokhoz, várostervezésben, valamint műszaki tervezésben. A fotogrammetriai módszerek alkalmazásával készült térképek különösen hasznosak, mert lehetővé teszik a terepi objektumok gyors és pontos felmérését légi vagy műholdas felvételek segítségével.

Levezetett térképek

A levezetett térképek az irodai munka során, meglévő nagyobb méretarányú térképekre támaszkodva készülnek. Az ilyen térképek szerkesztése a kartográfia szabályai szerint történik, és általában kisebb léptékűek, mint a felmérési térképek. Ide sorolhatók például a kis és közepes méretarányú topográfiai térképek, valamint a különböző kartográfiai térképek, amelyek nagyobb területeket ábrázolnak kisebb részletességgel.

A levezetett térképek gyakran használatosak regionális vagy országos tervezési feladatoknál, földrajzi elemzéseknél, illetve oktatási célokra. Az ilyen térképek előnye, hogy széles körben alkalmazhatók különböző tudományterületeken, és segítenek a felhasználóknak megérteni és értelmezni a földrajzi adatokat.

Térképek tartalom szerinti osztályozása

A térképek tartalma szerint is különböző típusokat különböztethetünk meg, attól függően, hogy milyen információkat ábrázolnak.

Földmérési alaptérkép (kataszteri térképek)

A földmérési alaptérképek, más néven kataszteri térképek, a földrészletek tulajdonviszonyait, jogi határvonalait és a földrészleten belüli építményeket ábrázolják. Ezek a térképek rendkívül fontosak a tulajdonjogok nyilvántartásában és az ingatlanpiacon, mivel pontosan rögzítik a földtulajdon határait. A szokásos méretarányuk általában 1:1 000 vagy 1:2 000, ami nagy részletességet tesz lehetővé.

A kataszteri térképek fontos szerepet játszanak az ingatlanok adásvételében, az öröklési eljárásokban és az állami vagy önkormányzati tulajdon nyilvántartásában. Ezen térképek alapján történik a földadó megállapítása is, így közvetlen hatással vannak a gazdasági folyamatokra.

Földmérési-műszaki alaptérkép

A földmérési-műszaki alaptérképek a tereptárgyakat a tényleges természetbeni helyükön ábrázolják, és műszaki nyilvántartási, valamint tervezési célokat szolgálnak. Ezek a térképek fontosak például a várostervezésben, ahol pontos információkat nyújtanak az infrastruktúra elemeiről, úgymint utakról, hidakról, épületekről és közművekről.

Nagyvárosok területein gyakran használják őket, mivel részletes és megbízható adatokat szolgáltatnak a tervezési folyamatokhoz. A földmérési-műszaki alaptérképek segítségével biztosítható, hogy az új építkezések és fejlesztések harmonikusan illeszkedjenek a már meglévő infrastruktúrába.

Közmű-alaptérképek

A közmű-alaptérképek a közterületeken lévő tereptárgyakat ábrázolják, beleértve az összes olyan közművet, mint a vízvezetékek, elektromos kábelek, gázvezetékek, csatornák és telekommunikációs hálózatok. Ezek a térképek rendkívül

fontosak a közműszolgáltatók, építésszek, tervezők és karbantartó cégek számára, mivel lehetővé teszik a közműhálózatok pontos és hatékony nyilvántartását, karbantartását és bővítését.

A közmű-alaptérképek méretaránya általában 1:500, ami lehetővé teszi a közművek részletes ábrázolását, és segíti a szakembereket abban, hogy pontosan meghatározzák a közművek helyzetét a föld alatt és a föld felett.

Közmű szakági térképek

A közmű szakági térképek olyan térképek, amelyek a közmű-alaptérképeken alapulnak, de egyes szakágak részletes adatait tartalmazzák. Például külön térképek készülhetnek a vízvezeték-hálózatról, a gázvezetésekről vagy az elektromos kábelekről, amelyek részletes információkat nyújtanak az adott közműhálózatról. Ezek a térképek nélkülözhetetlenek a közműszolgáltatók számára, mivel lehetővé teszik a hálózatok állapotának folyamatos nyomon követését és a szükséges karbantartási munkák elvégzését.

Egyesített közműtérképek

Az egyesített közműtérképek különböző közműszakágak nyomvonalait egyesítik egyetlen térképen, amely átfogó képet nyújt a teljes közműhálózatról. Ezek a térképek különösen hasznosak nagyobb infrastrukturális projektek tervezésekor, mivel lehetővé teszik a különböző közműhálózatok közötti kapcsolatok és kölcsönhatások áttekintését, minimalizálva az esetleges interferenciákat vagy problémákat.

Topográfiai térképek

A topográfiai térképek a terep domborzatát is ábrázolják, és műszaki szemléletű térképeknek tekinthetők. Ezek a térképek részletes információkat nyújtanak a tereptárgyakról, domborzati viszonyokról, és általában nem veszik figyelembe a tulajdonviszonyokat, csupán a terep jellegét. A topográfiai térképek széles körben használatosak a természetvédelemben, turizmusban, valamint a katonai és polgári tervezésben, mivel megbízható információkat nyújtanak a terepviszonyokról és a természetes akadályokról.

Egyéb térképek

Az egyéb térképek kategóriájába tartoznak azok a speciális térképek, amelyek különböző célokra készülnek, mint például várostérképek, közlekedési térképek, bányatérképek, erdészeti térképek, hajózási térképek és vízrajzi térképek. Ezek a térképek a felhasználási céljuknak megfelelően különböző méretarányban, ábrázolási móddal és tartalommal készülnek, és specifikus igényeket szolgálnak ki.

Térképek adathordozó szerinti osztályozása

A térképek készítése során az adathordozó is fontos szempont. Két fő típust különböztetünk meg: az analóg és a digitális térképeket.

Analóg térképek

Az analóg térképek hagyományos módon, papírra, fóliára vagy filmre rajzolt vagy nyomtatott térképek. Ezek a térképek évszázadokon keresztül a térképészet alapját képezték, és még ma is sok területen használatosak. Az analóg térképek előnye, hogy könnyen hozzáférhetők és nem igényelnek speciális eszközöket a használatukhoz, hátrányuk viszont, hogy korlátozottan frissíthetők és nem integrálhatók digitális rendszerekbe.

Digitális térképek

A digitális térképek számszerű formában, digitális adathordozón tároltak. Ezek a térképek könnyen frissíthetők, szerkeszthetők és integrálhatók különböző GIS-rendszerekbe. Ha ezek a térképek csak átmenetileg jelennek meg a számítógép memóriájában vagy a képernyőn, virtuális térképnek is nevezzük őket. A digitális térképek a modern térképészet alapját képezik, és számos iparágban nélkülözhetetlenek a pontos és naprakész adatok kezeléséhez.

4.3. Mértékegység és méretarány

Romániában a földmérési és térképezési munkák során a mértékegységek ugyanúgy a méterrendszeren alapulnak, mint sok más országban. A hosszúság mérése méterben történik, míg a terület mértékegységei a következők:

- négyzetméter (m^2): alapvető területmértékegység, amely egy 1 méter oldal-hosszúságú négyzet területét jelenti;
- hektár (ha): egy hektár 10 000 négyzetméternek ($100\text{ m} \times 100\text{ m}$) felel meg, és általában nagyobb földterületek, például mezőgazdasági parcellák mérésére használják.

A méterrendszert Romániában a katonai topográfiai térképezés során vezették be, a polgári földmérésben is ezt alkalmazzák a 20. század eleje óta, hasonlóan más európai országokhoz. A méterrendszert megelőzően Romániában is hagyományos, például öles mértékegységeket használtak a térképezésben.

A felmérési adatok kezelése és térképekre való vetítése során a terepen mért adatokat először egy alapfelületre vetítik, majd onnan egy vetületi síkra, amely lehetővé teszi, hogy az ország egész területére egységes számításokat végezzenek. Ez a módszer biztosítja, hogy az eredmények, például a koordináták, konzisztensen megjeleníthetők legyenek a térképeken.

A térképek előállítása során a vetületi síkon elhelyezkedő adatokat arányosan le kell kicsinyíteni, hogy azok egy térképlapon (például egy A0 méretű papírlapon, amely 1 m^2) megjeleníthetők legyenek. Az eredeti méretarány megtartása esetén gyakorlatilag lehetetlen lenne az ország nagyobb területeit egyetlen térképlapon ábrázolni.

Románia területe körülbelül 238 397 km², amely szintén rendkívül nagy ahhoz, hogy eredeti méretben ábrázolni lehessen egy térképlapon. A területi adatokat ezért különböző méretarányokban jelenítik meg, hogy a szükséges részletességben láthatóvá váljanak a térképeken.

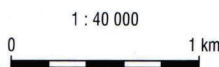
A térképek méretaránya (M) egy arányszám, amely azt mutatja meg, hogy a valós hosszak a vetületi síkon mennyivel vannak lekicsinyítve a térképen. Például egy 1:50 000 méretarányú térképen 1 cm a térképen 500 métert jelent a valóságban. Ez az arányszám segíti a térkép használóját abban, hogy a térképen mért távolságokat pontosan le tudja fordítani a valós távolságokra.

Az M méretarány egy olyan arányszám, amely törtként értelmezhető: a számlálóban mindig az 1 szerepel, míg a nevezőben az m méretarányszám. Ez a szám azt jelzi, hogy a térképen megjelenített hosszak hányszor kisebbek, mint azok valódi vetületi hossza. A gyakorlati használatban a méretarányt nem tört alakban, hanem arány formájában írják fel: $M = 1$. A méretarány és a méretarányszám között fordított arányosság áll fenn: minél kisebb az m értéke, annál nagyobb a méretarány. Például az $M = 1:500$ nagy méretarányú térkép, míg az $M = 1:500\,000$ kis méretarányú.

A térképeken található aránymértékek fontos szerepet játszanak a mérések gyors és pontos végrehajtásában. Ezek az aránymértékek a térképek méretarányához igazodva jelennek meg, lehetővé téve a felhasználók számára, hogy egyszerűen leolvassák a valós távolságokat a térképről.

Az aránymértékeknek általában két rész található: egy főbeosztás a 0-tól jobbra, amely a méretarányhoz igazodva osztja be a távolságokat, és egy segédbeosztás a 0-tól balra. A segédbeosztás célja, hogy pontosabb leolvasást biztosítson, különösen a főbeosztás tizedrészeinek meghatározásakor. Ez a kialakítás segít abban, hogy a felhasználók akár a kisebb távolságokat is könnyedén mérhessék a térképen, növelve ezzel a mérési pontosságot és hatékonyságot.

Az egyszerű aránymérték így nemcsak a hosszúság pontos meghatározását, hanem a térképhasználat gördülékenységét is biztosítja, különösen akkor, amikor a részletes elemzésekhez szükségesek a finomabb beosztások (30. ábra).



30. ábra. Méretarány megjelenítése

4.3.1. Numerikus méretarány

A numerikus méretarány törtalakban vagy osztás formájában fejezhető ki ($1/N$ vagy 1). A térképezésben alkalmazott méretarány esetében a számláló mindig egységnyi, míg a nevező (N) egy pozitív egész szám, amely azt mutatja meg, hogy a terepi távolság hányszor nagyobb a térképen vagy tervrajzon lévő megfelelő

távolsághoz képest. Más szóval, a méretarány nevezője megmutatja, hogy a valós hosszak mennyivel lettek lekicsinyítve ahhoz, hogy elférjenek a térképen vagy tervrajzon. Ha a nevező értéke kisebb, az nagyobb méretarányt jelent, míg nagyobb nevező esetén a méretarány kisebb.

A topográfiai térképek és tervek készítéséhez használt numerikus méretarányok az alábbi törtfalakból származnak:

$$\frac{1}{10^n}, \frac{1}{2 \times 10^n}, \frac{1}{2.5 \times 10^n}, \frac{1}{5 \times 10^n},$$

ahol n pozitív egész szám, amely meghatározza a léptéket.

Erdélyben, Bánságban és Bukovinában a mezőgazdasági kataszterben továbbra is használnak régi kataszteri terveket, amelyeket 1:1440, 1:2880, és 1:7200 méretarányban készítettek, és amelyek a régi, a terepen és a tervrajzokon 1919 előtt használt mértékegységek arányát tükrözik.

A mezőgazdaság, kertészet és agrárkataszter területén gyakran használnak topográfiai-kataszteri terveket 1:10 000, 1:5000 vagy 1:2000 méretarányban. Kis gazdaságok, ültetvények, parkok vagy mezőgazdasági épületek tervezéséhez általában még nagyobb méretarányú terveket alkalmaznak, mint például 1:1000 vagy 1:500.

A méretarány általános képlete:

$$\frac{d}{D} = \frac{1}{N},$$

ahol:

d : a terven vagy térképen mért távolság,

D : a terepen mért távolság, melyet vízszintesre redukáltak,

N : a numerikus méretarány nevezője.

A proporciós törvény alapján, ha a három paraméter közül kettő ismert, a harmadik kiszámítható:

$$d = \frac{D}{N}, D = d \times N, N = \frac{D}{d}.$$

Például ha a terepi távolság $D = 150$ méter, és a térkép méretaránya 1:5000, akkor a térképen lévő távolság:

$$d = \frac{150}{500} = 30 \text{ mm}.$$

Kataszteri térképek Romániában

Romániában a kataszteri térképek kulcsfontosságúak a földterületek nyilvántartásában és a mezőgazdasági tervezésben. A régi tervek, amelyek még az 1919 előtti időszakra nyúlnak vissza, ma is használatosak bizonyos régiókban,

különösen Erdélyben és Bukovinában. Ezek a régi térképek még a régi mértékegységekhez igazodnak, és ezeken az egységek a modern rendszerektől eltérő méretarányokban készültek.

Az újabb kataszteri térképek, amelyek a Gauss–Krüger-vetületi vagy a Stereo70 vetületi rendszert használják, pontosabb és részletesebb adatokat szolgáltatnak, amelyeket 1:10 000, 1:5000 vagy még nagyobb méretarányban készítenek. A vetületi rendszerek modernizálása, beleértve az UTM-vetület alkalmazását, lehetővé tette a pontosabb és szabványosított térképkészítést az ország különböző részein. A méretarányok pontos megértése elengedhetetlen a térképek helyes használatához, mivel a földmérési, kataszteri és mezőgazdasági feladatok szempontjából kritikus a valós távolságok pontos leképezése és mérése.

4.3.2. Grafikus méretarány

A grafikus méretarány a numerikus méretarány grafikus ábrázolása, amely megkönnyíti a térképen szereplő távolságok gyors és pontos meghatározását. A grafikus méretarány három fő típusban jelenik meg, attól függően, hogyan készítik el és milyen célt szolgál. Ezek a típusok: egyszerű grafikus méretarány, talonnal ellátott grafikus méretarány és keresztgrafikus (transzverzális) méretarány.

a) Egyszerű grafikus méretarány talon nélkül

Az egyszerű grafikus méretarány talon nélkül egy olyan ábrázolás, amelyen az egyenlő osztásokból álló vonalat fokozatosan növekvő számokkal látják el. Az ábrázolás a bal oldalon 0-val kezdődik, majd jobbra haladva növekvő számok jelennek meg.

Az osztások egyenlő hosszúságúak, és az úgynevezett „bázis” vagy a méretarány modulja fejezi ki az adott távolságot a valóságban, amit a térkép síkjára vetítenek. Az intervallum hosszát úgy számolják ki, hogy 10 cm-t elosztanak a méretarány nevezőjének első számjegyével. Például ha a méretarány 1:5000, akkor az osztásokat 2 cm hosszúságúra állítják.

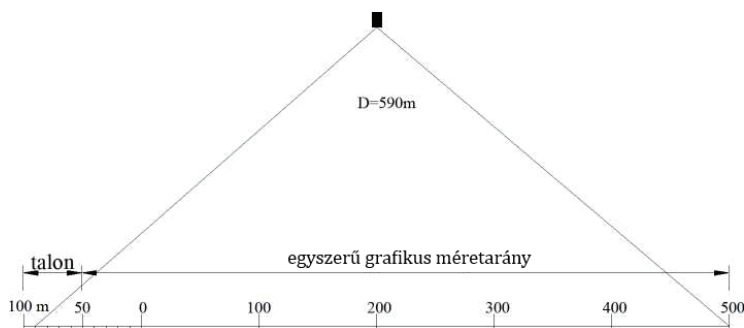
Az egyszerű grafikus méretarány pontossága viszonylag korlátozott, mivel az osztások közötti távolságokat hozzávetőlegesen kell meghatározni (31. ábra).



31. ábra. Egyszerű grafikus méretarány

b) Egyszerű grafikus méretarány talonnal

A talonnal ellátott egyszerű grafikus méretarány hasonló az előzőhöz, de itt az eredeti 0 osztás bal oldalán egy kisebb, segédosztás található, amelyet „talon”-nak nevezünk. A talon lehetővé teszi a kisebb mértékegységek pontosabb leolvasását (32. ábra).



32. ábra. Talonnal rendelkező egyszerű grafikus méretarány, forrás: Valeriu Moca, 2002

Például egy 1:5000 méretarányú térképen a talon segítségével 100 méter valódi távolságot 2 cm-ként jelenítenek meg a térképen. A talont 10 egyenlő részre osztják, mindegyik 2 mm-es grafikus hosszúsággal rendelkezik. A talonon kívül elhelyezkedő fő osztások 2 cm-esek, amelyek a térképen a nagyobb távolságok mérésére szolgálnak.

A grafikus méretarány pontossága a következő képlettel számítható ki:

$$P = M / t,$$

ahol:

- P a méretarány pontossága (méterben), amely a bázis értékének tizedrésze,
- M a bázis (méterben),
- t a talon osztásainak száma.

Egy adott távolság meghatározásához a térképen egy távolságmérő segítségével leolvassuk a mért távolságot, és a talonnal ellátott grafikus méretarány megfelelő pontjához igazítjuk. Például ha a térképen a mért távolság 590 méter, akkor a távolságmérő egyik vége az 500 méteres jelzésnél, a másik vége pedig a talon 90 méteres jelzésénél helyezkedik el.

c) Keresztgrafikus (transzverzális) méretarány

A keresztgrafikus méretarány az egyszerű grafikus méretarány talonnal továbbfejlesztett változata. Itt a fő osztásokon kívül további 10 párhuzamos vonalat rajzolnak, amelyek lehetővé teszik a pontosabb mérést. Az osztásokat függőleges vonalakkal jelölik, amelyeket további vízszintes és ferde vonalakkal egészítenek ki. Ezek a vonalak segítenek a térképen szereplő kisebb távolságok még pontosabb meghatározásában.

A keresztgrafikus méretarány lehetőséget biztosít arra, hogy rendkívül precízen mérjünk a térképen. Az ilyen típusú méretarányt gyakran használják olyan

helyzetekben, ahol a nagy pontosságú távolságmérés kiemelt jelentőséggel bír, például mérnöki vagy topográfiai munkálatok során.

A grafikus méretarány jelentősége

A grafikus méretarányok használata különösen fontos, amikor a numerikus méretarány pontos leolvasása nem elegendő, vagy vizuális távolságmérést kell végeznünk. Míg a numerikus méretarány általában a térképek címoldalán szerepel, a grafikus méretarány segíti a felhasználót abban, hogy gyorsan és egyszerűen leolvassa a távolságokat anélkül, hogy további számításokra lenne szükség. A precíz mérés elengedhetetlen például mezőgazdasági területek, építési területek vagy erdészeti parcellák meghatározásánál.

A különféle grafikus – egyszerű, talonnal ellátott és keresztgrafikus – méretarányok mind más-más pontosságot és precizitást biztosítanak, így a felhasználók különféle helyzetekben és munkaterületeken is választhatják a számukra megfelelő típust. A grafikus méretarány kiválasztása gyakran a térkép méretarányától és a szükséges pontosság mértékétől függ.

Összességében a grafikus méretarányok segítik a térképeken szereplő távolságok gyors, pontos és egyszerű mérését, ezáltal kulcsfontosságú eszközként szolgálnak a mindennapi és szakmai térképhasználat során is.

4.4. A térképek jelene és jövője

A topográfiai térképezéshez és tervek készítéséhez a modern technológiák, mint a GPS, a lézerszkennelés, valamint a műholdas térképek bevonása, egyre fontosabb szerepet játszanak. Ezek a technológiák nemcsak gyorsabbá, hanem sokkal pontosabbá is teszik a térképezési folyamatokat.

A GPS-technológia lehetővé teszi a terepen végzett mérések magas pontosságú meghatározását. A távérzékelés, beleértve a műholdas képeket és a drónok által gyűjtött adatokat, rendkívül hasznos a nagy területek gyors felmérésében és részletes elemzésében.

A lézerszkennelés (LIDAR) különösen hasznos a pontos domborzati modellek létrehozásában. A technológia segítségével rendkívül részletes térképek és 3D-modellek készíthetők, amelyek számos mérnöki és tudományos területen alkalmazhatók.

A digitális térképezés, valamint a GIS integrációja lehetővé teszi a térképek interaktív kezelését és a térbeli adatok széles körű elemzését. A GIS-rendszerekben tárolt térképek könnyen frissíthetők és különféle elemzési feladatokra használhatók, mint például környezeti hatásvizsgálatok, várostervezés vagy infrastruktúra-fejlesztés.

A modern technológiák révén a térképek és tervek már nem csupán szakmai eszközök, hanem a mindennapi élet részévé is váltak. Az okostelefonokon elérhető térképszolgáltatások, mint a Google Maps vagy a Waze, lehetővé teszik a valós idejű navigációt és információszerzést, amely alapvető eszközzé vált a közlekedés és a logisztika terén.

A térképezési technológiák fejlődése számos új kihívást is hozott magával, különösen az adatvédelem és a biztonság területén. Ahogy a térbeli adatok egyre inkább hozzáférhetőek és felhasználhatók, úgy nő az igény a pontos és megbízható adatok biztosítására, valamint a személyes adatok védelmére. Emellett a térképek és tervek készítése során figyelembe kell venni a környezeti és társadalmi hatásokat is, különösen a várostervezés és az infrastruktúra-fejlesztés területén.

Összességében a topográfiai térképek a mérnöki, tudományos és mindennapi élet nélkülözhetetlen eszközei. A technológia fejlődése lehetővé teszi ezeknek az eszközöknek a folyamatos megújulását, egyre pontosabb és részletesebb képet nyújtva világunkról.

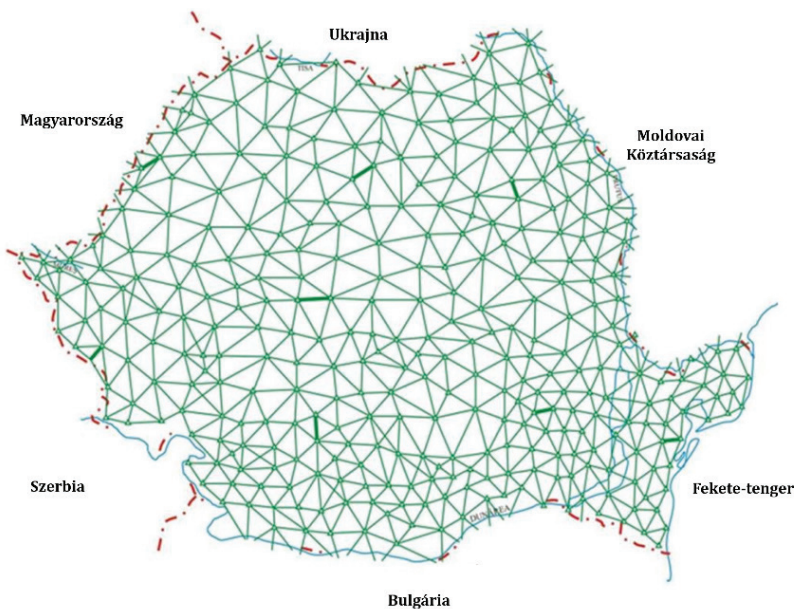
5. TOPOGRÁFIAI MÉRÉSEK A GYAKORLATBAN

A *planimetria* a topográfia azon ága, amely a terepi pontok síkbeli helyzetének meghatározásával foglalkozik, ideértve az ehhez szükséges eszközöket, műszereket és mérési módszereket is. A planimetriai felmérés során a terepi részletek pontjainak helyzetét a következő alapelvek mentén határozzák meg:

- Alapvetően a részletpontok planimetriai meghatározását egy már meglévő alapponton, a *geodéziai háromszögelési hálózat* pontjain kell végezni. Amennyiben ilyen hálózat nem áll rendelkezésre, először egy helyi háromszögelési hálózatot kell kialakítani.

- Az alappontok korábbi és újonnan meghatározott pontjait, amelyeket topográfiai módszerekkel határoztak meg, felhasználják az új pontok felméréséhez. Minden mérési művelet kapcsolódik a már ismert (rég) pontokhoz és az újonnan meghatározandó (új) pontokhoz.

- Mivel a topográfiai térkép egy ortogonális vetület, a terepen mért távolságokat horizontális síkra kell redukálni, azaz a domborzati eltéréseket figyelembe kell venni.



33. ábra. Országos fő háromszögelési hálózat, forrás: CNC, 2013

Jelenleg Románia egy kompakt geodéziai háromszögelési hálózattal rendelkezik, négy sorrendben, kétdimenziós helyzetben $\pm 10\text{-}15$ cm pontossággal, 20 km-enként körülbelül 1 pont sűrűséggel. Az ország háromszögelési hálózata az ország teljes felületének egységes lefedettségét biztosítja.

Az országos geodéziai hálózat a geodéziai háromszögelési hálózathoz áll (27. ábra), a magasabb rendűtől alsóbb rendű felé haladva, az I., II. és III. rendi pontok, amelyek mentén elhelyezkednek, párhuzamosok és meridiánok alkotják. Az úgynevezett elsődleges hálózat a szomszédos államok hálózataival kapcsolódik össze, meghatározásában a Föld görbületét is figyelembe veszik. Továbbá az alacsonyabb rendű geodéziai háromszögelési hálózathoz – amelyet topográfiai háromszögelésnek is neveznek – ezek IV. és V. rendűek, meghatározásukkor pedig a Föld görbületét már figyelmen kívül hagyják (33. ábra).

5.1. A topográfiai pontok kijelölése és jelzése

Az összes támogató és felmérési hálózati pontot, valamint az újonnan meghatározott sűrítőpontokat a terepen ki kell jelölni és jelezni kell. Ezek a jelölések szolgálnak majd alapul a szükséges mérések végrehajtásához és a pontok helyzetének meghatározásához.

A topográfiai pontok kijelölése azt jelenti, hogy a terepen fizikailag rögzítik azok helyzetét, hogy később meghatározhassák a topográfiai pozíciókat, illetve kapcsolatot létesítsenek a térkép és a terep között. A topográfiai pontok jelölése lehet ideiglenes vagy végleges, a pontok fontosságától és a hálózat jellegétől függően. A pontokat alappontoknak és részletpontoknak is nevezzük.

A topográfiai mérési eljárások az elmúlt évtizedekben jelentős fejlődésen mentek keresztül a technológiai innovációk következtében. A hagyományos módszerek mellett, mint a háromszögelés vagy poligonozás, a modern GPS-alapú helymeghatározó rendszerek (mint a GNSS) ma már lehetővé teszik a terepi pontok gyors és rendkívül pontos meghatározását globális koordináta-rendszerben. Ezek a rendszerek a topográfiai mérések során is egyre inkább elterjedtek, különösen nagy kiterjedésű területek felmérésénél, ahol a hagyományos módszerek időigényesebbek és kevésbé praktikusak.

A mérési eljárások és eszközök fejlődése mellett a pontok tartós megjelölése, illetve azok topográfiai rögzítése is változott. A korábban elterjedt mechanikus mérési módszereket a digitális adatgyűjtési és -feldolgozási technológiák váltották fel, amelyek nemcsak gyorsabbak, hanem sokkal nagyobb pontosságot is biztosítanak.

5.1.1. A topográfiai pontok típusai

Ideiglenes vagy átmeneti jelölés

Általában a terepi részletező pontok esetében alkalmazzák mind külterületen, mind belterületen. Az ideiglenes jelöléshez használhatnak fából készült cölöpöket, fémpóznákat vagy kisebb betonoszlopokat. A fából készült cölöpöket keményfából (tölgy, gyertyán, szil) készítik, és hosszuk 20–50 cm között mozoghat, keresztmetszetük kerek vagy négyzetes alakú, egyik végük hegyes, míg a másikon topográfiai azonosító jelzés található (34. ábra).



34. ábra. Ideiglenes vagy átmeneti jelölés

Végleges jelölés

A háromszögelési hálózat pontjai esetében alkalmazzák, ahol a jelölést betonból, vasbetonból vagy faragott kőből készült oszlopokkal végzik. Ezek az oszlopok általában csonkagúla alakúak, négyzetes alapúak. Az I., II., III. és IV. rendű geodéziai háromszögelési pontok jelölésére használt betonozott oszlopok méreteit különféle szabványok rögzítik. Az oszlopok tetején fémből készült jelzőpontok vagy csavarok találhatók, amelyek pontos matematikai helyzetet biztosítanak a terepen.

Főbb eszközök

Cölöp (keményfa): a cölöpök tartós, stabil pontjelekként szolgálnak. A keményfából (pl. tölgy) készülő cölöpök körülbelül 30-50 cm hosszúak, egyik végük hegyes, így könnyen a talajba rögzíthetők. Ezeket általában kevésbé tartós pontokhoz használják, de megbízhatóan rögzítik a kitűzési helyzetet.

Kitűzőrúd: a kitűzőrudak, amelyeket alumíniumból, fából vagy műanyagból készítenek, magasabb pontosságot igénylő méréseknél használnak. Ezek a rudak 2-3 méter hosszúak és 3-6 cm átmérőjűek, így alkalmasak arra, hogy precíz pontokat jelöljenek ki a mérési hálózatban.

Tripód és állványos gúla: ezek az eszközök a geodéziai mérések során állandó pontokhoz alkalmazhatók. Fából, fémből vagy vasbetonból készülnek, és a háromlábú állvány vagy a gúla szerkezet biztosítja a stabil elhelyezést. A stabil pontok szükségesek például triangulációs méréseknél, ahol nagy területek összekapcsolása a cél.

Állványos gúla: a geodéziai mérések során használják, különösen ott, ahol a terepviszonyok vagy az időjárási körülmények miatt nagyobb stabilitás szükséges. Az állványos gúlák földbe süllyeszthetők, biztosítva ezzel az eszközök megfelelő helyzetét.

A végleges pontjelzés kulcsfontosságú a kitűzés során, mivel ezekhez a pontokhoz igazítják a többi mérést. Minden mérési művelet első lépése a referencia-pontok pontos meghatározása és azok rögzítése, hogy a későbbi mérési eredmények egységesek legyenek. A pontjelzéseket különböző anyagokból készítik, amelyeket a terepviszonyoknak megfelelően választanak ki, figyelembe véve a stabilitást és az időtartamot. A végleges jelöléshez tartozik az alappont alatti réteg megjelölése is, amelyhez betonlapokat vagy téglákat használnak, ezekbe öntöttvas jeleket vagy más, gravírozott markereket helyeznek (35. ábra).



35. ábra. Végleges topográfiai pontok kijelölése, forrás: Varga Imre, 2015

Alappontok:

Az alappontok (geodéziai alappontok) olyan referenciapontok, amelyek a mérési hálózat kiindulási pontjait jelentik. Ezeket a pontokat nagy pontossággal határozzák meg, és rendszerint állandóan rögzítik a terepen, hogy hosszú távon is rendelkezésre álljanak. Az alappontok koordinátái (vízszintes és magassági adatok) ismert és megbízható értékek, amelyeket a mérési hálózat további pontjainak meghatározásához használnak. Az alappontok között található triangulációs pontok és poligonális pontok is, amelyek általában olyan stabil eszközökkel vannak megjelölve, mint például betonoszlopok, fémtüskék vagy más tartós építmények.

Az alappontok hálózata biztosítja a felmérési pontosságot, mivel ezekre a pontokra épül a teljes mérési rendszer. A hálózat lehet országos szintű, és gyakran többrendű (pl. I., II., III., IV. rendű) pontokból áll. Az alappontok nagy pontosságú, állandóan rögzített pontok, amelyek a mérési hálózat alapját képezik.

Részletpontok:

A részletpontok ezzel szemben olyan terepi objektumok vagy jelenségek pontos helyének meghatározására szolgálnak, amelyek nem állandó pontok. Ezeket a pontokat az alappontokhoz képest mérik fel, és gyakran ideiglenes jellegűek, például egy építkezés során meghatározott pontok, épületek, utak, határvonalak vagy más topográfiai elemek helyzete. A részletpontok pontos meghatározása elengedhetetlen a térképészeti felmérések és az építkezési projektek szempontjából.

Ezeket a pontokat az alappontok koordinátái alapján számítják ki, így biztosítva a precizitást. Az ideiglenes jellegük miatt gyakran fából, fémből vagy műanyagból készült jelzőkkel rögzítik őket a terepen.

A részletpontok a terepi részletek helyének ideiglenes, de precíz meghatározására szolgáló pontok, amelyek az alappontokhoz képest mérhetők fel.

A pontok jelölésének szabályai

Az alappontok végleges jelölésénél bizonyos szabályokat kell betartani:

- Az oszlop és az alappont alatti réteg tengelyeinek egybe kell esniük a függőleges irányban, azaz a pont jelölése szigorúan függőleges kell legyen.
- A felszíni és az alatti jelölések pontosan ugyanazon a függőleges vonalon kell elhelyezkedjenek, legfeljebb 1 cm eltérés megengedett.
- A felszín és az alappont közé egy jelzőréteget helyeznek, amely általában 3-5 cm vastagságú, és tört téglából áll, jelezve az alappont közeledtét.

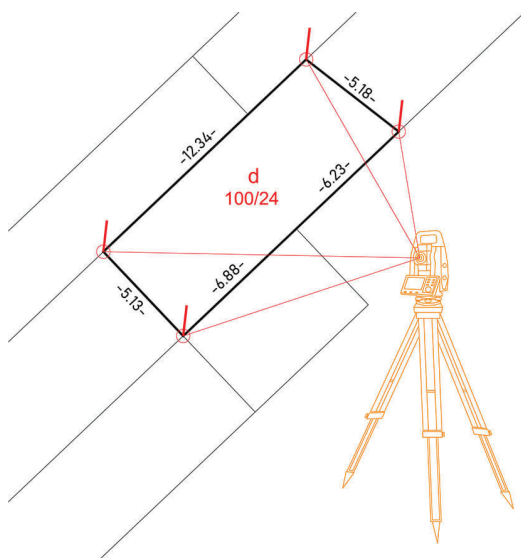
A geodéziai mérőtorony egy földmérési célokat szolgáló építmény, amelyet elsődlegesen a pontos és stabil geodéziai mérések támogatására építettek. Romániában az 1970-es években kezdődött el ezeknek a tornyoknak az építése, különösen az országos vízszintes alapponthálózat elsőrendű pontjai fölél. E tornyok több szempontból is kulcsszerepet játszottak a geodéziai feladatok megvalósításában.

5.1.2. Teodolitokkal vagy mérőállomásokkal végzett poligonációk

A poligonáció a pontok koordinátáinak meghatározására szolgáló eljárás, amelyet teodolitokkal vagy modern mérőállomásokkal végeznek. Ez a módszer elsősorban az alappontok pontos felmérésére és az építési munkák koordináta-rendszerbe helyezésére alkalmas.

A poligonáció módszere

A poligonáció során a mérőállomásokat vagy teodolitokat egymáshoz képest meghatározott pontokon helyezik el. A pontok közötti távolságokat és a szögeket pontosan megméri, majd a kapott adatokat matematikai módszerekkel dolgozzák fel a pontok koordinátáinak meghatározása érdekében (36. ábra).



36. ábra. Mérőállomással végzett poligonizáció, forrás: Vörös Attila, 2024

Koordinátaszámítás

A pontok koordinátáinak kiszámítása a mért szögek és távolságok alapján történik. A számítási eljárás során a következő lépések történnek:

1. a mért adatok alapján a szögek és távolságok vízszintes vetítésének elvégzése;
2. a kezdőpont koordinátáinak ismeretében a következő pont koordinátáinak kiszámítása a távolság és az irányszög (vagy vízszintes szög) felhasználásával történik.

Ehhez a következő képleteket alkalmazzuk:

$$\Delta X = d \times \cos(\alpha)$$

$$\Delta Y = d \times \sin(\alpha),$$

ahol:

- d a két pont közötti vízszintes vetületű távolság (m),
- α az irányszög (az északi irányhoz viszonyított szög, fokban vagy radiánban),
- ΔX , ΔY pedig a koordinátakülönbségek a kezdőpont és a számítandó pont között.

3. A számított koordinátakülönbségek hozzáadásával vagy kivonásával kapjuk meg az új pont koordinátáit:

$$X_2 = X_1 + \Delta X$$

$$Y_2 = Y_1 + \Delta Y,$$

ahol:

- X_1 , Y_1 a kezdőpont koordinátái,
- X_2 , Y_2 a keresett pont koordinátái.

4. A további pontok koordinátái hasonló módon, láncszerűen számíthatók ki, ha az előző pont koordinátái és a hozzá tartozó szög és távolság ismertek.

Ez az eljárás az ún. előrehaladó számítás (menetvonal-számítás) alapja, amelyet geodéziai felmérések során gyakran alkalmaznak nyílt vagy zárt sokszögelési hálózatok koordinátáinak meghatározásához.

Szükség esetén természetesen számolni kell a szög- és távolságmérések korrigálásával is, például irányszög-kiegyenlítéssel vagy zárási hibák elosztásával.

5.2. A geodéziai mérőtorony

A geodéziai mérőtornyok funkciói és jelentősége:

Pontvédelem: A tornyok egyik legfontosabb szerepe az alapponthálózat pontjainak védelme. A geodéziai alapponthálózat elsőrendű pontjai nagy precizitással határozták meg, ezért fontos, hogy ezeket a pontokat tartósan és biztonságosan rögzítsék. A tornyok megépítésével biztosították, hogy a pontok ne sérüljenek meg, és hosszú távon is felhasználhatók legyenek.

Messziről is irányozhatók: A tornyok másik fontos funkciója az, hogy lehetővé tették a nagy távolságok közötti irányzást. Mivel a geodéziai feladatok közé tartozik a sokszögelés, illetve a trianguláció, ezekhez olyan pontokra volt szükség, amelyek nagy távolságból is jól láthatóak. A mérőtornyok révén ez megvalósítható volt, mivel magas szerkezetük könnyen észlelhető volt nagyobb távolságról is.

Pontosság és stabilitás: A mérőtornyok hozzájárultak a nagy pontosságú mérések kivitelezéséhez, különösen a hosszú távú geodéziai feladatokban, mint például a térképezés és a földrajzi adatok meghatározása. Ezek az építmények biztosították, hogy a mérési eredmények megbízhatóak és stabilak legyenek.

Manapság, a technológia fejlődésével, például a GPS és a modern mérési eszközök elterjedésével a geodéziai mérőtornyok jelentősége csökkent. A földmérők már ritkán használják ezeket, és ha igen, akkor is legfeljebb tájékozó iránynak. Az új technológiák ugyanis lehetővé teszik a pontos méréseket anélkül, hogy a tornyok fizikai jelenlétére lenne szükség.

Szerkezetük és építési módjuk:

A tornyok általában stabil alapokra épültek, és olyan anyagokból készültek, amelyek biztosítják a hosszú élettartamot és a környezeti hatásokkal szembeni ellenállást. Az építés során figyelembe vették a helyi terepviszonyokat és az irányzás szempontjából ideális elhelyezkedést, hogy minél jobban támogassák a geodéziai hálózat működését.

A geodéziai mérőtornyok az 1970-es években kulcsszerepet játszottak Románia alapponthálózatának fenntartásában és a hosszú távú geodéziai munkákban. Noha manapság már kevésbé használatosak, történelmi jelentőségük továbbra is fontos, mivel hozzájárultak a modern térképészeti rendszerek megalapozásához (37. ábra).



37. ábra. Harasztosi geodéziai mérőtorony, forrás: Bodrogi Attila, 2021

5.3. A topográfiai felmérés folyamata

A felmérések során minden egyes jelölt pontnál elkészítenek egy topográfiai vázlatot és pontleírást, amely tartalmazza a pont számát vagy nevét, a vonatkozó térképlap azonosítóját, a pont anyagát, elhelyezését és egyéb tájékoztató

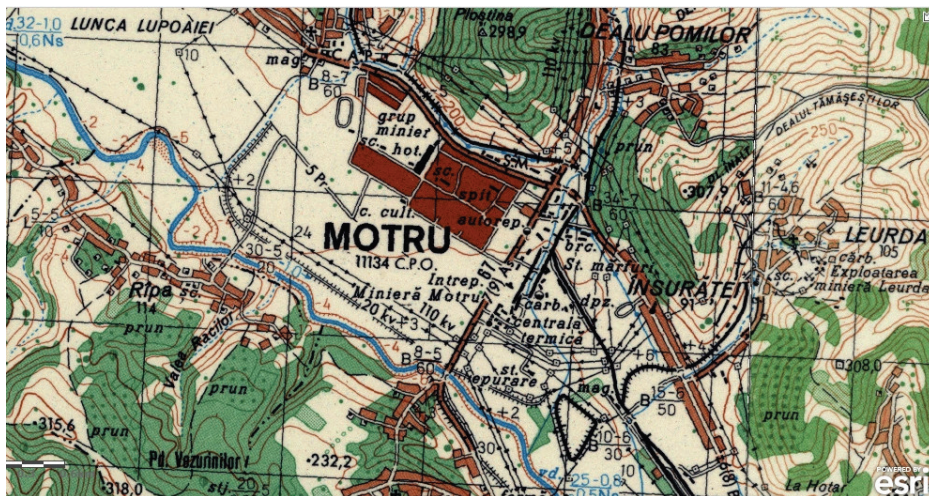
információkat. Ezen felmérési és dokumentációs folyamatok elengedhetetlenek a pontos térképészet és földmérés szempontjából, biztosítva a térképi és terepi adatok közötti pontos összhangot.

5.3.1. A topográfiai felmérés technológiái

A topográfiai térkép négy fő részből áll: síkrajz, domborzatrajz, névrajz és keretrajz, amelyek közül a földmérési munkák során elsősorban a síkrajz és a domborzatrajz elemzése és elkészítése kiemelten fontos. A síkrajz a felszíni objektumokat ábrázolja alaprajzi formában, a domborzatrajz a terep magassági viszonyait jeleníti meg szintvonalakkal.

Síkrajz

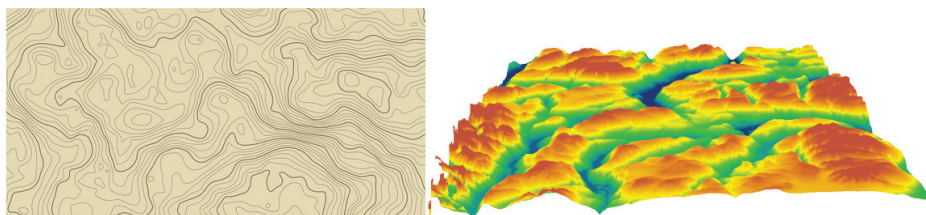
Síkrajz esetén a térképen a terepi objektumokat, például épületeket, utakat, folyókat, vasutakat és más látható tárgyakat ábrázolunk 2 dimenziós levetítéssel (38. ábra). A megjelenítési módszer alapesetben jelkulcsos technikát alkalmaz, ami egységes szimbólumok segítségével mutatja be ezeket az objektumokat. A síkrajz pontossága nagyban függ a részletmérési technikáktól. A korábbi terepi felméréseken alapuló kézi rajzolások után, ortofotók készítésén keresztül mára már elérkeztünk a digitális eszközök használatához, mint például a GPS-alapú és GNSS-technológiákhoz, amelyek növelték a hatékonyságot.



38. ábra. Topográfiai térkép 1:50 000-es méretarányban, forrás: Balaci, 2024

Domborzatrajz

A domborzatábrázolás legelterjedtebb formája a szintvonalas módszer, amely a terep magassági viszonyait az azonos magasságú pontokat összekötő szintvonalakkal mutatja be. A digitális terepmodellek (DTM) elterjedése révén az utóbbi évtizedekben nagy előrelépés történt a domborzati adatok feldolgozásában, így a térképezés pontossága és részletessége is jelentősen javult. A szintvonalas ábrázolást ma már gyakran egészítik ki digitális magassági adatokkal (DEM), ami lehetővé teszi a terep háromdimenziós megjelenítését (39. ábra).



39. ábra. Szintvonalas módszer (a) és digitális terepmodell (b), forrás: USGS Earth Explorer, 2024

Felmérési módszerek

A felmérési módszerek folyamatosan fejlődnek, és ma már két fő technológiai irányt különböztetünk meg: a helyszíni felméréseket és a fotogrammetriai eljárásokat.

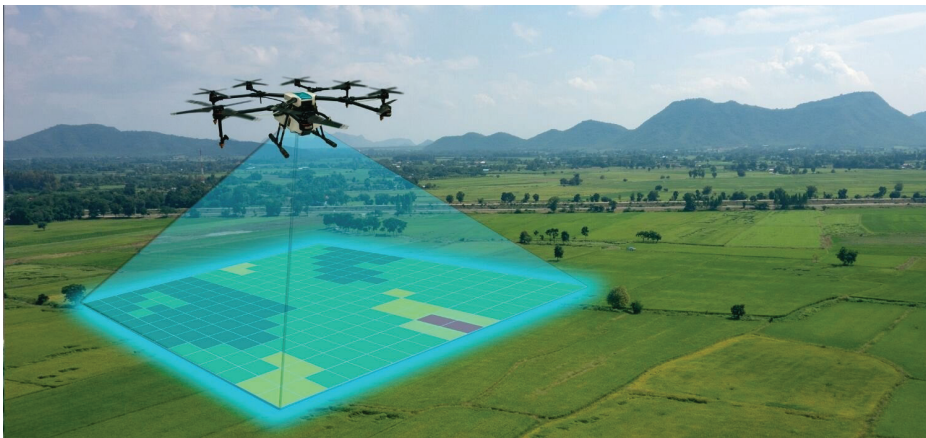


40. ábra. Mérőállomás felmérés közben, forrás: Arka Roy, 2023

Helyszíni felmérések során a méréseket közvetlenül a terepen végezzük, gyakran tahimetria (táv mérő műszerek használata) vagy klasszikus grafikus eljárásokkal

(mérőasztalos módszer). A digitális eszközök, például a mérőállomás (total station) vagy GNSS-rendszerek szerepe egyre nagyobb a gyors és pontos adatgyűjtésben (40. ábra).

Fotogrammetriai eljárások: Ezek során légi vagy műholdfelvételek alapján végzik a méréseket, ahol a térképezési adatokat fényképekből nyerik ki. A modern dróntechnológia alkalmazása is egyre gyakoribb, ami jelentősen felgyorsítja a terepfelméréseket (41. ábra).



41. ábra. Drónalapú terepi felmérés, forrás: Gronchi Luigi, 2024

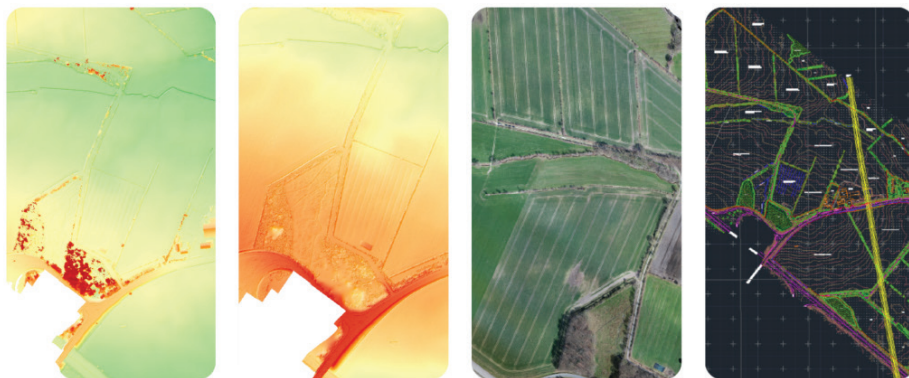
Digitális mérési módszerek: Az elektronika fejlődésével a digitális technológiák rohamos fejlődésen mentek keresztül, melyek nagy pontosságú méréseket és gyors adatfeldolgozást tesznek lehetővé. Idetartoznak:

Digitális helyszíni felmérések: például a GPS- és GNSS-technológiák, amelyek rendkívül pontos háromdimenziós koordinátákat biztosítanak.

Fotogrammetria: modern módszerekkel, például drónokkal végzett légi felmérés, amelyek fotogrammetriai feldolgozással háromdimenziós térképeket eredményeznek.

Lézerszkennelés (LIDAR – Light Detection and Ranging): egy olyan modern technológia, amely a térbeli objektumok nagy pontosságú távolságmérésén alapul, és kiválóan alkalmas nagy felbontású domborzati térképek készítésére (36 ábra).

Ezekkel a technológiákkal a topográfiai térképezés mára precízebb és gyorsabb lett, jelentősen megkönnyítve a térinformatikai adatbázisok létrehozását és frissítését. A klasszikus módszerek mellett a digitális technológia használata növeli a topográfiai térképek megbízhatóságát és részletességét, alkalmazhatóvá téve azokat különböző mérnöki, várostervezési és környezeti projektekben (42. ábra).



42. ábra. Balról jobbra: Digitális felületmodell, Digitális terepmodell, Ortomozaikus és vonalas/2D CAD., forrás: Will Hitchcock, 2023

5.4. A topográfiai kitűzés folyamata

A kitűzés egy alapvető topográfiai mérnöki művelet, amely során a terepen előzetesen megtervezett pontokat jelölünk meg, azaz a felmérési eredményeket visszük vissza a valóságba. Ez a folyamat az előző fejezet fordított irányú tevékenysége. Alapvetően a földmérési feladatok részét képezi, legyen szó építkezésekről, infrastruktúra-projektekről vagy földhasználati tervek megvalósításáról.

A kitűzés folyamatának részletezése:

1. Geometriai feltétellel adott pontok kitűzése: ez a módszer akkor alkalmazandó, ha a terepen kijelölt pontokat valamilyen geometriai elrendezés alapján kell elhelyezni.

- Egyenes kitűzése: ilyenkor a terepen két pont már ismert, és ezen egyenesen több további pontot kell kijelölni, például egy épület alappontjait.
- Vízszintes szög kitűzése: ebben az esetben a terepen adott a szög csúcspontja és egy szögszár, a feladat pedig a másik szögszár kitűzése az adott szögméret alapján.

2. Koordinátákkal adott pontok kitűzése: itt a tervezett pontok számított koordinátáit kell a terepen megvalósítani. Ehhez az adott koordináta-rendszer (helyi vagy országos) használatára van szükség.

- Vízszintes koordinátájú pontok kitűzése: ebben az esetben a terepen olyan pontokat jelölünk meg, amelyek síkkoordinátáit már ismerjük, pl. egy épület sarokpontjait vagy egy út tengelyvonalának pontjait.

- Magasságok kitűzése: magasság kitűzésénél adott pontok magasságát kell megjelölni, melyhez a terep relatív vagy abszolút magassági rendszerének ismeretére van szükség. Ezek a pontok fontosak pl. épületek alapozásánál, csatornarendszerek kialakításánál.

A kitűzés technológiai és eszközei:

1. Klasszikus kitűzési módszerek:

- Teodolit és mérőszalag: a hagyományos módszerek közé tartozik a teodolit használata, amellyel vízszintes és függőleges szögeket mérünk. A pontok helyzetének meghatározása mérőszalaggal történik.

2. Modern kitűzési technológiák:

- Total station: a modern földmérési gyakorlatban elterjedt eszköz a total station, amely kombinálja a távolságmérést és a szögmérést. Ez lehetővé teszi a pontok nagy pontosságú kitűzését.
- GNSS-alapú kitűzés: az egyik legújabb módszer a GNSS használata, ezzel a technológiával rendkívül pontos koordinátákat tudunk meghatározni, ami különösen hasznos, ha országos vagy globális koordináta-rendszerben dolgozunk.

Pontosság és ellenőrzés:

Mivel a kitűzés mindig valamilyen terv szerint történik, elengedhetetlen a pontosság ellenőrzése. A kitűzött pontokat ellenőrző mérésekkel össze kell vetni a tervezett adatokkal. Az eltérések az adott projekt specifikációjától függően engedhetők meg, de fontos, hogy a hibák a meghatározott tűréshatáron belül legyenek.

Aktuális trendek és innovációk:

- A drónok alkalmazása a terepi felmérésekhez és kitűzési műveletekhez egyre elterjedtebbé válik. Ezek képesek légi felvételeket készíteni, amelyek alapján gyorsan és hatékonyan meg lehet határozni a kitűzendő pontokat.

- A BIM (Building Information Modeling) technológia és a térinformatikai rendszerek egyre gyakrabban kapcsolódnak össze a kitűzési folyamatokkal. A digitális modellek integrálása lehetővé teszi, hogy a terepi munkát szorosabban összehangolják a tervezési adatokkal, és valós időben ellenőrizzék a kitűzés pontosságát.

A fenti módszerek és technológiák alkalmazásával a kitűzési folyamat gyorsabbá és pontosabbá vált, hozzájárulva a modern építési és földmérési projektek sikeréhez.

5.4.1. Egyenesek kitűzése

Az *egyenes kitűzése* alapvető mérnöki feladat a terepen, amely során egy adott egyenes mentén új pontokat jelölünk ki. Ez a módszer az építési munkálatokban és a földmérésben egyaránt kulcsszerepet játszik, különösen akkor, ha hosszabb

távolságokon kell egyeneseket fenntartani. Az alábbi részletezés kiegészíti és frissíti az egyenes kitűzésének folyamatát az aktuális technológiai eszközökkel és eljárásokkal.

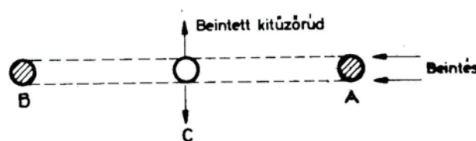
Alapvető lépések az egyenes kitűzéséhez:

1. *Feltételezés és látóvonal:* Feltételezzük, hogy a kitűzendő egyenes két végpontja látható egymás felől, vagy legalább a kitűzendő pontok területéről jól beláthatók. Ez a feltétel elengedhetetlen a pontos egyenes kitűzéséhez, különösen hosszú távolságok esetén.

2. *Műszeres eljárások:* Az egyenes kitűzése műszeres módszerekkel, például teodolittal biztosítja a nagyobb pontosságot. A teodolit szögmérő műszer, amelyet szög- és távolságmérésre használunk, így az egyenes kitűzéséhez optimális választás. A mérőállomás szintén alkalmazható, mivel pontos koordináta- és szögméréseket tesz lehetővé.

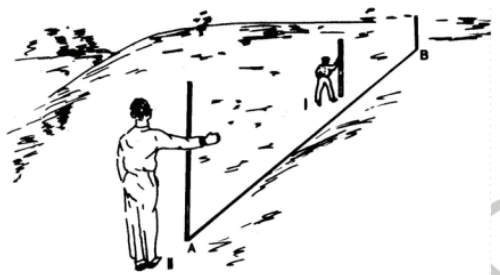
Egyenes kitűzése beintéssel:

– Az egyenes kitűzése két főt igényel, az egyik személy a teodolitnál (vagy total stationnél) áll, míg a másik személy a terepen mozog, hogy beállítsa a pontokat az egyenes mentén (43. ábra).



43. ábra. Egyenes kitűzése beintéssel, forrás: Tirpák András, 2008

– *Pontok sűrítése:* A módszer alkalmas az egyenes további pontjainak kijelölésére és az egyenes meghosszabbítására. A terepen dolgozó személy irányítást kap a műszertől, hogy az új pontokat a helyes irányban állítsa be. Az egyenes hosszabbítása során a következő pontokat a már meglévő két pont alapján jelöljük ki, egészen addig, amíg a kitűzési távolság eléri a szükséges hosszúságot (44. ábra).



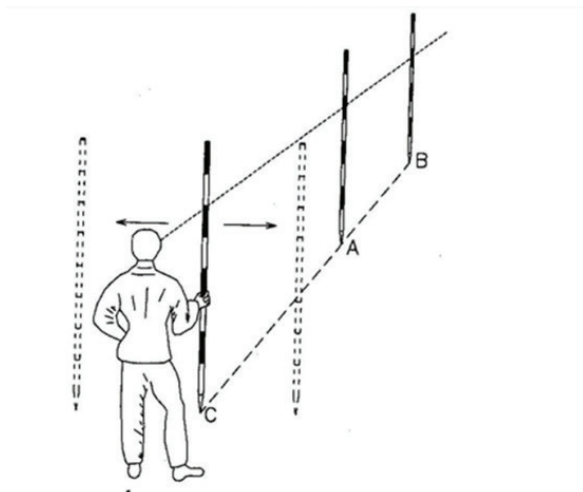
44. ábra. A pontok sűrítése, forrás: Tirpák András, 2008

– Az egyenes meghosszabbítása

A módszer alkalmas az egyenes további pontokkal való meghosszabbítására.

Egy személy jelenlétével elvégezhető, a teodolit vagy mérőállomás segítségével is meg kell célozni az egyenes folytatását, míg a mérőlécet vagy a prizmat a kívánt távolságban kell elhelyezni úgy, hogy a műszeren lévő irányzék végig a prizmára legyen irányítva.

Ha szükséges, finoman mozgatható a prizma a vonal meghosszabbítása érdekében, miközben a műszeren keresztül ellenőrzi az irányt. Ugyanez a tevékenység szabad szemmel is elvégezhető (45. ábra).



45. ábra. Az egyenes meghosszabbítása, forrás: Tírpák András, 2008

Aktuális technológiák

Az egyenes kitűzésének modern technológiai jelentős mértékben megkönnyítették a terepi munkákat. A GNSS-rendszerek használata lehetővé teszi a pontok kijelölését globális koordináta-rendszerben, akár korlátozott látási viszonyok mellett is. Ez a technológia forradalmasította az építőipari és földmérési projekteket, különösen ott, ahol a hagyományos látóvonal-alapú módszerek nehezen alkalmazhatók.

Lézeres távolságmérés:

Az egyenes kitűzésekor alkalmazott modern eszközök közé tartozik a lézeres távolságmérő is, amely gyorsan és pontosan képes meghatározni a pontok közötti távolságokat. Ezek az eszközök ideálisak hosszabb egyenesek kijelöléséhez, mivel a lézer képes átlőni nagyobb távolságokon, és vizuálisan is visszajelzi a helyes irányt.

Digitális adatrögzítés és -feldolgozás:

A terepen végzett méréseket manapság már gyakran közvetlenül digitális formában rögzítik, ami megkönnyíti az adatfeldolgozást és az ellenőrzést. A CAD-alapú rendszerek és a BIM- (Building Information Modeling) technológia integrációja segíti a tervezés és a kitűzés közötti folyamat zökkenőmentes áramlását, biztosítva a pontosságot és az időhatékonyságot.

Ellenőrzés és hibahatárok:

Az egyenes kitűzése során elengedhetetlen az ellenőrző mérések végrehajtása. Az ellenőrzések biztosítják, hogy a kitűzött pontok a terv szerinti helyen legyenek és az adott hibahatárokon belül maradjanak. A modern műszerekkel a pontosság tovább növelhető, minimalizálva a lehetséges eltéréseket.

Ezek az eljárások és eszközök hozzájárulnak a gyors és pontos terepi munkához, ami kritikus a nagy volumenű építési projektek és infrastrukturális fejlesztések szempontjából.

5.4.2. Mérési vonal kitűzése segédpontokkal és segédrudakkal

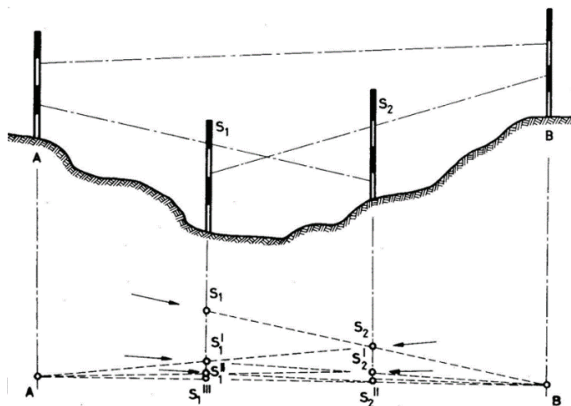
A mérési vonalak pontos kitűzése érdekében gyakran szükséges közbenső pontokat kijelölni a két végpont között. Ezt a következő módszerekkel lehet megoldani:

1. Segédpontok alkalmazása:

- *Közbenső pont kijelölése:* A mérési vonal két végpontja közé újabb pontokat csak úgy lehet kijelölni, ha az egyik végpont mögött megfelelő pozícióban felállítható a mérőeszköz, és erről a helyről egyértelműen látható a másik végpont kitűzőrúdja.
- *Láthatósági problémák kezelése:* Ha a két végpont között nincs közvetlen összelátás (például tereptárgyak vagy domborzati akadályok miatt), akkor a kitűzés egy további segédpont kijelölésével oldható meg. Ezt segédrúd alkalmazásával és fokozatos közelítéssel kell végrehajtani.

2. Segédrudak használata:

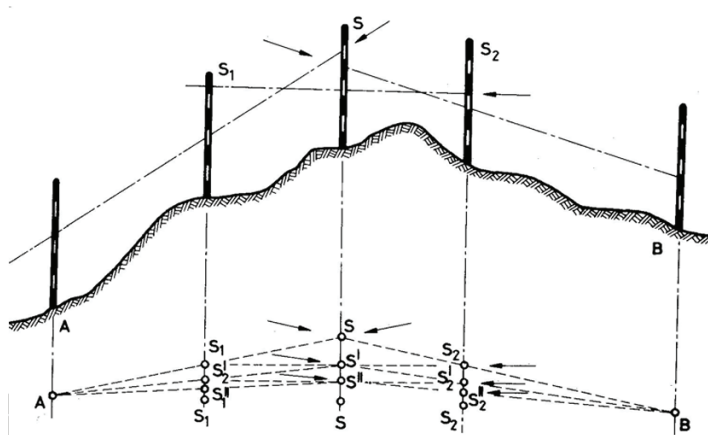
- *Mérési vonal jelölése nagy magasságkülönbségek esetén:* Amennyiben a mérési vonal egy részén jelentős magasságkülönbség van, és a mélyedésben elhelyezkedő vonal nem esik a végpontokon álló kitűzőrudak síkjába, akkor segédrudakat kell alkalmazni. Ezekkel a rudakkal biztosítható a vonal egyenessége és a mérési pontosság.

Módszerek:**1. Két segédruddas módszer**

46. ábra. Két segédruddas kitűzési módszer; forrás: Tirpák András, 2008

Ezt a módszert akkor alkalmazzák, ha a vonal közvetlen meghosszabbítására van szükség, de a végpontok közötti összelátás nem lehetséges. Két segédrudd használatával a vonal meghosszabbítható és a köztes pontok kijelölhetők (46. ábra).

2. Három segédruddas módszer: Ebben az esetben három segédruddat használnak a vonal meghatározására és finomítására. Ez a módszer különösen akkor hasznos, ha a terep domborzati viszonyai miatt a vonal pontos kijelölése bonyolultabb (47. ábra).



47. ábra. Három segédruddas kitűzési módszer; forrás: Tirpák András, 2008

5.4.3. Két egyenes metszéspontjának meghatározása

Amikor két, végpontjaiknál kitűzőrudakkal kijelölt egyenes metszéspontját kell meghatározni, a módszer megválasztása attól függ, hogy a metszéspont a két egyenes végpontjai közé esik-e, vagy az egyenesek meghosszabbításába. Két fő módszer létezik: a beintéses és beállásos kitűzés.

Beintéses kitűzés (háromszemélyes módszer):

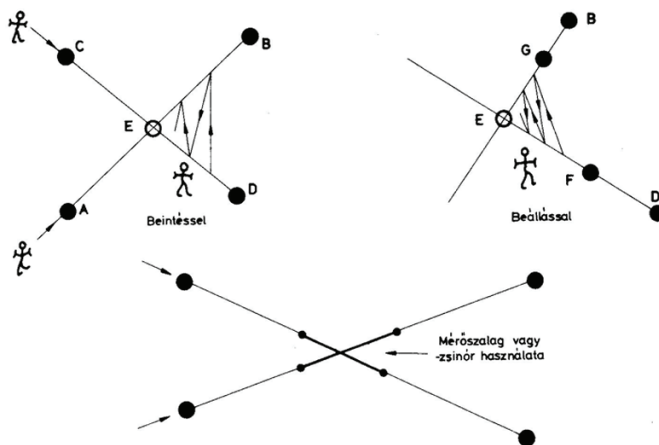
Ez a módszer ideális, ha a metszéspont közelében közvetlenül lehet dolgozni, és három személy áll rendelkezésre:

1. Személyek elhelyezkedése:

- Két személy az egyenesek egyik-egyik végpontja mögött helyezkedik el, az „A” és „C” pontokon.
- A harmadik személy (figuráns) a metszéspont közelében áll fel, kezében tartva egy kitűzőrudat, amelyet a súlypont felett két ujjal függőlegesen tart.

2. Metszéspont kijelölése:

- Első lépés: Az „A” pont mögött álló személy beintí a figuráns kezében lévő kitűzőrudat úgy, hogy az az „AB” egyenes vonalába kerüljön.
- Második lépés: Ezt követően a „C” pont mögött álló személy is beintí a kitűzőrudat a „CD” egyenesbe.
- Ismétlés: A műveletet ismételten elvégzik mindkét oldalról, felváltva az „A” és „C” pontok mögül, amíg a figuráns által tartott kitűzőrúd mindkét egyenes mentén tökéletesen fedésbe kerül a végpontokon lévő kitűzőrudakkal (48. ábra).

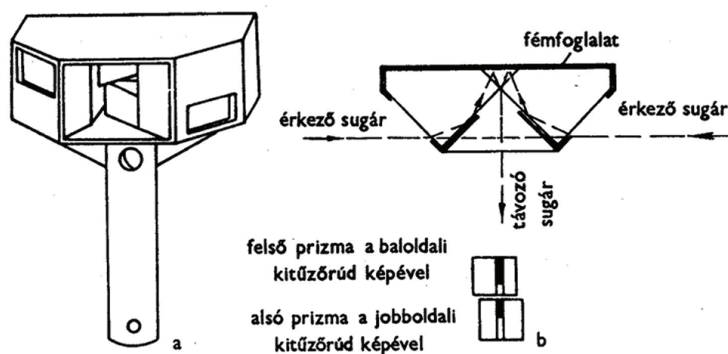


48. ábra. Két egyenes metszéspontjának meghatározása, forrás: Tírpák András, 2008

5.4.4. Derékszög kijelölése kettős szögprizmával és háromszög alapú prizmával

A háromszög alapú vagy más néven háromszögletű prizma egy speciális optikai eszköz, amely egyenlő szárú, derékszögű üveghasázból áll. Ennek a prizmának az átfogója foncsorozott tükrözőfelületként működik, amely a fényt visszaveri. Az üveghasáb alsó és felső lapját, valamint az átfogóját egy fémfoglalat fogja közre. Ehhez a fémfoglathoz csatlakozik egy fogantyú, amelynek alsó része hengeres furattal van kialakítva. Ez a fogantyú lehetővé teszi a prizma rögzítését a vetítőbotra (prizmabotra), amely a függőleges irány kijelölésére szolgál.

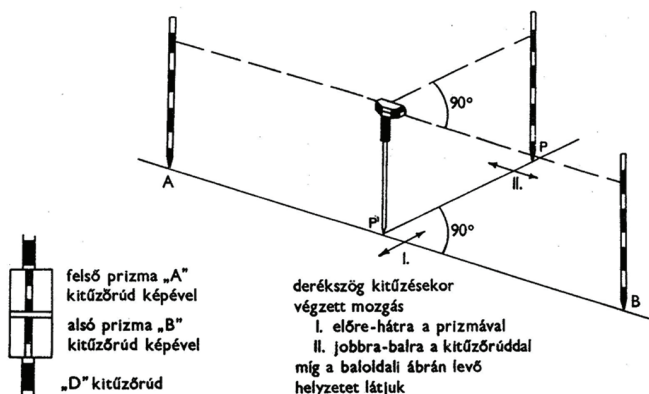
Alternatív megoldásként a vetítőbot helyett függőt is használhatunk. A függő zsinórját a fogantyú alsó részén található furaton vezetik át, amely szintén a függőleges irányt jelzi. Ezekkel az eszközökkel a fényforrásból érkező és az onnan távozó fénysugarak metszéspontját vetítik a földre, ami lehetővé teszi a pontos derékszögmérést vagy -kitűzést. A derékszög méréséhez és kitűzéséhez szükséges fénysugár útját a mellékelt ábra szemlélteti (49. ábra).



49. ábra. Derékszög méréséhez használt háromszög alapú szögprizma,
forrás: Tirpák András, 2008

Kettős szögprizma

A kettős szögprizma két háromszög alapú prizma együtteséből áll, amelyek egymás fölött, eltolva helyezkednek el egy közös foglalatban. Ezek a prizmák úgy vannak elhelyezve, hogy a foncsorozott átfogóik egy függőleges síkba esnek. A két prizma között egy kis nyílás található, amely irányzásra szolgál. Az ábrán látható sugármenet a kettős szögprizma fényútját úgy mutatja be, mintha az egyszerű szögprizma sugármenetét annak tükröképében látnánk (50. ábra).

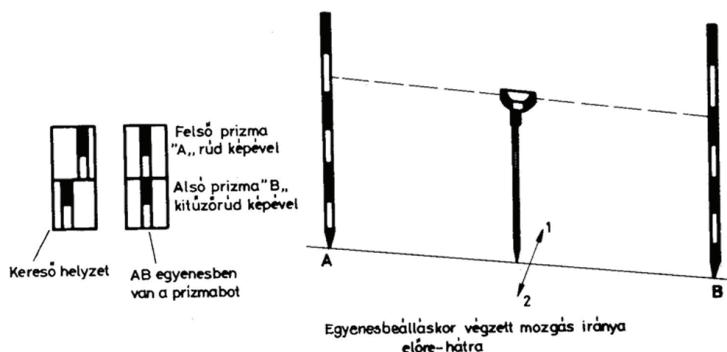


50. ábra. Kettős szögprizmával derékszög kitűzése, forrás: Tirpák András, 2008

5.4.5. Egyenesbeállítás és talppontkeresés kettős szögprizmával

Egyenesbeállítás

Az egyenesbeállítás során a cél az, hogy az A és B pontok között elhelyezett kitűzőrudak közé egy vagy több közbenső pontot pontosan kijelöljünk. Ehhez a kettős szögprizmát használjuk, amely lehetővé teszi az egyenes pontos meghatározását és a közbenső pontok kijelölését.



51. ábra. Egyenesbeállítás szögprizmával, forrás: Tirpák András, 2008

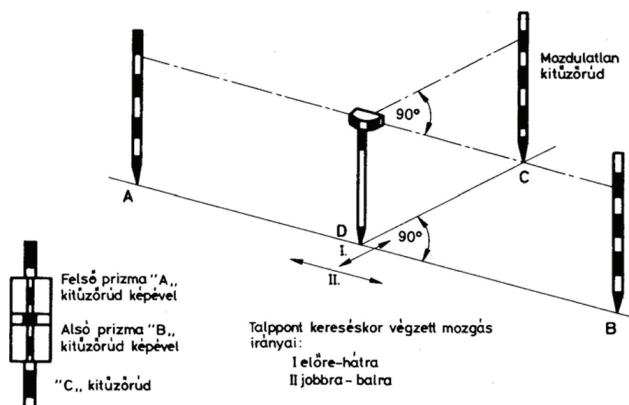
1. Kezdeti beállítás: A kettős szögprizmával először megközelítőleg beállunk az A és B pontokat összekötő egyenesre. Ezt úgy érjük el, hogy a prizma mindkét kitűzőrúd képét látjuk.

2. *Finombeállítás:* Figyelve a prizmában látható A és B kitűzőrudak képét, finommozgásokat végzünk előre vagy hátra, amíg a két kép pontosan egymás fölé nem kerül. Ez a helyzet jelzi, hogy a prizmával kijelölt pont az AB egyenesre esik.

3. *Közbenső pont kitűzése:* Amint a két rúd képe tökéletesen fedésbe kerül, a vetítőtől által kijelölt pontot rögzíthetjük az AB egyenesen. Ezt a módszert alkalmazva biztosítható, hogy az egyenes mentén minden közbenső pont pontosan a kívánt helyen legyen kijelölve (51. ábra).

Talppontkeresés

A talppontkeresés egy speciális feladat, amely a derékszögkitűzés fordított műveletének tekinthető. Ebben az esetben egy adott egyeneshez (például az AB egyeneshez) merőlegesen kell egy másik egyenest kijelölni egy meghatározott pontból (52. ábra).



52. ábra. Talppontkeresés szögprizmával, forrás: Tírpák András, 2008

1. *Kiindulási helyzet:* Az A, B és C pontokon kitűzőrudakat helyezünk el. A cél a D talppont pontos helyének meghatározása úgy, hogy ez a pont az AB egyenesen legyen, és az AB és CD egyenesek merőlegesek legyenek egymásra.

2. *Egyenesbeállítás:* Először egyenesbe állunk a kettős szögprizma segítségével úgy, hogy az A és B kitűzőrudak képét egymás fölött látjuk a prizmában. Ekkor az AB egyenes már pontosan kijelölt.

3. *Mozgás a prizmával:* Ezt követően jobbra vagy balra mozogva finomítjuk a beállítást. Addig folytatjuk a mozgást, amíg a C ponton elhelyezett kitűzőrudat pontosan egy vonalban nem látjuk az A és B kitűzőrudak egymás fölött lévő képeivel.

4. *D pont kijelölése:* Amint a C kitűzőrudat pontosan egy vonalban látjuk az A és B rudakkal, a prizmával kijelölt D pont az AB egyenesen lesz, és a CD egyenes merőleges lesz az AB egyenesre. Ez biztosítja, hogy a két egyenes pontosan 90°-os szöget zárjon be egymással.

Gyakorlati jelentőség

Az egyenesbeállítás és a talppontkeresés kritikus műveletek a földmérésben, amelyek lehetővé teszik a pontos geodéziai munkák elvégzését. A kettős szögprizma használata jelentősen növeli a pontosságot, mivel a prizma tükröző felületei és a képek finombeállítása révén a mérőpontok precízen kijelölhetők. Ezek a technikák különösen fontosak a terepi munkák során, ahol a pontos szög- és távolságmérések alapvetőek a tervezés és kivitelezés szempontjából.

5.5. Topográfiai szög

A szögmérés alapjai a topográfiában

A topográfia mint tudományág a földfelszín részletes feltárásával és ábrázolásával foglalkozik, amelyben a szögek meghatározása kulcsszerepet játszik. A szögek pontos értékelése nélkül lehetetlen lenne a földrajzi objektumok helyének és formáinak helyes ábrázolása. A szögek méréséhez két jelentős skálarendszert alkalmaznak: a hagyományos 360 fokos rendszert és az Újfok skálát.

A 360 fokos rendszer

A 360 fokos szögrendszer a geometria és a csillagászat alapjaira vezethető vissza. Ebben a rendszerben egy teljes kör 360 fokra van osztva, ami számos előnyt nyújt a topográfiai szögek meghatározásában:

- Egyszerű és logikus osztás: a kör 360 egyenlő részre osztása lehetővé teszi a szögek pontos értelmezését.
- Széles körű alkalmazhatóság: széleskörűen használják a földméréstől a navigációig.
- Egységes számolási módszerek: a fokok tizedes rendszerben való alkalmazása egyszerűvé teszi a különböző szögek kiszámítását és átváltását.

A 360 fokos rendszerben az iránytű az égtájak meghatározására is alkalmas: az északi irány 0° , a keleti irány 90° , a déli irány 180° , míg a nyugati irány 270° .

Az újfok-skála

Az újfok-rendszert a szögmérés és topográfia precízebb és tudományosabb megközelítése érdekében fejlesztették ki. Ebben a rendszerben a teljes kört 400 újfokra osztják, amelyet gradiánszögekként is emlegetnek. Az újfok rendszere az alábbi előnyökkel jár:

- *Nagyobb pontosság:* Az újfok-skála finomabb osztásai pontosabb eredményeket biztosítanak.
- *Egységes mérési struktúra:* Az egyenes szög (90°) 100 újfoknak felel meg, ami egyszerűsíti az alkalmazást bizonyos műszaki területeken.
- *Nemzetközi szabványosítás:* A metrikus rendszerhez való illeszkedés népszerűsíti a globális alkalmazásokat.

A skálán belüli viszonyítási pontok azonosak maradnak a hagyományos fokrendszerrel, azonban az újfok értelmezése és matematikai átszámolása eltérő lehet.

A két rendszer összehasonlítása

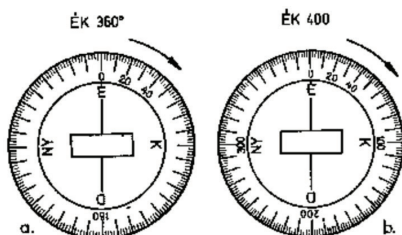
Az 2. táblázat áttekintést nyújt a 360 fokos és az újfok-skálák legfontosabb tulajdonságairól:

2. táblázat. A 360 fokos és újfok-rendszer összehasonlítása

Tulajdonság	360 fokos rendszer	Újfok-skála
Teljes kör osztása	360 fok	400 újfok
Egyenes szög	90 fok	100 újfok
Pontosság	Kevésbé finom osztás	Nagyobb pontosság
Mérési egység	Hagyományos szögrendszer	Metrikus rendszer
Használat	Általános tájolás	Speciális tudományos alkalmazások

Forrás: saját szerkesztés

A 360 fokos és az újfok-skála különböző igényeket szolgál ki a topográfiában. Míg a 360 fokos rendszer tágabb körben elterjedt és könnyebben értelmezhető, az újfok-skála precízebb eredményeket nyújt, különösen műszaki és tudományos területeken. A megfelelő skála kiválasztása a feladat jellegétől függően történik, ezzel biztosítva a pontos és hatékony munkavégzést (53. ábra).



53. ábra. A 360 fokos és újfok-rendszer összehasonlítása grafikus megközelítéssel

5.6. Mérési hibák

A mérési hibák a geodéziai és topográfiai mérések szempontjából alapvetően meghatározó tényezők, mivel minden mérési folyamatot bizonyos fokú hiba terhel. A mérési hibák felismerése, típusainak elkülönítése, valamint hatásuk minimalizálása elengedhetetlen ahhoz, hogy a mérések pontosságát növelni lehessen. A mérési hibákat négy fő csoportba sorolhatjuk: durva hibák, szabályos hibák, szabálytalan hibák és véletlen hibák. Ezek részletes bemutatása és a hibák kezelésének módszerei alapvetőek a terepi mérések során.

1. Durva hibák

A durva hibák általában nagymértékben eltérnek a valós értéktől, és jelentősen meghaladják a mérőeszközök mérőképességét. Ezek a hibák rendszerint emberi mulasztásokból vagy a műszerek nem megfelelő használatából adódnak. A durva hibák könnyen felismerhetők, mivel az eredmények radikálisan eltérnek a valóságtól, ezért azokat általában egy gyors ellenőrzéssel korrigálni lehet. Példák durva hibákra: rossz skála olvasása, rossz helyen való mérés, vagy akár az, hogy egy mérési adatsor egy része elmarad.

A durva hibák forrásai lehetnek:

- emberi hibák: hibás beállítások, rossz értelmezés, figyelmetlenség;
- eszközhibák: rosszul kalibrált vagy hibás mérőeszközök, mint például elmozdult prizma vagy hibás műszerállvány.

Az ilyen hibák kiküszöböléséhez fontos, hogy a terepen dolgozók tisztában legyenek a mérési módszerekkel, és rendszeresen ellenőrizzék az eszközök állapotát. Például az egyenes kitűzésekor a hibás szögmérés könnyen durva hibákhoz vezethet, ami jelentősen torzíthatja az eredményeket.

2. Szabályos hibák

A szabályos hibák olyan hibák, amelyek rendszeres jelleggel fordulnak elő, és minden mérésre azonos módon hatnak. Ezek a hibák az eszközök beállításából vagy a környezeti hatásokból adódnak, és általában valamilyen fizikai okból következnek be. Ilyen hibák közé tartozhatnak például a hőmérsékleti tágulás miatti hosszmerések eltérései, a műszer mechanikai pontatlanságai vagy a légköri törés, amely befolyásolhatja az optikai méréseket.

A szabályos hibákat nem lehet teljesen kiküszöbölni, de hatásukat csökkenteni lehet kalibrációval, illetve a mérések megfelelő módon történő korrigálásával. Például a teodolittal végzett szögméréseknél a műszer dőléséből vagy a prizmák elhelyezkedéséből adódó hibák szabályos hibáknak tekinthetők, amelyeket megfelelő korrekciós tényezők alkalmazásával lehet javítani.

Szabályos hibák példái:

- hőmérsékleti táglulás: a mérőeszközök hossza megváltozik a hőmérséklet hatására;
- légköri törés: a fény irányának elhajlása a különböző sűrűségű légrétegeken való áthaladáskor.

Ezeknél a hibáknál kulcsfontosságú a kompenzációs technikák alkalmazása, például az ismételt mérés, vagy a mérések különböző napszakokban és környezeti feltételek mellett történő elvégzése, valamint az eszközök rendszeres kalibrációja.

3. Szabálytalan hibák

A szabálytalan hibák véletlenszerűen lépnek fel, és semmilyen rendszereséget nem mutatnak. Ezek a hibák változó nagyságúak, és előfordulásuk lehet pozitív vagy negatív előjelű, egyforma valószínűséggel. Mivel ezek a hibák a mérési folyamat velejárói, teljesen nem lehet őket megszüntetni, de megfelelő statisztikai módszerekkel csökkenthető a hatásuk. Az ismételt mérések és a statisztikai kiértékelés segíthet az ilyen hibákból adódó torzítások minimalizálásában.

A szabálytalan hibák általában a mérés során fellépő apró, véletlenszerű változásokból adódnak, mint például a szél hatása a műszer stabilitására, a talaj enyhe rezgései, vagy a műszerkezelő figyelmének rövid ingadozásai.

Példák szabálytalan hibákra:

- szélmozgás: a prizma enyhe elmozdulása szél hatására;
- környezeti zavarok: például az eszközök finom mechanikai elmozdulásai a talaj mozgásai miatt.

Az ilyen hibák hatásának csökkentése érdekében gyakori az átlagolás alkalmazása, ahol több mérés eredményét átlagolják, hogy minimalizálják a szabálytalan hibák hatását.

4. Állandó hibák és véletlen hibák

Az állandó hibák a szabályos hibák középértékének tekinthetők, és ezek hatása állandó minden mérésre nézve. Az állandó hibák a mérések végső kiértékelésekor rendszerint levonásra kerülnek, mivel azok előre ismert hatásúak. Ha az állandó hibákat sikeresen korrigáljuk, akkor maradnak a véletlen hibák, amelyek méréseinket mindig terhelik. A véletlen hibák a statisztikai szórás alapján kezelhetők, és ezek meghatározása során gyakran használják az egyedi mérési hibaszámítást.

A véletlen hibák csökkentése érdekében alkalmazott egyik legfontosabb technika az ismételt mérés, amely statisztikai módszerekkel lehetővé teszi a hibák hatásának minimalizálását. Például amikor egy egyenes kitézése történik teodolittal, a mérési pontok ismételt beállítása és az adatok átlagolása segít csökkenteni a véletlen hibák hatását.

Mérési hibák és modern technológiák

Az elmúlt évtizedek technológiai fejlődése új megoldásokat hozott a mérési hibák kezelésére. A digitális mérőműszerek használatával a durva hibák minimalizálhatók, mivel ezek az eszközök automatikus adatgyűjtést és kiértékelést végeznek, ami csökkenti az emberi hibák esélyét. A GPS-alapú mérések lehetővé teszik a pontok helyének nagy pontosságú meghatározását, ami csökkenti a helyszíni mérések során fellépő hibák előfordulását.

Összegzés

A geodéziai és topográfiai mérések során fellépő hibák felismerése és kezelése alapvető fontosságú a pontos eredmények eléréséhez. A hibák kategorizálása – durva, szabályos, szabálytalan és véletlen – segít meghatározni a szükséges korrekciós intézkedéseket. Az új technológiák és eszközök, mint például a digitális mérőműszerek és a fotogrammetria, nagyban hozzájárulnak a mérési hibák minimalizálásához, növelve a mérési eredmények pontosságát és megbízhatóságát.

A modern mérési technikák, például a GNSS, a drónok és a fotogrammetria használatával csökkenthetők a hibák és pontosabb mérések végezhetők, miközben az ismételt mérések és a statisztikai módszerek lehetőséget adnak a hibák minimalizálására.

6. TÁVOLSÁGOK ÉS SZÖGEK MÉRÉSÉRE HASZNÁLT MŰSZEREK ÉS MÓDSZEREK

6.1. Vízszintes és függőleges szögek mérése

A topográfiai mérések egyik alapvető célja a földfelszín különböző pontjai közötti távolságok és szögek pontos meghatározása. Ezek a mérések a topográfia területén kiemelt fontosságúak, mivel ezek segítségével készíthetők el térképek, végezhetők el helymeghatározások, és építhetők fel különböző infrastruktúrák.

6.1.1. A vízszintes távolságok mérése

A vízszintes helymeghatározás a topográfia egyik alapvető feladata, amely az adott területen értelmezett (vízszintes) szögek és távolságok pontos meghatározását jelenti. Ez a folyamat kulcsfontosságú a térképezés, tervezés és számos mérnöki alkalmazás szempontjából. A vízszintes szög definíciója szerint a szögszarakra illeszkedő két függőleges sík által bezárt lapszög. A gyakorlatban a vízszintes szöget a geodéziai műszerekkel, például teodolitokkal mérjük. Ez az eszköz lehetővé teszi, hogy a térbeli pontokat vízszintes síkra vetítve meghatározzuk az azok közötti szöget.

A vízszintes szög mérése

A geodéziai szögmérés során a földfelszín valamely M pontja fölé (vagy alá) helyezett M' pontot használjuk kiindulópontként. Ebből a pontból mérjük az A és B pontok fölé (esetleg alá) helyezett A' és B' pontok által meghatározott térbeli irányok vízszintes vetületeit. A mért szög az M' pontból induló két irány által meghatározott vertikális síkok által bezárt φ szög, amelyet vízszintes szögnek nevezünk.

A vízszintes szög méréséhez használt leggyakoribb eszköz a teodolit. A teodolit lehetővé teszi a szögek rendkívül pontos meghatározását, és a modern változatok digitális kijelzőkkel, automatikus szintező rendszerekkel és adatgyűjtő funkciókkal vannak felszerelve. Az alapvető működési elv azonban megegyezik a hagyományos teodolitokéval, amelyek optikai rendszerekkel és mechanikus szögmérő tárcsákkal működtek.

A távolságmérés jelentősége

A vízszintes és függőleges szög mérése mellett a távolságmérés is kulcsfontosságú a vízszintes helymeghatározásban. A távolságmérés hagyományosan

mérőszalagokkal történt, de a modern környezetben az elektromágneses távolságmérő eszközök (EDM-ek) vették át a szerepet. Ezek az eszközök egy adott hullámhosszúságú elektromágneses jelet bocsátanak ki, amely visszaverődik a célponttól, és a visszaérkezési idő alapján határozzák meg a távolságot. Az ilyen eszközök lehetővé teszik, hogy nagy pontossággal mérjünk távolságokat nehezen megközelíthető terepen is.

A szögmérés és távolságmérés összekapcsolása

A vízszintes helymeghatározás legfontosabb eredménye a pontok koordinátáinak meghatározása. Ehhez a mért vízszintes szögeket és távolságokat kombinálva számítjuk ki a pontok helyzetét az adott koordináta-rendszerben. Ez a folyamat trigonometriai számításokra épül, amelyek során a mért adatokat egy adott kiindulási pont koordinátáihoz viszonyítjuk.

A zenitszög és magassági szög mérése

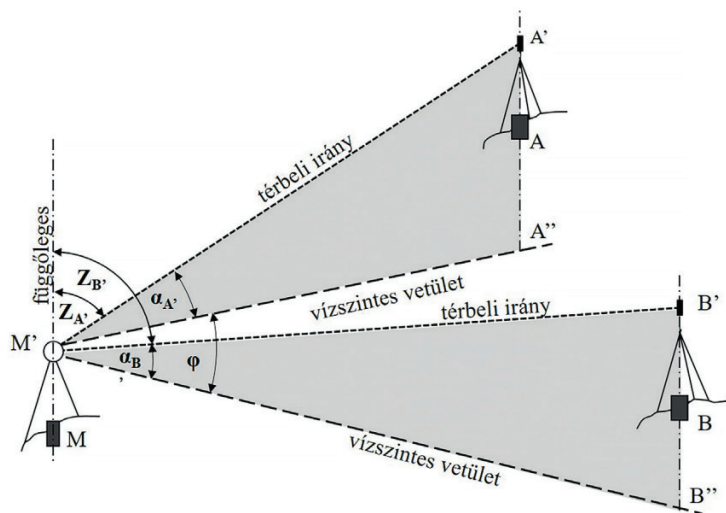
A vízszintes helymeghatározáshoz kapcsolódóan gyakran mérjük az A'B' térbeli iránynak a saját vízszintes vetületével alkotott αA , illetve αB magassági szögét. Emellett meghatározhatjuk az A'B' térbeli iránynak az M' ponton átmenő függőlegessel bezárt ZA, illetve ZB zenitszögét is. A magassági és zenitszögek mérése fontos kiegészítő információt nyújt a térbeli helymeghatározáshoz, különösen akkor, ha a pontok közötti magasságkülönbségek is érdekesek.

A mérési pontosság biztosítása

A vízszintes szögek és távolságok mérésének pontosságát számos tényező befolyásolja. Ide tartoznak a műszerek kalibrációja, a környezeti hatások (például hőmérséklet és légnyomás), valamint az emberi hibák. A pontos mérési eredmények eléréséhez elengedhetetlen a műszerek rendszeres karbantartása és a mérési körülmények figyelembevétele. Emellett a mérések során alkalmazott módszerek is jelentősen befolyásolják a végeredményt. Például a többirányú mérések és az ismételt mérések lehetővé teszik a hibák azonosítását és csökkentését (54. ábra).

Alkalmazások

A vízszintes helymeghatározás számos területen alkalmazható. A térképezés során a földfelszín pontjainak pontos helymeghatározása elengedhetetlen. Az építőiparban az alapozási munkálatok, utak és hidak tervezése és kivitelezése során is szükség van a precíz mérésekre. A bányászatban és a környezetvédelemben szintén gyakran alkalmazzák ezt a technikát a pontos helymeghatározás érdekében.



54. ábra. A topográfiában mérendő szögek ábrázolása,
forrás: Kutassy Emese, 2021

A hosszúság mérése és a mérőléc leolvasása

A hosszúság mérése alapvető szerepet játszik a geodéziában és a térképezésben, hiszen az objektumok közötti távolságok meghatározása elengedhetetlen a pontok pontos ábrázolásához. A hagyományos módszerek, mint a mérőléccel vagy szalaggal történő mérés, az elmúlt évtizedekben korszerű digitális módszerekkel egészültek ki, de ezek az eszközök ma is fontos szerepet töltenek be bizonyos feladatokban.

Mérőléccel való hosszúságmérés

A mérőléc egy egyszerű és megbízható eszköz, amelyet leggyakrabban kis távolságok meghatározására használnak. A mérőléc leolvasása precíz figyelmet és gyakorlatot igényel. A mérőpontokat a lécre ráhelyezett szintező eszközzel vagy optikai távcsővel lehet pontosan leolvasni. A leolvasás értéke gyakran milliméteres pontosságú, és a mérőléc kalibrálása biztosítja az eredmények megbízhatóságát.

A hosszúság mérésének hibaforrásai

A hagyományos módszereknél a legfontosabb hibaforrások a következők:

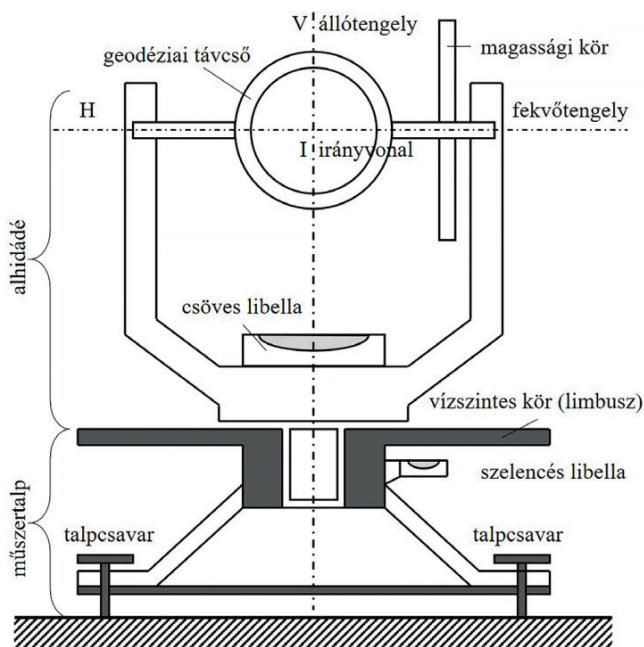
- a mérőléc nem megfelelő elhelyezése;
- a mérőeszköz kalibrációjának hiánya;
- hőmérséklet-változás, amely befolyásolhatja a mérőeszköz és az anyagok hosszát,

– emberi hiba a leolvasások során.

Modern mérőállomások használatával ezek a hibaforrások minimalizálhatók, mivel az eszközök beépített kompenzációs rendszerekkel rendelkeznek.

6.1.2. A teodolit szerkezete és működési elve

A szögek és távolságok mérésére szolgáló eszközök fejlődése során a teodolit vált az egyik legfontosabb műszerré, amely hosszú utat járt be a kezdeti kezdetleges változatoktól a modern, nagy pontosságú eszközökig (55. ábra).



55. ábra. A teodolit elemei, forrás: Kutassy Emese, 2021

A teodolit mint mérőeszköz története egészen a 18. századig nyúlik vissza. Az első teodolitot Benjamin Cole, a londoni borda-kör prominens feltalálója készítette el 1740 és 1750 között. Ez a kezdetleges teodolit még nem hasonlított a ma ismert modern eszközökre, de már akkor is tartalmazott olyan alapvető elemeket, mint a szögek mérése. Cole teodolitján a hercegi címer is látható volt, ami jelzi, hogy az eszközt előkelő, fontos feladatokra használták (56. ábra).



56. ábra. A Benjamin Cole-féle teodolit az 1760-as évekből,
forrás: Russ Uzes, 2020

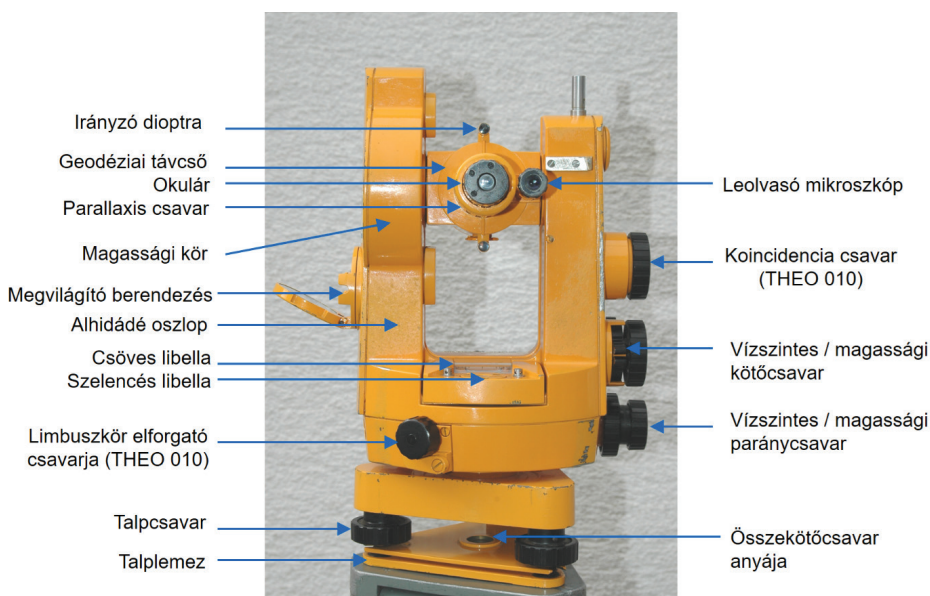
A geodézia tudománya, amely a Föld geometriai helymeghatározásával foglalkozik, a teodolit fejlődésében kulcsszerepet játszott. A geodézia gyakorlati tevékenysége során olyan adatokat határoz meg, amelyek a pontok geometriai helyének megadásához szükségesek. Ezen pontosságigények kielégítése érdekében a teodolit fejlődése során egyre precízebb és megbízhatóbb eszközzé vált.

A teodolit fejlődése során különböző típusok és változatok jelentek meg, amelyek mind a szög- és távolságmérés pontosságának növelését célozták. Az egyik legjelentősebb előrelépés Sir George Everest nevéhez köthető, aki brit földmérőként az indiai geodéziai háromszögelést fejezte be. Ez a munka vezetett a szubkontinens pontos feltérképezéséhez, és ennek során mérték fel a Peak XV néven ismert hegycsúcsot is. Ezt a hegyet később az ő tiszteletére nevezték el Mount Everestnek (Schneider Kristóf, 2012).

A teodolitok a két világháború közötti időszakban tovább fejlődtek, és megjelentek olyan új típusok, mint a teodolit-tahiméter, a normálteodolit és más teodolitok és tahiméterek. A II. világháború után a teodolitok gyártása korszerűsödött, vasmentes öntvényekből kezdték el őket készíteni. Az 1950-es években továbbfejlesztették a műszereket, és megjelentek olyan teodolitok, amelyek másodpercleolvasó képességgel rendelkeztek, valamint olyan modellek, amelyek mágnesstűvel voltak ellátva, ezeket erdészeti és építészeti célokra használták.

A teodolit egy olyan precíziós szögmérő műszer, amely vízszintes és függőleges szögek pontos mérésére szolgál, különösen fontos szerepet tölt be a topográfia, építész és tájépítész, kertészeti és infrastruktúra-fejlesztő, de az agrármérnöki és erdész-mérnöki tevékenységek körében is. Az eszközt két egymásra merőleges

tengely mentén forgatható távcső és egy stabil háromlábú állvány alkotja, amely biztosítja a megbízható mérések elvégzését a terepen. Az agráriumban a teodolit segítségével meghatározhatók a mezőgazdasági területek határai, megtervezhetők az öntözési rendszerek és ellenőrizhetők a tereprendezési munkák. Az erdészetben a teodolit kulcsfontosságú az erdőállományok térképezéséhez, az új ültetvények kijelöléséhez és a különböző erdőgazdálkodási tervek pontos végrehajtásához. A teodollal végzett szögmérések alapvető fontosságúak a földmérési és topográfiai feladatok során, így elengedhetetlen eszközt jelentenek az agrár- és erdőszmérnokok számára a hatékony és pontos munkavégzés érdekében (57. ábra).



57. ábra. A teodolit felépítése és szerkezete,
forrás: Gyenes Róbert, Tarsoly Péter, Tóth Zoltán, 2002

A teodolit egy olyan szögmérő, amely lehetővé teszi, hogy egy adott pontból különböző irányok között bezárt szögeket mérjünk, valamint meghatározott alapiránytól kiindulva tetszőleges szögértékeket állítsunk be. A műszer működési elve azon alapul, hogy az irányzást végző távcső két tengely körüli elforgatást tesz lehetővé: egy vízszintes helyzetű fekvőtengely és egy függőleges állótengely mentén. Ez a kialakítás lehetővé teszi a szögek pontos mérését. Az elfordulások mértékét egy vízszintes és egy függőleges körosztáson olvashatjuk le, így a háromdimenziós szögek vetületei mind a vízszintes, mind a függőleges síkban pontosan meghatározhatók.

A teodolit szerkezeti elemei, ahogy a képen is látható, a következők:

1. Irányzó dioptra: az eszköz felső részén található, segíti a célzás pontosságát a megfigyelt objektumra.
2. Geodéziai távcső: ez a távcső a teodolit központi részét alkotja, melynek célja a távolságok és szögek megfigyelése és mérése.
3. Okulár: a távcsőhöz kapcsolódó része, amelyen keresztül a megfigyelő belenéz a távcsőbe.
4. Parallaxis csavar: az élesség beállítására szolgál, hogy a megfigyelés pontos és éles legyen.
5. Magassági kör: a vertikális szögek mérésére használható.
6. Megvilágító berendezés: segít a szögértékek olvashatóságában, különösen gyenge fényviszonyok között.
7. Alhidádé oszlop: támogatja az alhidádé mozgását és stabilitását, amelyen a távcső forog.
8. Csöves libella: a teodolit szintezésére szolgál, biztosítva, hogy az eszköz vízszintes legyen.
9. Szelencés libella: a csöves libellához hasonlóan segíti a pontos szintezést.
10. Leolvasó mikroszkóp: kisebb részletek pontos leolvasására használják a mérés során.
11. Koincidencia-csavar (THEO 010): a finom szögbeállításhoz szükséges csavar, különösen a koindensációs (összetalálkozó) mérésekhez.
12. Vízszintes/magassági kötőcsavar: stabilizálja a távcső pozícióját, hogy a mérés során ne mozduljon el.
13. Vízszintes/magassági parányicsavar: finomhangolásra szolgál a távcső pontos pozícióba helyezése érdekében.
14. Limbuszkör elforgató csavarja (THEO 010): a limbuszkör, azaz a fokok beosztására szolgáló kör pontos forgatását biztosítja.
15. Talpcsavar: a teodolit alapjának vízszintezésére használatos.
16. Talplemez: a teodolit alapjának része, amely szilárdan rögzíti az eszközt a talajhoz vagy állványhoz.
17. Összekötőcsavar anyája: az eszköz különböző elemeinek stabil rögzítésére szolgál.

A teodolit működésének alapja a szögmérés, amely lehetővé teszi két megírányzott pont közötti szögtávolság meghatározását. A leolvasó berendezés nul-lázható, így a szögtávolság közvetlenül leolvasható, egyéb esetekben pedig a két leolvasás különbsége adja a szögtávolságot. Ez a műszer a háromszögeléshez lett kifejlesztve, amely azt a geometriai alapelvet használja ki, hogy egy háromszög két szöge és egy oldala ismeretében a háromszög teljesen meghatározható, és így a pontok koordinátái kiszámíthatók.

A teodolitok használata a gyakorlatban számos különböző területen elenged-hetetlen. A geodéziában a teodolitokat elsősorban topográfiai térképek készítésé-hez, területfelmérésekhez és építési projektekhez használják. A csillagászatban

a teodolitokat az égbolt különböző objektumainak pontos helyzetének meghatározására használják.

A teodolitok használatakor a műszert először vízszintbe kell állítani, amelyhez általában libellát vagy digitális szintezőt használnak. Miután a műszer vízszintbe került, a távcső segítségével a mérendő pontokra irányítjuk, majd elvégezzük a szögmérést. A mért szögeket a műszer digitálisan rögzíti, vagy manuálisan olvasuk le a szögtárcsáról.

A teodolitok használata során fontos a pontosság és a gondos beállítás, mivel a legkisebb eltérés is nagy hibákat eredményezhet a mérések során. A modern teodolitok lehetővé teszik a precíz méréseket, azonban a mérési körülmények, mint például a hőmérséklet, a légnyomás és a szél, befolyásolhatják a mérések pontosságát. Éppen ezért a teodolit használatakor mindig figyelembe kell venni a környezeti tényezőket, és szükség esetén korrigálni kell azokat.

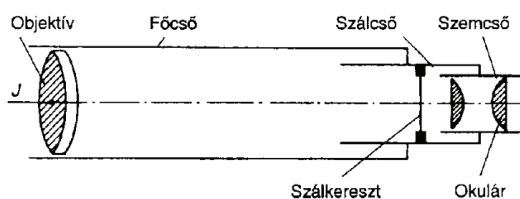
A geodéziai távcső

Az irányok precíz meghatározásához geodéziai távcsövet alkalmazunk. A geodéziai távcső három fő alkotóeleme a következő:

Tárgylencserendszer (objektív): ez több lencséből álló optikai rendszer, amely a tárgyról fordított állású, kicsinyített, valódi képet hoz létre.

Szállemez: az objektív képsíkjában elhelyezett plánparalel üveglemez, amelyen a szükséges irányzó vonalrendszert (szálkeresztet) különböző technológiákkal – például gyémántkarcolás, maratás vagy mikrofényképezés – alakítják ki.

Okulár: ez az optikai rendszer a szállemezen megjelenő kép megfigyelésére szolgál. Az egyszerű nagyító elvéhez hasonlóan működik, de nagyobb teljesítményű, több lencsét tartalmazó konstrukció (58. ábra).



58. ábra. Ramsden-okulárral szerelt távcső, forrás: ATW, 2018

A geodéziai távcsövek alapvető tulajdonságai közé tartozik a torzításmentes képalkotás, a minimális fényvesztés, a megfelelő felbontóképesség és a kívánt nagyítás. A távcső nagyítását közelítőleg az objektív és az okulár fókusz távolságának hányadosa adja meg. Az optikai elemeket egy fémcső, az úgynevezett főcső tartja össze.

Az objektív a különböző távolságban (t) lévő tárgyak képeit más-más távolságban (k) állítja elő, amely a fókustávolsággal (f) az alábbi összefüggés szerint határozható meg:

$$\frac{1}{t} + \frac{1}{k} = \frac{1}{f}.$$

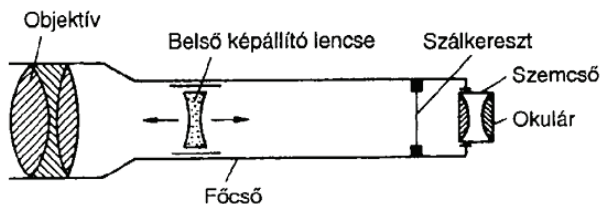
A nagyítás növelése érdekében hosszú gyújtótávolságú objektív és rövid gyújtótávolságú okulár használata ajánlott. A nagyítás képlete:

$$N = \frac{f_{obj}}{f_{ok}}.$$

A teleobjektíves távcső, illetve az 59. ábrán illusztrált Wild típusú távcső jellemzője a változtatható fókustávolság és képtávolság, amely a távcső precíz irányzási képességét támogatja. Az 59. ábra különböző elemei:

1. Objektív: ez a lencserendszer gyűjti össze a távoli tárgyról érkező fényt, és hozza létre a fordított állású, kicsinyített képet.
2. Belső képállító lencse: ez a lencse mozgatásával biztosítja a kép élességét, lehetővé téve, hogy a távcső különböző távolságokra fókuszáljon.
3. Főcső: a távcső vázszerkezete, amely összefogja az optikai elemeket, és biztosítja azok pontos illeszkedését.
4. Szálkereszt: a pontos irányzáshoz szükséges vonalrendszer, amelyet a kép síkjába helyeztek. Ez az elem segíti a célpontok pontos meghatározását.
5. Okulár: az objektív által létrehozott kép nagyítására és megfigyelésére szolgáló optikai rendszer.
6. Szemcső: az okulárhoz kapcsolódó rész, amely lehetővé teszi a megfigyelő számára a kényelmes betekintést.

Ez a távcsőtípus az optikai elemek mozgathatósága révén alkalmas a különböző távolságokhoz történő alkalmazkodásra, és kiváló minőségű képalkotást biztosít minimális torzítás mellett. Az eszköz felépítése lehetővé teszi a nagyítás mértékének változtatását is a pontosabb mérések érdekében.



59. ábra. Wild típusú távcső, változtatható fókustávolsággal és képtávolsággal, forrás: ATW, 2018

Szálkereszt

A szálkereszt alapvetően két, egymásra merőleges vonalból áll, amelyek a vízszintes helyzetben lévő távcsőben függőleges, illetve vízszintes orientációjúak. Ezek a vonalak kulcsszerepet játszanak az irányzási síkok meghatározásában. Az objektív optikai középpontja a függőleges irányszál segítségével határozza meg a függőleges iránysíkot, míg a vízszintes irányszál a vízszintes iránysíkot definiálja. A két sík metszésvonala egy egyenes, amely áthalad mind az objektív optikai középpontján, mind pedig a szálkereszt középpontján. Ezt az egyenest a távcső irányvonalának nevezzük.

A szálkereszt precíziós funkciója lehetővé teszi a pontos irányzást és a különböző mérések során a referenciapontok meghatározását. Egyes speciális szálkereszt-kialakítások kiegészítő vonalakat vagy pontokat is tartalmaznak, amelyek elősegítik a finomabb beállítást, vagy különböző skálázási funkciókat látnak el. Ezek például a távolságmérés, szögosztás vagy egyéb geodéziai műveletek során bizonyulnak hasznosnak.

A távcső irányvonala, amely a szálkereszt és az objektív optikai középpontján halad keresztül, az eszköz legfontosabb tengelye, mivel minden irányzási művelet erre az egyenesre épül. Ezért a szálkereszt gondos beállítása és kalibrálása elengedhetetlen a pontos mérési eredmények érdekében. A modern geodéziai távcsövek szálkeresztjeit gyakran finom megvilágítással is ellátják, hogy gyenge fényviszonyok között is jól láthatók legyenek (60. ábra).



60. ábra. A szálkereszt típusai, forrás: ATW, 2018

A szállemez mindig úgy kell tengelyirányban mozgatni, hogy az pontosan a keletkező kép síkjába kerüljön. Ha a képsík és a szállemez síkja nincs fedésben, paralaxishiba lép fel. A pontos irányzást a távcsővel csak a paralaxishiba kiküszöbölése után lehet elvégezni. Ennek érdekében a szállemez egy külön csőben, az úgynevezett szálcsőben helyezkedik el, amely teleszkópszerűen eltolható a távcső belsejében.

A műszer további elemeinek igazításakor előfordulhat, hogy az irányvonal helyzetét módosítani kell. E célból a szállemez egy fémgyűrűben (diafragma) van rögzítve, amely a szálcsovön belül a saját síkjában – a távcső tengelyére merőlegesen – igazítócsavarok segítségével eltolható és elforgatható. Ez lehetővé teszi a szállemez precíz beállítását.

Az okulárlencsét tartalmazó hüvely, vagyis az okulárcső általában csavarmentes kialakítású. Az okulár éles beállítását a recés foglalat elforgatásával végezhethjük el, hogy a szátkeresztet saját szemünkhöz igazítva tisztán és élesen lássuk.

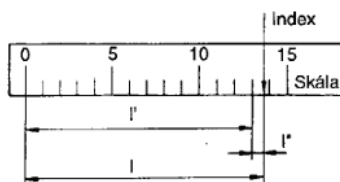
Leolvasóberendezések

A teodolit két, egymásra merőleges síkban elhelyezett, beosztásokkal ellátott kört tartalmaz. Ezeket a műszer felállítása során elfoglalt helyzetük szerint vízszintes körnek (más néven limbuszkörnek) és magassági körnek nevezzük. A leolvasás során a beosztáson található skálán egy mutató vagy index helyzetét kell meghatározni. Ez két lépésben történik:

Először meghatározzuk a beosztás kezdő vonása és az indexet közvetlenül megelőző osztásvonás távolságát (l'), vagyis az index előtt található osztásvonás értékét. Ezt nevezzük beosztásleolvasásnak vagy főértéknek.

Második lépésben megállapítjuk az index távolságát az öt közvetlenül megelőző osztásvonástól, azaz az l'' távolságot. Ez az úgynevezett csonka leolvasás.

A teljes leolvasási érték a két részleolvasás, vagyis a főérték és a csonka leolvasás összegeként adódik meg. A leolvasás pontossága nagymértékben függ az l'' csonka leolvasás pontosságától. A műszerek leolvasóberendezéseinek feladata az l'' érték gyors, pontos, egyértelmű meghatározása (61. ábra).

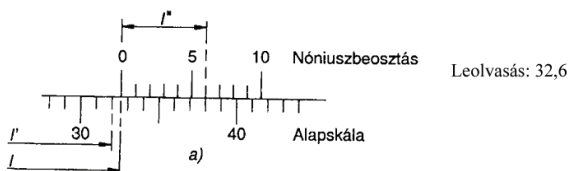


61. ábra. A magassági vagy vízszintes körök leolvasása, forrás: ATW, 2018

A nóniusz

A nóniusz egy segédbeosztás, amely lehetővé teszi a csonka leolvasási érték pontosabb meghatározását a becslésnél. Ezt a módszert mind hossz-, mind szögértékek leolvasására alkalmazzák. A nóniusz vonásai közül a kezdővonást, amelyet 0 jelöl, indexnek nevezzük, így a nóniusz leolvasása a kezdővonás helyzetének meghatározását jelenti.

A nóniusz beosztásai kisebbek vagy nagyobbak lehetnek a főskála beosztásainál, de mindig úgy vannak kialakítva, hogy amikor a kezdővonal pontosan illeszkedik a főskála egyik vonására, a nóniusz utolsó vonása is pontosan egybeessen a főskála egy másik vonásával. Ez a kialakítás biztosítja a pontos és könnyen értelmezhető leolvasást (62. ábra).



62. ábra. Az alapskála és nóniuszbeosztás leolvasása, forrás: ATW, 2018

Szögmérés és távolságmérés a teodolittal

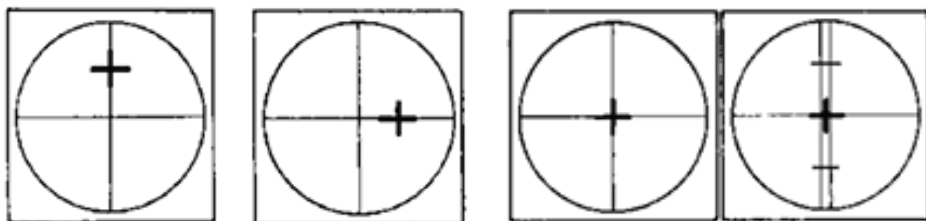
A teodolit szögmérési képessége mellett a távolságmérés is elengedhetetlen a topográfiai mérések során. A poláris mérés egy olyan módszer, amely során egy ismert pontról egy másik ismert pontra mért tájékozó irány segítségével, némi számítással közvetlen koordinátamérést lehet végezni. Ez a módszer lehetővé teszi, hogy egy pont pontos koordinátáit meghatározzuk a szög- és távolságmérések kombinálásával.

A teodolit használata során számos módszer létezik a szögmérésre, az egyik ilyen a hátrametszés. A hátrametszés egy olyan eljárás, amely során három ismert koordinátájú pont szögtávolságai alapján az álláspont koordinátáit lehet kiszámítani. Ezzel a módszerrel lehetőség van egy pont helyének meghatározására anélkül, hogy közvetlenül lemérnénk a távolságokat, csupán a szögeket használva.

A teodolitok modern korszaka

A teodolitok fejlődése nem állt meg az 1950-es években. A technológiai innovációk hatására a teodolitok egyre pontosabbak és könnyebben használhatók lettek. A modern teodolitok már digitális kijelzőkkel, lézeres iránymérőkkel és GPS-kapcsolattal is rendelkezhetnek, ami jelentősen növeli a mérés pontosságát és hatékonyságát.

A digitális teodolitok egyik legnagyobb előnye, hogy a mért adatokat közvetlenül digitális formában rögzítik, és így azokat könnyen továbbíthatjuk számítógépre további feldolgozásra. Ez különösen hasznos a nagy volumenű projektek esetében, ahol a gyors és pontos adatfeldolgozás elengedhetetlen. A GPS-kapcsolattal ellátott teodolitok pedig lehetővé teszik, hogy a mért adatokat közvetlenül a terepen helymeghatározó rendszerekkel kombináljuk, így pontosabb és megbízhatóbb eredményeket érhetünk el.



63. ábra. Az irányzás helyes módja, forrás: ATW, 2018

A teodolit a topográfiai mérések egyik legfontosabb eszköze, amely hosszú utat járt be a kezdeti kezdetleges változatoktól a modern, nagy pontosságú eszközökig. Története során számos fejlődési szakaszon ment keresztül, és ma már nélkülözhetetlen a geodézia, a csillagászat és számos más tudományág számára. A teodolitok segítségével végzett szög- és távolságmérések alapvető fontosságúak a térképek készítéséhez, a helymeghatározáshoz és az építési projektekhez. Ahogy a technológia tovább fejlődik, a teodolitok is egyre pontosabbak és sokoldalúbbak lesznek, lehetővé téve a még precízebb és hatékonyabb méréseket a jövőben.

6.2. A teodolit felállítása és használata

A teodolit pontos felállítása kritikus a mérési folyamat sikeressége szempontjából. A műszer akkor van helyesen beállítva, ha az állótengelye függőleges, és a kijelölt mérési pont vetületében helyezkedik el. A felállítási folyamata az alábbi lépésekből áll:

1. A műszerállványt egyenletesen szétnyitott lábakkal és közel vízszintes állványfejjel kell a kijelölt pont fölé helyezni úgy, hogy a függő közvetlenül a pontra mutasson. Ezután a műszert az állványfejre rögzítjük, és a talpcsavarok segítségével előzetesen vízszintes helyzetbe hozzuk.
2. A szelencés libellát a talpcsavarok forgatásával középre állítjuk, és a műszert az állványfejen csúsztatva finomhangoljuk, amíg a függő pontosan a pont fölé kerül.
3. Az állótengely függőleges helyzetét az alhidádé és a libella segítségével ellenőrizzük, és szükség esetén igazítjuk.

A libella pontos beállítása

1. Az alhidádét a főirányba állítva, a libella buborékját a talpcsavarok forgatásával középre hozzuk.
2. Az alhidádét 90° -kal elforgatva a második főirányban ellenőrizzük a buborék helyzetét, és a harmadik talpcsavarral korrigáljuk.

3. Az alhidádé lassú forgatásával ellenőrizzük, hogy a libella buborékja az összes helyzetben közepén marad-e. Ha nem, a libellát újra kell igazítani.

A nóniusz beosztásai kisebbek vagy nagyobbak lehetnek a főskála beosztásainál, de mindig úgy vannak kialakítva, hogy amikor a kezdővonás pontosan illeszkedik a főskála egyik vonására, a nóniusz utolsó vonása is pontosan egybeessen a főskála egy másik vonásával. Ez a kialakítás biztosítja a pontos és könnyen értelmezhető leolvasást.

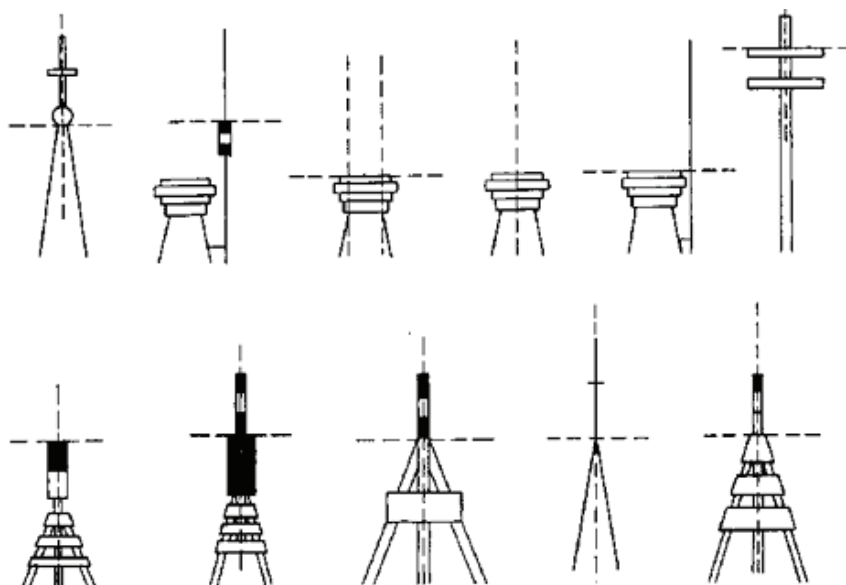
Az irányzás módszerei: A teodolittal végzett szögmérés során az irányzást a távcső látómezejében lévő szálkereszt segítségével végezzük. A beirányzást akkor tekintjük teljesnek, ha az irányzott jel képe a szálkereszt középpontjába kerül. Vízszintes szögmérés esetén a jel képe a függőleges szálon van, magassági szögmérésnél pedig a vízszintes szálra kell állítani. A szálkereszt pontos helyzete biztosítja a precíz mérést, ezért ellenőrizni kell, hogy a szálak pontosan merőlegesek-e egymásra és megfelelően vannak-e beállítva (63. ábra).

Az irányzás

Az irányzás folyamata:

1. Az irányzás megkezdése előtt a teodolitot gondosan felállítjuk: elvégezzük a pontra állást és az állótengely függőlegessé tételét. A felállítás után a magassági és vízszintes kötőcsavarokat meglazítjuk, így a távcső szabadon mozgatható.
2. A távcsövet egy világos felület (például fehér lap, fal vagy az égbolt) felé irányítjuk, és az okulár forgatásával élesre állítjuk a szálkeresztet.
3. Az irányozandó pontot először szabad szemmel, a távcső fölött nézve keressük meg (durva irányzás), majd a távcsőhöz rögzített irányzóberendezés segítségével pontosan ráirányítjuk a jelet, hogy az a látómezőbe kerüljön.
4. A vízszintes és magassági kötőcsavarokat megszorítjuk, és a parallaxis csavarral élesre állítjuk a képet, megszüntetve a parallaxist.
5. Teljes beirányzás: a vízszintes és magassági irányítócsavarok segítségével a szálkereszt középpontját az irányzott jelre állítjuk. Függőleges irányszál esetén a jelek függőleges tengelyvonalára kell irányozni. Ha a jel széles vagy közel van (például egy kémény), mindkét szélét meg kell irányozni, és a középértéket kell elfogadni.
6. A vízszintes irányszállal a jel tövét (például jelerűd alját) kell irányozni, ha az látható.

Az irányzás során a szálkereszt középpontjába, illetve speciális szálkereszt esetén annak mértani középpontjába kell állítani a jelet, ezzel a pontos és megbízható mérést biztosítva (64. ábra).



64. ábra. Teodolittal történő irányzás különböző elemekre, forrás: ATW, 2018

Távcsőállítás

Az első távcsőállítás: Az első távcsőállításban az irányzást úgy végezzük, hogy a kötőcsavarokat kényelmesen elérjük és kezeljük. Például a vízszintes kötő- és irányítócsavar a műszer közelebbi, felénk eső oldalán található, vagy a jobb kezünkkel kényelmesen elérhető.

A második távcsőállítás: Az első távcsőállásból úgy jutunk a második távcsőállításba, hogy a távcsövet 180° -kal áthajtjuk és átforgatjuk. Mindkét távcsőállításban ugyanazon az indexen végezzük el a leolvasást, és a mérés eredményeként a két leolvasás középértékét fogadjuk el. Ez az eljárás számos műszerhibát, például a kollimációs hibát is kiküszöböli. A kollimációs hibát az okozhatja, hogy az irányvonal nem merőleges a fekvőtengelyre, ezáltal a függőleges irányvonal sem lesz merőleges.

Irányérték és a mért szög fogalma

A teodolit felállítása után a limbusz kör 0 kezdővonása tetszőleges helyen van. Ha megirányozunk egy pontot, és leolvassuk az iránynak megfelelő limbuszértéket, akkor meghatároztuk annak a szögnek az értékét, amelyet a limbusz kör középpontjából a beosztás kezdővonása felé, illetve az irányzott pont felé mutató

irány egymással bezár. Az irányzás utáni leolvasásokból számított értéket az irány irányértékének nevezzük.

A szögmérés lényege:

A szögmérés során a teodolittal felállunk a mérendő szög csúcsában, és megmérjük a bal oldali és jobb oldali irány irányértékét. A két irány által bezárt szöget úgy számítjuk, hogy a jobb oldali irány irányértékéből levonjuk a bal oldali irány irányértékét.

Az iránymérés végrehajtása:

1. A mérőműszerrel felállunk a szög csúcspontjában, az első távcsőállásban irányozzuk a legmegbízhatóbban irányozható pontot. Ezt nevezzük kezdőiránynak. A kezdőirányhoz tartozó limbuszleolvasás után a további pontokat balról jobbra haladva, az óramutató járásának megfelelő irányba haladva vesszük sorra. Minden irányzás után leolvasást végzünk a limbuszkörön, a leolvasott értékeket feljegyezzük.

2. Az első távcsőállásban végigérve, az alhidádét átfordítjuk, a távcsövet áthajtjuk a második távcsőállásba, és a legutóbb mért irányon kezdve, de most az előzővel ellenkező sorrendben, jobbról balra haladva megismételjük a mérést. Minden irányzás után teljes leolvasást teszünk. A kezdőirány mérése – első távcsőállásban – a sorozat végén ellenőrzésként szolgál annak megállapítására, hogy mérés közben a műszer nem mozdult-e el.

Az irányértékek és szögek meghatározása:

Az egyes pontokra az első és második távcsőállásban végzett limbuszleolvasásokból számítjuk az irányértékeket és a közrezárt szögeket. Az egy álláspontból mért irányok összességét iránysorozatnak, az iránysorozat két távcsőállásban való egyszeri megmérését fordulónak nevezzük.

Szögmérési jegyzőkönyv

A szögmérési jegyzőkönyvben a mérések alapján kiszámítjuk az első, illetve a második távcsőállásban végzett leolvasások középértékét, majd meghatározzuk a bal és jobb oldali irány irányértékét. Például:

1. A bal oldali irány irányértékének számítása: $42^{\circ}14'24''$.
2. A jobb oldali irány irányértékének számítása: $63^{\circ}26'18''$.
3. A két irányérték különbsége, azaz a keresett szög értéke: $l_{\text{jobb}} - l_{\text{bal}} = 63^{\circ}26'18'' - 42^{\circ}14'24'' = 21^{\circ}11'54''$.

A jegyzőkönyv pontos és részletes dokumentációt biztosít a mérésekről, amely lehetővé teszi a szögértékek ellenőrzését és szükség esetén az adatok visszakeresését (65. ábra).

Álláspont neve vagy száma, műszermag	Írányzott pont neve vagy száma	I. távcsőállás			I. közép- értéke		II. távcsőállás			II. közép- értéke		I. és II. középpértéke			Törésszög vagy tájékozási szög		
		0	'	"	'	"	0	'	"	'	"	0	'	"	0	'	"
31 kő	131 kő	42	14	18	14	21	222	14	24	14	27	42	14	24			
	132 kő	63	26	12	26	15	243	26	18	26	21	63	26	18	21	11	54

65. ábra. Szögmérési jegyzőkönyv, forrás: ATW, 2018

Magassági szögek mérése

Magassági szögek mérése során egyetlen irányra is végezhetünk vizsgálatot, mivel a szög egyik szára vízszintes vagy függőleges irányban helyezkedik el (ez lehet magassági szög vagy zenitszög). Az ilyen mérésekben kiemelt figyelmet kell fordítani a vízszintes irányvonal – vagy irány sík – precíz beállítására. Miután az irányzást elvégeztük, de még a leolvasás előtt, szükséges az indexlibella helyes beállítása. A leolvasást a magassági kör skáláján végezzük el.

Két különböző távcsőállásban végzett mérések eredményei alapján számíthatjuk ki a magassági szöget, majd az így kapott értékek középpértékét tekintjük a végleges eredménynek. Annak megállapítására, hogy az adott műszer magassági vagy zenitszög-beosztású, a távcsövet szemre vízszintes helyzetbe kell állítani, majd leolvasni a magassági kör értékét. Amennyiben a kapott érték 0° -hoz vagy 180° -hoz közeli, a műszer magasságiszög-beosztású. Ha viszont 90° -hoz vagy 270° -hoz közeli értékeket olvasunk le, akkor zenitszög-beosztású.

6.3. Magasságmeghatározás szintezéssel és trigonometriai magasságméréssel

A magasságmérések alapvető fontosságúak a geodéziai, építészeti és mérnöki gyakorlatban, mivel ezek az eljárások teszik lehetővé a terepviszonyok pontos megismerését, tervezési és kivitelezési munkák előkészítését. A magasságok meghatározása két fő módszerrel történhet: szintezéssel és trigonometriai magasságméréssel. Mindkét módszer más-más technikai eszközöket és eljárásokat igényel, de céljuk közös: a földfelszínen található pontok közötti magasságkülönbségek meghatározása.

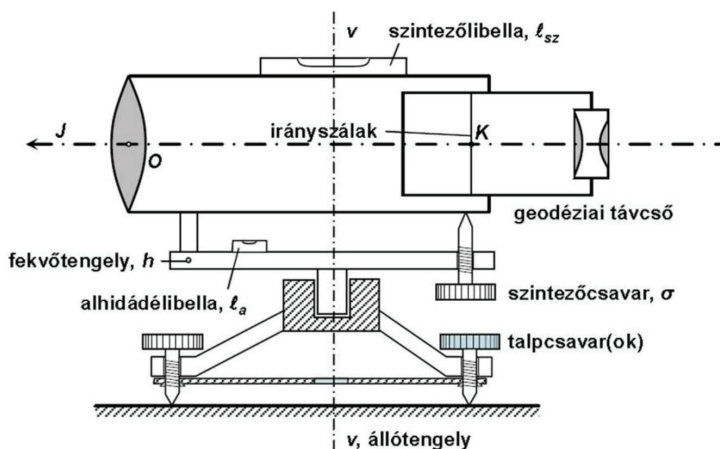
6.3.1. Szintezés

A szintezés az egyik legelterjedtebb módszer a magasságkülönbségek mérésére. A szintezőműszer alapvető szerkezeti elemei közé tartozik a távcső, amelyen keresztül a megfigyelő a szintezőlécen elhelyezett beosztásokat leolvassa, valamint a szintezőlibella, amely a műszer vízszinteségét biztosítja. A nagy pontosságot igénylő szintezési feladatok, valamint a vízszintes síkok kijelölése során elengedhetetlen a szintezőműszer és a szintezőléc használata. Ezek az eszközök különösen hasznosak nagyobb területek szintezésénél, ahol a pontosság és megbízhatóság alapvető követelmény.

A szintezőműszer két alapvető részből áll: a műszertalpból és a talpra rögzített, nagy pontosságú távcsőből. A távcső kialakítása olyan, hogy csak az állótengely körül forgatható, függőleges értelemben pedig csak annyira, hogy a tengely pontosan vízszintes helyzetbe állítható legyen. Ez a mechanikai korlátozás biztosítja, hogy a mérések során mindig a megfelelő vízszintes irányvonalat használjuk (66. ábra).

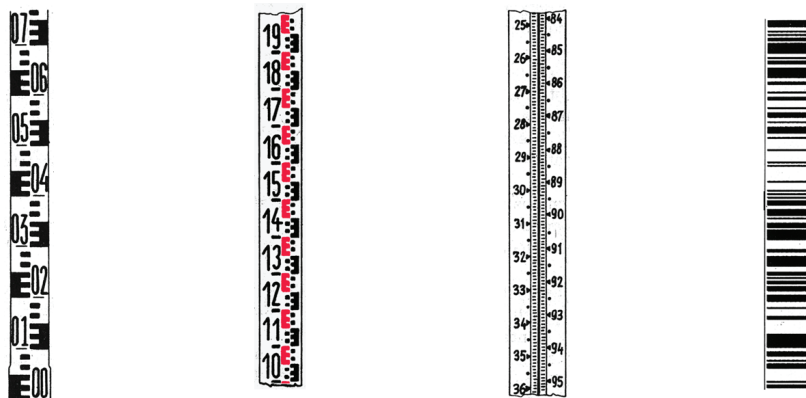
A modern szintezőműszereknél a vízszintes irányvonal beállítása továbbfejlesztett, automatikus rendszeren alapul. Ezek az önbeálló vagy kompenzátoros szintezőműszerek biztosítják, hogy az irányvonal akkor is vízszintes maradjon, ha az állótengely csak közel függőleges helyzetben van. Az önbeálló rendszer a műszer használatát egyszerűsíti, és növeli a mérés pontosságát, mivel csökkenti az emberi hibák lehetőségét.

Fontos megjegyezni, hogy a szintezőlibellás műszerek esetében a pontos mérés érdekében védeni kell az eszközt a közvetlen napsugárzástól. A napsugárzás ugyanis is hőmérséklet-változást okozhat a műszerben, ami pontatlansághoz vezethet.



66. ábra. Optikai szintezőműszer elvi felépítése, forrás: Horváth, 2008

A szintezőműszer elengedhetetlen tartozéka a szintezőléc, amely általában centiméter, fél centiméter vagy akár milliméter beosztással rendelkezik. A lécc a mérési pontok magasságának meghatározásában játszik szerepet, mivel a szintezőműszer irányvonalával együtt lehetővé teszi a szintezést. A szintezőléc különböző helyekre történő ráállításával a kívánt magasságok pontosan meghatározhatók (67. ábra).



67. ábra. A szintezőléc: sávos beosztású, kettős sávos beosztású, vonásos vagy vonalkódos, forrás: Lilla, 2010

A szintezőléc és típusai

Korábban kizárólag puhafából készült a szintezőléc, ma már azonban különböző könnyűfémötvözetekből is gyártanak léceket, amelyek tartósabbak és könnyebben kezelhetők. A szintezőléc hossza általában 3 vagy 4 méter, de elérhetők hosszabbra kihúzható típusok is. Az alsórendű szintezésekhez általában összehajtható vagy teleszkopikusan kihúzható léceket alkalmaznak, amelyek könnyen szállíthatók és kezelhetők. A szintezőléc beosztása lehet sávos, kettős sávos, vonásos vagy vonalkódos, attól függően, hogy milyen méréseket kívánunk vele végezni.

A mérőléc egy egyszerű és megbízható eszköz, amelyet leggyakrabban kis távolságok meghatározására használnak. A mérőléc leolvasása precíz figyelmet és gyakorlatot igényel. A mérőpontokat a lécre ráhelyezett szintezőeszközzel vagy optikai távcsővel lehet pontosan leolvasni. A leolvasás értéke gyakran milliméteres pontosságú, és a mérőléc kalibrálása biztosítja az eredmények megbízhatóságát.

A szintezés során a szintezőműszer vízszintesen és függőlegesen beállított tengelyei biztosítják, hogy a lécen leolvasott értékek pontosan tükrözzék a terep különböző pontjainak magasságát. A mérőműszer a vízszintes síkok meghatározásában is fontos szerepet játszik, mivel lehetővé teszi az egyenlő magasságú

pontok összekötését, ami alapvető a tereprendezés, építési munkák, valamint a hidrológiai mérések során.

A szintezőműszer és a szintezőléc használata nélkülözhetetlen a nagy pontosságot igénylő szintezési feladatok elvégzéséhez. A modern önbeálló rendszerek alkalmazása tovább növeli a mérések pontosságát, míg a megfelelően karbantartott és használt szintezőlibella és szintezőléc biztosítja, hogy a mérések megbízhatóak és pontosak legyenek. Ezek az eszközök nélkülözhetetlenek a geodéziai és építési gyakorlatban, ahol a pontos magasságmeghatározás alapvető követelmény.

A szintezés elve

A szintezés során a mérőműszer vízszintes síkban való elhelyezésével meghatározható a különböző pontok magasságkülönbsége. A méréshez a meghatározandó pontokon beosztott szintezőlécet helyeznek el függőlegesen, majd a szintezőműszer segítségével az egyes pontokon végzett leolvasásokból kiszámítható a pontok magasságkülönbsége. A mérés során a vízszintes irányvonal segítségével leolvasott lécleolvasások különbsége adja meg a pontok közötti magasságkülönbséget.

A szintezőműszerek különböző típusokba sorolhatók a pontosság és a működési elv alapján. Pontosság szerint megkülönböztethetjük a mérnöki szintezőket és a szabatos szintezőket, míg működésük szerint lehetnek libellás, kompenzátoros vagy automata elektronikus szintezők.

Szintezőműszerek pontosság szerinti osztályozása

– *Mérnöki szintezők:* ezeket az eszközöket általában olyan szintezési feladatokhoz használják, ahol a közepes pontosság elegendő. A mérnöki szintezőket gyakran alkalmazzák tereprendezésnél, útépitésnél és más olyan mérnöki munkáknál, ahol a pontosság fontos, de nem kritikus szempont.

– *Szabatos szintezők:* a szabatos szintezők olyan műszerek, amelyek nagy pontosságot biztosítanak, és elsősorban precíziós méréseknél használatosak, például geodéziai felméréseknél, alapozási munkáknál vagy bármilyen olyan projektben, ahol a minimális hibahatár elengedhetetlen. Ezek az eszközök finomabb beállítási lehetőségekkel és jobb optikai rendszerekkel rendelkeznek, amelyek lehetővé teszik a nagyobb pontosságú méréseket.

Szintezőműszerek működés szerinti osztályozása

– *Libellás szintezők:* a libellás szintezőműszerek hagyományos eszközök, ahol a vízszintes beállítást egy buborékos libella segítségével végezzük. A műszer pontos használatához szükség van a libella gondos beállítására, hogy a buborék középre kerüljön, biztosítva ezzel a távcső vízszintes irányvonalát. Ez a típusú

műszer nagyfokú precizitást igényel a kezelőtől, mivel a mérések pontossága nagymértékben függ a libella helyes beállításától.

– *Kompenzátoros szintezők*: a kompenzátoros szintezőműszerekben egy automatikus kompenzátor rendszer működik, amely a nehézségi erő hatására beállítja a távcső irányvonalát vízszintesre. Ez a mechanizmus kiküszöböli az emberi hibák egy részét, mivel a kompenzátor korrigálja a kisebb eltéréseket, amelyek a műszer felállításakor előfordulhatnak. Ezáltal a kompenzátoros szintezőműszerek használata egyszerűbb és gyorsabb, mint a libellás szintezőké, miközben a mérés pontossága is magasabb.

– *Automata elektronikus szintezők*: az automata elektronikus szintezőműszerek a legmodernebb technológiát képviselik. Ezek az eszközök beépített érzékelőkkel és digitális kijelzőkkel rendelkeznek, amelyek automatikusan és nagy pontossággal végzik el a szintezési műveleteket. Az elektronikus szintezők további előnye, hogy az adatokat digitális formában tárolhatják, és közvetlenül átvihetik számítógépre további feldolgozásra. Ez a technológia különösen hasznos nagy volumenű projektek esetén, ahol a gyors és pontos adatfeldolgozás alapvető követelmény.

Magasságkülönbség mérése és kitűzése

A magasságkülönbség mérése során a szintezőműszerrel leolvasott értékeket használjuk fel a pontok közötti magasságkülönbségek meghatározására. Amikor a szintezőlécet a mérendő pontokon függőlegesen helyezzük el, a szintezőműszer vízszintes irányvonalával leolvasott értékek különbsége adja a magasságkülönbséget. A mérést úgy végezzük, hogy az egyes pontok között azonos távolságot tartunk, így minimalizálva a mérési hibákat.

Amikor ismert magasságot szeretnénk egy adott ponton kitűzni, a szintezés során a pont magasságát az előre ismert magasságkülönbséggel állítjuk be. Ekkor a szintezőléc magassági helyzetét úgy kell megváltoztatni, hogy a műszeren leolvasott érték megegyezzen az előre kiszámított értékkel. A szintezőléc talppontja, azaz a zérus vonása jelöli ki a keresett magasságot.

A szintezési műveletek hibaforrásai és ellenőrzése

A szintezés során különös figyelmet kell fordítani a műszer beállítására, mivel a pontatlan beállítások hibás eredményekhez vezethetnek. A szintezőműszerek vizsgálatakor az alábbi geometriai feltételek teljesülését ellenőrizzük:

- az alhidádélibella legyen merőleges az állótengelyre;
- a fekvőszál legyen merőleges az állótengelyre;
- a szintezőlibella tengelye legyen párhuzamos a távcső irányvonalával.

Az alhidádélibella vizsgálatakor az állótengelyt gondosan függőlegessé tesszük, majd szükség esetén igazítjuk az alhidádélibellát. A fekvőszál vizsgálatakor ellenőrizzük, hogy a távcső forgatásakor a pont képe a fekvőszálon maradjon,

amely biztosítja, hogy a fekvőszál merőleges az állótengelyre. Az irányvonal-ferdeség vizsgálatakor közel vízszintes terepen kijelölt két pont között mérjük a magasságkülönbséget, és ellenőrizzük, hogy az irányvonal ferdesége nem okoz-e hibát a mérésben.

Kompenzátoros szintezőműszerek vizsgálata

A kompenzátoros szintezőműszerek különleges figyelmet igényelnek a mérések során, mivel a kompenzátor hibás működése jelentős pontatlanságokat okozhat. A kompenzátor működésének ellenőrzése laboratóriumi körülmények között történik, ahol ismert távcsőhajlások sorozatát állítják elő, és a leolvasások eltéréseiből számítják a relatív kompenzálni hiba nagyságát. Ha a hiba meghaladja az 1/100 értéket, a kompenzátorot igazítani kell.

Szintezési alappont meghatározása vonalszintezéssel

A vonalszintezés célja, hogy az egymástól távolabb elhelyezkedő pontok közötti magasságkülönbségeket meghatározzuk, illetve két ismert magasságú alappont között újabb pontokat határozzunk meg. A mérés során a szintezőműszert és a szintezőlécet egyenlő távolságra helyezzük el a meghatározandó pontoktól, és a mérési eredményeket jegyzőkönyvben rögzítjük. A leolvasott magasságkülönbségeket a vonalszintezés során szakaszonként határozzuk meg, és a mérési hibákat a szakaszok hosszának arányában osztjuk el.

A vonalszintezés gyakorlati szabályai

A vonalszintezés során néhány alapvető szabály betartása szükséges a mérési pontosság biztosítása érdekében:

- a szintezőműszer egyenlő távolságban állítandó fel a kötőpontoktól;
- a szintezőlibella buborékját gondosan középre kell állítani mind a hátra-, mind az előreirányzásakor;
- a parallaxis csavart és a szálcsövet a mérés során nem szabad fölöslegesen állítani;
- a műszert óvni kell az egyoldalú hőmérsékleti hatásoktól;
- a szintezőlécet függőlegesen kell felállítani, és a mérést refrakciómentes időben kell elvégezni;
- a szintezési vonalon páros számú műszerállást kell létesíteni a talpponthibák hatásának csökkentése érdekében.

6.3.2. Trigonometriai magasságmérés

A magasságkülönbség lényegében egy adott függőleges irányban mért távolság. Ha a függőleges síkban szögeket mérünk, ezek segítségével meghatározható a magasságkülönbség. Ezen az elven alapszik a trigonometriai magasságmérés,

amely során két, vízszintes távolságuk alapján ismert pont közötti magasságkülönbséget határozzunk meg magassági vagy zenitszög mérésével. A trigonometriai magasságmérés alkalmazásának alapfeltételei a következők:

- a két pont közötti vízszintes távolság ismert legyen;
- a két pont egymásból látható és kijelölhető legyen.

A trigonometriai magasságmérés előnyei a szintezéshez képest:

- rövidebb távolságokon nagy magasságkülönbségek meghatározására is alkalmas;
- kevesebb mérési munkát igényel, mivel nagyobb távolságok esetén is elegendő egyetlen műszerállásból elvégezni a méréseket;
- megközelíthetetlen pontok magasságának meghatározására is használható.

Ugyanakkor hátrányai közé tartozik a szintezéssel szemben a kisebb pontosság, valamint az, hogy a vízszintes távolság ismerete elengedhetetlen a számításokhoz.

A magassági szög és zenitszög meghatározása

A trigonometriai magasságmérés minden olyan műszerrel elvégezhető, amely magassági körrel van felszerelve. Ezekkel az eszközökkel kétféle szög, a magassági szög és a zenitszög mérhető (lásd az ábrát). A magassági szög egy adott irány által a vízszintessel bezárt szöget jelenti. Ha ez az irány a vízszintes felett helyezkedik el, pozitív előjellel, ha alatta, negatív előjellel jelöljük. A régi gyakorlatban a vízszintes fölötti szögeket elevációs szögnek, az az alattiakat pedig depressziószögnek nevezték, de manapság ezek az elnevezések már nem használatosak.

A magassági szögek esetében a következő szabályok érvényesek:

- a vízszintes fölötti szögeket 0° és $+90^\circ$ között mérjük;
- a vízszintes alatti szögek 0° és -90° között vannak megadva.

A zenitszög jellemzői

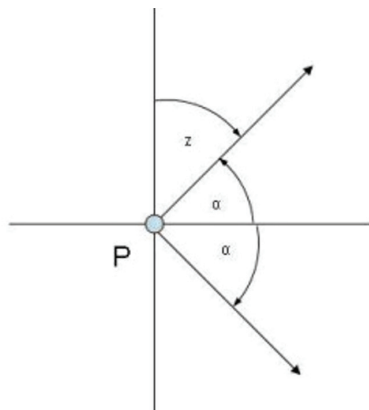
A zenitszög, amelyet zenittávolságnak is neveznek, egy irány hajlásszögét a függőlegestől számítva adja meg. Ezt a geodéziában megszokott pozitív forgásértelenben mérik, és értéke 0° és 180° között van előjel nélkül. Ez a szög alkalmas a műszerek hajlasmérésére és a magassági szög helyettesítésére. A két szög között az alábbi összefüggés áll fenn:

Zenitszög = $90^\circ -$ (pozitív magassági szög) vagy Zenitszög = $90^\circ +$ (negatív magassági szög)

A magassági szög és zenitszög alkalmazása

Ezek a szögeértékek a gyakorlatban különösen fontosak az építési, geodéziai és mérnöki munkálatok során. A pontos szögeértékek meghatározása lehetővé teszi a domborzati viszonyok, az épületek és más tereptárgyak helyes ábrázolását és

megtervezését. A magassági és zenitszögekkel végzett mérések elősegítik a hatékony adatgyűjtést, amely alapvető a precíz térképészeti munkálatokhoz (68. ábra).



68. ábra. A magassági és zenitszög, forrás: Tarsoly Péter, 2009

Egy adott irány hajlásszögét zenitszöggel, más néven zenittávolsággal is megadhatjuk. A zenitszög a függőlegetől számítva, a geodéziai pozitív forgásértelenben kerül meghatározásra, értékeit előjel nélkül, 0 és 180 fok között adjuk meg. A magassági szög és a zenitszög között egyszerű összefüggések állnak fenn, amelyek alkalmazásakor a magassági szöget helyes előjellel kell megadni, ahol:

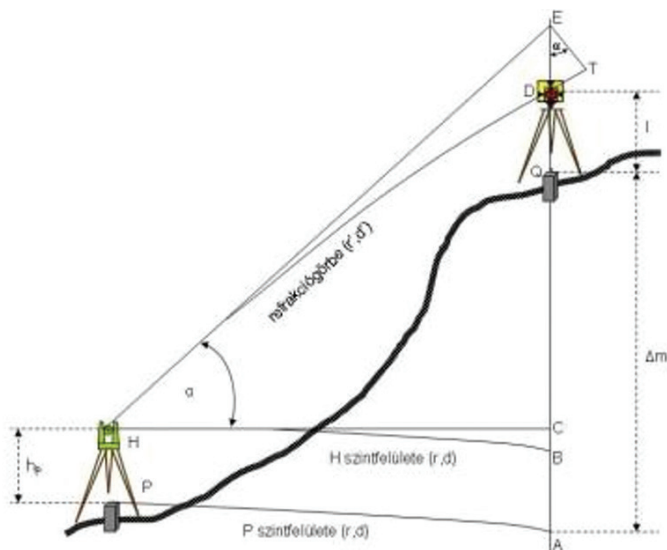
- $z + \alpha = 90^\circ$
- $\alpha = 90^\circ - z$
- $z = 90^\circ - \alpha$

A trigonometriai magasságmérés alapképlete szerint tekintsük P és Q pontokat, melyek között a magasságkülönbséget kell meghatározni. A mérést a szokásos eljárás szerint kezdjük, amikor a műszert a P pontra állítjuk, és meghatározzuk a műszer h fekvőtengelyének h_P magasságát. Ezzel párhuzamosan a Q pontnál egy prizmat helyezünk el, amelyre szintén pontraállást végzünk. A pontjelölés felett l magasságban található D pont irányába magassági szögmérést hajtunk végre.

Fontos megjegyezni, hogy a szakirodalomban a magasságiszög-mérést gyakran azonosítják a zenitszögméréssel, bár a geodéziában ezek között különbség van. Az alkalmazott képletekben az α mindig magassági szöget, míg a z zenitszöget jelöl. A két pont közötti Δm magasságkülönbség számításakor figyelembe kell venni, hogy az irányvonal a refrakció hatására nem egyenes, valamint azt is, hogy a szintfelület nem tekinthető síknak (69. ábra),

vagyis:

$$\Delta m = AQ = AB + BC + CE - ED - 1 = h_p - 1 + BC + CE - ED$$



69. ábra. A trigonometriai magasságmérés ábrázolása, forrás: Tarsoly Péter, 2009

A mérés elve és eszközei

A trigonometriai magasságmérés során kétféle műszert használnak: teodolitot és távmérőt. A teodolit segítségével meghatározzák a látószöget, míg a távmérő a két pont közötti távolságot méri. A mérési eljárás alapja a mért szög és távolság segítségével trigonometriai képletek alkalmazása, amelyekből a magasságkülönbség kiszámítható.

A mérés pontossága

A trigonometriai magasságmérés pontossága függ a távolságmérés és a szögmérés pontosságától, valamint a meteorológiai tényezőktől, például a levegő hőmérsékletétől és nyomásától. A mérési hibák minimalizálása érdekében a méréseket kedvező időjárási körülmények között, megfelelően kalibrált műszerekkel kell végezni.

A magasságmérés szintezéssel és trigonometriai módszerekkel a geodézia egyik legfontosabb eljárása. Míg a szintezés főként rövidebb távolságok közötti magasságkülönbségek meghatározására alkalmas, addig a trigonometriai magasságmérés nagyobb távolságok esetén is pontos eredményeket biztosít. A műszerek megfelelő használata és a mérések során fellépő hibák minimalizálása kulcsfontosságú a pontos magasságadatok előállítása érdekében (Lilla, 2010).

6.3.3. A trigonometriai szintezés

A trigonometriai szintezés a geodéziában gyakran használt eljárás a pontok közötti magasságkülönbség meghatározására. Ez a módszer különösen hasznos olyan helyzetekben, amikor a hagyományos szintezési eljárások nem alkalmazhatók, például hegyvidéki terepen, nehezen megközelíthető területeken vagy nagy távolságok áthidalása esetén. Az eljárás során optikai műszereket és prizmákat használnak a szögek és távolságok pontos mérésére. A számítások alapja a magassági szög vagy zenitszög, amelyeket a két adott pont között mért távolság alapján határoznak meg.

A mérés kiindulási feltételei

A P és Q pontok magasságkülönbségének meghatározásához egy olyan A pontot választunk, amely körülbelül azonos távolságra helyezkedik el a két ponttól. Ez a feltétel azért fontos, hogy minimalizáljuk a mérések hibáit, amelyeket a refrakció, a föld görbülete vagy az eszközök pontatlansága okozhat. A mérés során a következő szögeket határozzuk meg:

- α_P : a magassági szög, amelyet az A pontból a P pontra mérünk;
- α_Q : a magassági szög, amelyet az A pontból a Q pontra mérünk.

Ezeket a szögeket a zenitszög megfelelő értékeivel is helyettesíthetjük, ha az adott helyzetben a zenitszög használata célszerűbb. A gyakorlatban mindkét megközelítést alkalmazzák, attól függően, hogy milyen eszközökkel és célokkal végzik a mérést.

A számítási eljárás

A mérési adatok alapján a következő alapegyenletek segítségével számíthatjuk ki a magasságkülönbséget:

Alapképlet a magasságkülönbségre

A P és Q pont közötti magasságkülönbség a szögek és a távolságok alapján számítható:

$$\Delta h = d_P \cdot \tan(\alpha_P) - d_Q \cdot \tan(\alpha_Q),$$

ahol:

- Δh : a két pont közötti magasságkülönbség,
- d_P : az A pont és a P pont közötti távolság,
- d_Q : az A pont és a Q pont közötti távolság,
- $\tan(\alpha_P)$: a P pont irányába mért magassági szög tangense,
- $\tan(\alpha_Q)$: a Q pont irányába mért magassági szög tangense.

Egyszerűsítés az egyenlő távolságok esetén

Ha az A pont egyenlő távolságra helyezkedik el a P és Q pontoktól ($d_P = d_Q$), akkor a képlet leegyszerűsödik:

$$\Delta h = d * (\tan(\alpha_P) - \tan(\alpha_Q))$$

Ebben az esetben a távolságkülönbségből eredő hibák minimálisak, és a számítás egyszerűbben elvégezhető. Azonban a valóságban a két távolság soha nem lesz teljesen egyenlő, így egy kis hiba mindig jelen van. Ez a hiba gyakorlati szempontból elhanyagolható, ha a távolságkülönbség nem jelentős.

A refrakció és földgömbület hatása

A trigonometriai szintezés egyik kulcsfontosságú kihívása az irányvonal nem egyenes volta. Ez két fő tényezőből adódik:

1. Refrakció: a légkör sűrűségének változása miatt a fény nem egyenes vonalban halad, hanem enyhén görbült pályát ír le. Ez befolyásolja a mért szögek pontosságát.
2. A föld görbülete: mivel a föld nem sík, hanem gömbölyű, a távolságok és szögek mérésénél ezt a görbületet is figyelembe kell venni.

A gyakorlatban a refrakció hatására általában egy korrekciós tényezőt alkalmaznak, amelynek átlagos értéke $k = +0,13$ = $+0,13k = +0,13$. Ez a tényező a legtöbb helyzetben elegendően pontos eredményt biztosít.

Alkalmazási területek

A trigonometriai szintezést széles körben alkalmazzák a következő területeken:

- Hegyvidéki térképezés: olyan területeken, ahol a hagyományos szintező eszközök nem használhatók a terepviszonyok miatt.
- Infrastrukturális projektek: hidak, alagutak és más nagy léptékű építési projektek tervezésekor és kivitelezésekor.
- Geodéziai mérések: precíziós térképészeti és helymeghatározási célokra.

A trigonometriai szintezés egy rendkívül hatékony módszer a magasságkülönbségek meghatározására, amely figyelembe veszi a távolságok, szögek és a földi környezet sajátosságait. A módszer megbízhatóságát a modern mérőeszközök és számítási eljárások tovább növelik, így a geodézia egyik alapvető technikájává vált. Az eljárás pontos alkalmazása megköveteli a mérések precíz végrehajtását és a megfelelő korrekciók használatát, de cserébe nagy pontosságú eredményeket biztosít.

6.4. A mérőállomások szerepe a modern topográfiában

A mérőállomás egy olyan komplex geodéziai műszer, amely a teodolit, távmérő és adatrögzítő funkcióit egyesíti egyetlen eszközben. Alapvető feladata a vízszintes és magassági szögek, valamint távolságok mérése és ezek automatikus rögzítése. Ezzel lehetővé teszi a terepi felmérések és geodéziai munkálatok precíz és hatékony elvégzését. A mérőállomások alkalmazása az évek során egyre inkább elterjedt, mivel az eszközök mérete és energiaszükséglete csökkent, ugyanakkor egyre több fejlett funkciót kínálnak.

Korábban a teodolitok és a távmérők különálló műszerek voltak, az adatokat pedig manuálisan kellett rögzíteni. Azonban az eszközök fejlődésével a távmérők mérete és energiafogyasztása jelentősen csökkent, valamint megjelentek az adatrögzítők, amelyek lehetővé tették, hogy az egyes funkciókat egy műszerbe integrálják. Ez az integráció lehetővé tette, hogy a felmérési adatok közvetlenül a műszerben kerüljenek tárolásra, majd később számítógépes feldolgozásra, ezzel nagymértékben csökkentve az emberi hiba lehetőségét és növelve a munka hatékonyságát.



70. ábra. Modern mérőállomás, forrás: Geosystems, 2024

A modern mérőállomásokkal készített adatok alapján pontos térképek készíthetők, illetve a tervezett objektumok kitűzése a valóságban is precízen végrehajtható. Az újabb eszközök már képesek együttműködni GPS-rendszerekkel és digitális szintezőműszerekkel, ami lehetővé teszi a mérések során használható vonatkozási rendszer azonnali létrehozását háromdimenziós térben (3D GPS), illetve a nagy pontosságú magassági rendszerbe történő bekapcsolódást. A legmodernebb mérőállomások már olyan funkciókkal is rendelkeznek, mint a képalkotás és a szkennelés, így a felmérések során digitális felvételek is készíthetők a terepről (70. ábra).

A mérőállomások típusai és funkciói

A mérőállomások különböző típusai eltérő technológiai megoldásokkal rendelkeznek, és kiépítésük szerint több kategóriába sorolhatók, mint például az elektro-optikai-mechanikai, a szervovezérelt, az úgynevezett Autolock, valamint a robot mérőállomások.

1. Elektro-optikai-mechanikai mérőállomások: ezek az eszközök manuálisan működnek, és a méréseket a felhasználónak kell irányítani. Bár ezek a műszerek is rendelkeznek adatrögzítési funkcióval, a mérési folyamat még mindig igényli az emberi jelenlétet és a manuális irányítást.

2. Szervovezérelt mérőállomások: ezek a műszerek már tartalmaznak szervomotorokat, amelyek lehetővé teszik a távcső és az alhidádé automatikus mozgását. Ez jelentősen meggyorsítja a mérési folyamatot, mivel a műszer képes magától elvégezni a szögméréseket és irányzást, anélkül, hogy a felhasználónak manuálisan be kellene állítani minden egyes mérési pozíciót.

3. Autolock mérőállomások: az autolock funkcióval rendelkező mérőállomások képesek automatikusan követni a célpontot. Ez különösen hasznos terepi munkák során, ahol a célpont folyamatosan mozgásban lehet, például egy prizma esetén. Az autolock technológia megkönnyíti a mérést, mivel a műszer magától végzi a célpont azonosítását és követését.

4. Robot mérőállomások: a legfejlettebb típusok közé tartoznak, amelyek képesek programozott szög- és iránymérést, távmérést és adatrögzítést végrehajtani. A robot mérőállomások teljesen automatizáltak, így a felhasználónak nincs szüksége folyamatos jelenlétre a mérési folyamat során. A szervomotorok segítségével a távcső és az alhidádé forgatása automatikusan történik, a műszer pedig képes a látómező szimmetrikus megvilágítottságának megkeresésére, majd a célpont pontos beállítására. Miután a műszer az adatokat rögzítette, azok további feldolgozása egy csatlakoztatott számítógépen vagy adatrögzítőn keresztül történhet.

Adatfeldolgozás és -tárolás

A mérőállomások beépített számítógéppel rendelkeznek, amely nemcsak a mérési folyamatokat vezérli, hanem az adatok tárolását és különböző számítások végrehajtását

is lehetővé teszi. Az adatok tárolása többféle módon történhet, beleértve a műszer belső memóriáját vagy külső adathordozókat, mint például a memóriakártyákat.

Az adatok kiolvasása egyszerűen történik: a műszert egy számítógéphez kell csatlakoztatni, majd az adatokat kábelen vagy kártyaolvasón keresztül lehet kiolvasni. A mérőállomásokhoz tartozó szoftverek automatikusan feldolgozzák az adatokat, így a terepi munka után az eredmények azonnal felhasználhatók további elemzésekhez vagy térképkészítéshez.

Robot mérőállomások és automatikus mérés

A robot mérőállomások megjelenésével a geodéziai munkák területén egy teljesen új korszak kezdődött. Ezek az eszközök olyan új technológiai elemekkel rendelkeznek, amelyek lehetővé tették az úgynevezett „egyemberes” megoldások kialakítását. Ez azt jelenti, hogy egyetlen kezelő is képes elvégezni a méréseket anélkül, hogy szükség lenne egy másik személyre a műszer irányításához.

Az automatikus célfelismerés funkció lehetővé teszi, hogy a felhasználónak csak durván kelljen megirányoznia a célpontot, a finom irányzást pedig a műszer automatikája végzi el. Ez nagymértékben növeli a mérési pontosságot, és csökkenti a felhasználó hibalehetőségeit.

A távirányító rendszer szintén egy forradalmi újítás a robot mérőállomások esetében. A kezelőegységbe (controller) épített rádiómodem lehetővé teszi, hogy a kezelő a célpont mellől irányítsa a mérést. Ez különösen hasznos olyan helyzetekben, ahol a terepviszonyok nehezítik a mérőműszerhez való hozzáférést. A távirányítás segítségével nemcsak a hagyományos méréseket, hanem akár a GPS-vevők vezérlését is el lehet végezni.

Egyemberes mérés és automatizálás

Az egyemberes mérés technológiája jelentősen növeli a hatékonyságot, hiszen nincs szükség további személyzetre a mérésekhez. A modern robot mérőállomások automatikus célkövetés funkcióval is rendelkeznek, amely lehetővé teszi a célpont automatikus azonosítását és követését. A műszer finoman megirányozza a pontot és elvégzi a mérést anélkül, hogy emberi beavatkozásra lenne szükség.

Az ilyen típusú automatizált rendszerek különösen hasznosak veszélyes vagy nehezen hozzáférhető helyeken végzett mérések esetében. Az első keresőforduló után a műszer képes folytatni a méréseket olyan környezetben is, ahol a személyzet jelenléte nem lehetséges vagy nem biztonságos.

A mérőállomások fejlődése az elmúlt évtizedekben óriási léptékben haladt előre. Az eszközök egyre kisebbek, energiatakarékosabbak és intelligensebbek lettek. A GPS-rendszerekkel való integráció, a robotizált funkciók és az automatikus adatfeldolgozás mind azt eredményezik, hogy a geodéziai felmérések soha nem látott pontossággal és hatékonysággal végezhetők el.

7. KATASZTERI RENDSZER ROMÁNIÁBAN

7.1. Az országos kataszter és a földhasználat szerkezete Romániában

A mai napig az országos kataszter egy olyan integrált információs rendszert jelent, amely az összes földterületet és ingatlant magában foglalja, függetlenül azok rendeltetésétől és tulajdonosától. A rendszer két fő elemből áll: az általános kataszterből és a szakterületi kataszterekből, amelyek az általános kataszter adatain alapulnak. Az általános földkataszteri munkák igazgatási-kataszteri területekre szerveződnek, és ezek magukban foglalják az ingatlanok azonosítását, határainak meghatározását, méréseit és értékelését mind a terepen, mind a tervekben.

A földhasználati erőforrások jelenlegi szerkezete az idők során bekövetkezett változások eredménye, amelyeket a különféle földhasználati formák alakítottak ki. Románia területe változatos domborzati formákkal rendelkezik, amelyek három fő régióra oszthatók: magashegyi és dombvidéki övezetre (800 méter feletti tengerszint feletti magasság, az ország területének 31%-át teszi ki), dombos és fennsíkvidéki övezetre (200–800 méter közötti magasság, 36%) és alföldi övezetre (200 méter alatti magasság, 33%).

Az ország közigazgatási-kataszteri területei, beleértve a városokat, községeket és falvakat, két fő részre oszlanak: a belterületre, amely az építkezési célokra szolgáló területeket foglalja magában, és a külterületre, amely mezőgazdasági és nem mezőgazdasági területekből áll. Románia teljes területe 23,8 millió hektár, amelyből 1,3 millió hektár városi területeket, 14,8 millió hektár mezőgazdasági területeket és 7,7 millió hektár egyéb felhasználású területeket foglal magában.

Az általános földkataszter alapvető funkciója, hogy megbízható topo-kaszteri adatokat szolgáltatson, amelyek terepi méréseken alapulnak, és ezek az adatok számítógépes nyilvántartásokban és kataszteri tervekben jelennek meg. Az általános földkataszter bevezetésével lehetőség nyílik a területi kataszterben szereplő ingatlanok mennyiségi, minőségi és jogi adatainak folyamatos nyomon követésére és szolgáltatására. A katasztert és ingatlan-nyilvántartást szabályozó, 1996. március 13-i 7. törvény alapján az általános földkataszter olyan egységes és kötelező nyilvántartási rendszer, amely technikai, gazdasági és jogi adatok rögzítésével biztosítja a földterületek és más ingatlanok azonosítását, nyilvántartását és ábrázolását a kataszteri térképeken, függetlenül azok rendeltetésétől és tulajdonosától.

E rendszer alapvető egységei a telek, az épület és a tulajdonos. Az általános földkataszter tárgyát képező ingatlanok olyan területi egységek, amelyeket a következő alapadatok azonosítására és nyilvántartására használnak:

Az ingatlan vagy telek tulajdonosa, akit a tulajdoni dokumentumok és a jogi helyzet alapján azonosítanak.

Az ingatlan területi-közigazgatási helyzete, amely meghatározza a tulajdonosi egységeket a községi, városi és megyei kataszteri területeken, ezek azonosítása a kataszteri tervek és nyilvántartások segítségével történik.

7.1.1. Országos Kataszteri és Ingatlan-nyilvántartási Ügynökség

Az Országos Kataszteri és Ingatlan-nyilvántartási Ügynökség (románul: Agenția Națională de Cadastru și Publicitate Imobiliară, rövidítve ANCPPI) egy olyan integrált rendszert működtet, amely a kataszteri és ingatlan-nyilvántartási adatok technikai, gazdasági és jogi nyilvántartását foglalja magában. Ez a rendszer lehetővé teszi az ingatlanok pontos és átfogó nyilvántartását minden adminisztratív-területi egység szintjén, legyen az község, város vagy megyei jogú város.

Az Integrált Kataszteri és Ingatlan-nyilvántartási Rendszer

Az ANCPPI az integrált rendszer működtetése során biztosítja az ingatlanok azonosítási adatainak és az azokhoz kapcsolódó jogoknak az informatikai és analóg archiválását. A rendszer két fő formában kezeli az ingatlanok nyilvántartását:

1. Rendszeres Kataszteri Nyilvántartás: ebben az esetben minden ingatlan hivatalból kerül bejegyzésre az integrált kataszteri és ingatlan-nyilvántartási rendszerbe egy adott adminisztratív-területi egységen belül.
2. Eseti Kataszteri Nyilvántartás: itt az ingatlanok tulajdonosának kérelmére történik a bejegyzés az integrált rendszerbe.

A rendszer használatával minden ingatlan egyedi kataszteri számmal rendelkezik, amelyhez kapcsolódik egy ingatlan-nyilvántartási lap. Ezen a lapon az ingatlanhoz tartozó minden releváns információ (pl. tulajdonosi adatok, jogok, terhek) rögzítésre kerül.

Az ANCPPI funkciói

Az ANCPPI célja a kataszteri és ingatlan-nyilvántartási rendszer technikai, gazdasági és jogi funkcióinak betöltése. Ez három kulcsfontosságú funkció köré épül:

1. Műszaki funkció: az ingatlanok pontos geometriai azonosítását és térképi ábrázolását biztosítja. Ide tartozik az ingatlanok földrajzi helyzetének meghatározása, a határok kijelölése és a műszaki adatok térképi rögzítése.
2. Gazdasági funkció: a rendszer lehetővé teszi az ingatlanokkal kapcsolatos gazdasági információk, például az értékelési és adózási adatok kezelését. Az ANCPPI támogatja a földhasználati jogokkal, ingatlanpiaci tranzakciókkal és a földterületek értékelésével kapcsolatos nyilvántartásokat.

3. Jogi funkció: az ingatlanok tulajdonjogával, terheivel és az azokat érintő jogi változásokkal kapcsolatos adatok nyilvántartását végzi. Ez biztosítja az ingatlanokhoz kapcsolódó jogbiztonságot és az átláthatóságot a jogi eljárások során.

Ezeket a funkciókat az alábbi tevékenységekkel valósítja meg:

- az ingatlanokra vonatkozó adatok központi archiválása és feldolgozása;
- az adminisztratív-területi egységek ingatlanjainak teljes körű nyilvántartása;
- az informatikai rendszerek fejlesztése és karbantartása, hogy biztosított legyen az integrált adatok kezelése.

A területi irodák és működésük

Az ANCPI keretében működő területi irodák minden megyében megtalálhatóak, a megyei jogú városok mindenikében, illetve kivételes esetekben egyéb, nem megyei jogú városokban is. A területi irodák (BCPI – Birourile de Cadastru și Publicitate Imobiliară) feladata az ingatlanok kataszteri és ingatlan-nyilvántartási rendszerben történő rögzítése az adott adminisztratív-területi egység szintjén.



71. ábra. Kovászna megyei kataszteri és ingatlan-nyilvántartási iroda és területi felosztása, forrás: ANCPI, 2025

Ezek az irodák jogilag nem önálló szervezetek, amelyek az ANCPI alá rendelt területi hivatalok irányítása alatt működnek, miközben minden megyében található egy úgynevezett központi hivatal (OCPI – Oficiul de Cadastru și Publicitate Imobiliară) (71. ábra).

Az ún. OCPI-k a bírósági körzetek szerinti szervezésben tevékenykednek.

Az ANCPI integrált informatikai rendszert alkalmaz az adatok feldolgozására és nyilvántartására. Ez az egységes rendszer biztosítja a hatékony munkavégzést, megszüntetve az analóg nyilvántartási módszerekhez kötött redundáns folyamatokat. Az informatikai rendszerrel:

- strukturált jelentések és kimutatások készíthetők;
- az ingatlanok adatainak pontos kezelése biztosított.

Az ANCPI kulcsszerepet tölt be Románia kataszteri és ingatlan-nyilvántartási rendszerének működtetésében. Az integrált rendszer segítségével biztosított az ingatlanok teljes körű, pontos és átlátható nyilvántartása, amely elengedhetetlen a gazdasági és jogi biztonság megteremtéséhez.

7.1.2. A modern Kataszteri és Ingatlan-nyilvántartási Rendszer Romániában

Egy korszerű általános kataszteri és ingatlan-nyilvántartási rendszer kialakítása érdekében új geodéziai és topográfiai méréseket kellett végrehajtani Romániában. Jelen években is folyik az ország teljes kataszteri nyilvántartásának digitalizálása, amelyek alapján pontosan kartografálhatóak a kataszteri területek. Ezzel lehetővé válik az ingatlanok és a tulajdonjogok országos szintű nyilvántartásba vétele a telekkönyvi rendszerben.

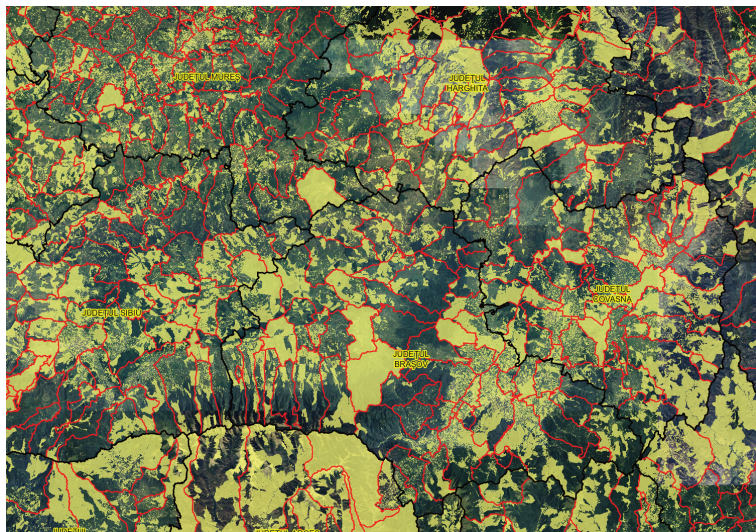
Az általános kataszteri munkákat az Országos Kataszteri, Geodéziai és Kartográfiai Hivatal vezeti és koordinálja. Ez az intézmény közvetlenül felügyeli a központi szakintézményt, a Geodéziai, Fotogrammetriai, Kartográfiai és Kataszteri Intézetet, valamint a megyei szintű szakintézményeket. Az ingatlan-nyilvántartási rendszer alapja a telekkönyv, amelyben hivatalosan rögzítik az ingatlanok leírását, az azokhoz kapcsolódó dologi jogokat, valamint a személyes jogokat, tényeket vagy más jogviszonyokat.

Az elkövetkező években végrehajtandó új topo-kataszteri és kartográfiai mérések biztosítják a szükséges adatbázist az országos szintű általános kataszter és ingatlan-nyilvántartás bevezetéséhez. Fontos megjegyezni, hogy Románia közigazgatási felosztása szerint a teljes terület 23 839 070 hektárt foglal magában, amely 41 megyéből és Bukarest fővárosból áll.

A 41 megye összesen 67 városi, 195 városi és 2686 községi területet foglal magában, és ezekhez 13 343 falu tartozik. Az általános kataszter létrehozása tehát 2989 kataszteri területet foglal magában, amelyek viszont két különálló zónára

oszlanak: a belterületre, amely az építési célú területeket foglalja magában, és a külterületre, amely mezőgazdasági és nem mezőgazdasági területekből áll.

A földhasználat szerkezetének felosztása alapján Románia területének mintegy 62%-át, azaz 14,8 millió hektárt mezőgazdasági területek tesznek ki. A modern kataszteri és ingatlan-nyilvántartási rendszer kialakítása szükséges ahhoz, hogy az ország teljes földterületét pontosan felmérhessük és azonosíthassuk, biztosítva ezzel a jogi és gazdasági stabilitást (72. ábra).



72. ábra. Országos Kataszteri és Ingatlan-nyilvántartó Intézet digitalizált térképe, forrás: ANCP, 2024

7.2. A kataszter fogalma, eredete, kifejlődése Romániában

A *kataszter* kifejezés hosszú múltra tekint vissza, melynek jelentése és alkalmazása az idők során folyamatosan fejlődött. Ma a kataszter egy olyan rendszer, amely részletes és naprakész adatokat szolgáltat az ingatlanok állapotáról mind mennyiségi, mind minőségi szempontból, valamint az ingatlanok tulajdonosairól, amelyeket a telekkönyvben rögzítenek. A rendszer alapvető szerepet játszik az ingatlanok nyilvántartásában, hiszen ez biztosítja a tulajdonjogok védelmét és átláthatóságát.

A *kataszter* szó eredetével kapcsolatban több különböző nézet létezik. Egyes nyelvészek szerint a kifejezés a görög *kata* előtagból ered, amely 'felülről lefelé'

jelentést hordoz, és a bizánci görög *stikon* szóból, ami 'jegyzéket', 'könyvet' jelent, és amely eredetileg adónyilvántartásra vagy kereskedelmi könyvvizetésre utalt. Ezzel a nézettel Grințescu 1936-os tanulmánya foglalkozik részletesen.

Más elméletek szerint a *kataszter* a latin *capitastrum* szóból származik, amely a *capitationis registrum* vagy *capitum registrum* kifejezéssel hozható kapcsolatba, ami a családfőre kivetett adó, az úgynevezett *capitatio* nyilvántartását jelentette. Ez az elmélet Kriegl 1973-as kutatásain alapul.

Továbbá, egy 1185-ben Velencében talált dokumentum szerint, amelyre Th. Ziegler 1977-es munkája hivatkozik, a *kataszter* kifejezés először 'catastico' formában jelent meg. A 17. századtól kezdve a szó már széles körben elterjedt, különösen Olaszországban, ahol *il catastro* formában használták. Innen került át Franciaországba, ahol *le cadastre*, majd Németországba, ahol *der (das) Kataster* alakban vált ismertté. Történelmi érdekesség viszont, hogy magyar nyelvterületen első említése nem csupán *kataszter*ként jelent meg, hanem sokatmondóan *vallomány* névvel is illették.

7.2.1. A kataszteri rendszer fejlődése a mai Románia területén

A kataszteri rendszer bevezetése és fejlesztése Románia területén hosszú történelmi folyamat eredménye, amely hat különböző szakaszra osztható. Ezek a szakaszok tükrözik a történelmi, társadalmi és politikai változásokat, amelyek hatással voltak a kataszteri munkálatokra és az ingatlan-nyilvántartási rendszer fejlődésére.

1. Az általános kataszteri rendszer bevezetésének kezdeti szakasza

A kataszteri rendszer és a telekkönyv bevezetése a romániai tartományokban eltérő időpontokban és módszerekkel történt, a helyi történelmi körülmények függvényében.

- Észak-Bukovina: az első kataszteri felméréseket 1770-ben kezdték el, a német kataszter mintájára. Az itt végzett munkálatokat 1816–1817-ben hivatalosan is törvénybe iktatták, megteremtve a kataszter és a telekkönyvi rendszer alapjait.
- Erdély és a Bánság: 1794-ben kezdődtek a kataszteri és telekkönyvi munkálatok, majd 1850-től ideiglenes kataszteri felméréseket végeztek, amelyek magukban foglalták a kataszteri területek határainak pontos rögzítését, a földterületek és vízfolyások határainak leírását.
- Havasalföld: 1831-ben kezdődött meg a kataszteri rendszer részleges bevezetése, amikor is Alexandru Dimitrie Ghica fejedelem alatt elkészült a „kataszteri felméréseket érintő projekt az egész fejedelemség területére”.
- Moldva: 1832-ben Mihail Grigore Sturdza fejedelem alatt megjelent a „közös szabályzatok és határmegállapítások projektje”, amely szintén a kataszteri rendszer alapjainak lefektetését szolgálta.

2. A kataszteri rendszer egységesítésének szakasza (1919–1933)

Az első világháborút követő időszakban, 1919-ben megalakult a Központi Parcellázási és Földosztási Hivatal, amely a kataszteri és technikai munkálatokért volt felelős. Ez az időszak a földmérés és földosztás mellett a kataszteri térképek elkészítését is magában foglalta. A kataszteri munkálatok során a korábban elosztott földterületek pontos felmérésére és felosztására került sor.

3. A modern kataszteri rendszer és a telekkönyvek egységesítésének kezdete (1933–1955)

1933-ban a 23-as számú törvénnyel volt megalapozva. Mindez maga után vonta a modern kataszteri rendszer és a telekkönyvi nyilvántartások újraszervezését is. E törvény értelmében a korábban kataszteri munkálatok nélküli területeken is megkezdődtek az ilyen jellegű felmérések, míg azokon a területeken, ahol már korábban is végeztek ilyen munkálatokat, azok kiegészítése és pontosítása történt meg.

4. A földnyilvántartási és kataszteri rendszer kiépítése (1955–1990)

1955-től kezdődően a mezőgazdasági területek kollektivizálása során az „ingatlan-nyilvántartás” megszervezésére és végrehajtására került sor. Ezt a folyamatot a mezőgazdasági területek összevonása jellemezte, amelyhez szükséges topográfiai térképeket 1:10 000 méretarányban, fotogrammetriai módszerekkel készítették el, mintegy 13 millió hektárnyi területet lefedve.

5. A földtulajdonról szóló törvény alkalmazásának szakasza (1991-től)

1991-ben bevezették a 18-as számú törvényt, amely a földtulajdon helyreállításával és az új tulajdonjogok megállapításával foglalkozott. A törvény végrehajtásához szükséges munkálatok során mintegy 8 millió hektárnyi területet mértek fel és osztottak fel, ezáltal biztosítva a tulajdonjogok újratерemtését.

6. A modern kataszteri rendszer és ingatlan-nyilvántartás megvalósítása

Napjainkban a 7-es számú, 1996-ban elfogadott törvény rendelkezéseinek értelmében folyik a modern kataszteri rendszer és az ingatlan-nyilvántartás kiépítése. A törvény célja, hogy biztosítsa az ingatlanok tulajdonjogának átlátható és biztonságos kezelését, valamint elősegítse az ingatlanokkal kapcsolatos tranzakciók egyszerűsítését.

A törvény 68. cikke kimondja, hogy a kataszteri munkálatok befejezését követően, 90 napon belül az ingatlan-nyilvántartási hivataloknak meg kell küldeniük a kataszteri területek nyilvántartását, hogy ezek alapján elkészíthessék az ingatlanok telekkönyvi bejegyzéseit.

A kataszteri rendszer és az ingatlan-nyilvántartás alapvető fontosságú a jogbiztonság, a gazdasági stabilitás és a társadalmi fejlődés szempontjából. Ezek a rendszerek nem csupán a tulajdonjogok védelmét és nyilvántartását biztosítják, hanem alapvető szerepet játszanak a földhasználat tervezésében, a mezőgazdasági termelés hatékonyságának növelésében, valamint a fenntartható városfejlesztés előmozdításában. Az ingatlan-nyilvántartás rendszeres karbantartása és fejlesztése elengedhetetlen ahhoz, hogy a társadalom valamennyi rétege számára biztosított legyen a tulajdonjogok védelme és a jogbiztonság.

7.2.2. A kataszteri nyilvántartás funkciói és alapvető szerepe

A kataszter mint egységes rendszer három alapvető funkciót lát el, melyek mindegyike fontos szerepet játszik az ingatlan-nyilvántartásban és az ingatlanokhoz kapcsolódó jogok, kötelezettségek és értékek pontos meghatározásában. Ezek a funkciók: technikai, gazdasági és jogi funkciók. Mindhárom funkció egymást kiegészítve működik, és elengedhetetlenek a kataszteri dokumentációk véglegesítéséhez és karbantartásához.

1. Technikai funkció

A technikai funkció a kataszter alapvető szerepét testesíti meg, amely az ingatlanok, földterületek és épületek pontos földrajzi elhelyezkedésének, méretének és formájának meghatározását foglalja magában. Ezt a funkciót geodéziai, topográfiai és fotogrammetriai mérések révén valósítják meg. Az ilyen mérések során az ingatlanok különböző felhasználási kategóriáit és tulajdonosi viszonyait is figyelembe veszik.

A technikai funkció megvalósítása során különböző méretarányú kataszteri térképek készülnek, amelyek az ingatlanok és földterületek pontos elhelyezkedését és méretét rögzítik. Ezek a térképek segítenek a földterületek határainak pontos meghatározásában, ami elengedhetetlen a tulajdonjogok és az ingatlanhoz kapcsolódó egyéb jogok biztosításához. A térképek méretaránya a terület jellegétől függően változik, például községi szinten 1:25 000, megyei szinten pedig 1:50 000 méretarányú térképek készülnek.

2. Gazdasági funkció

A kataszter gazdasági funkciója abban rejlik, hogy segítséget nyújt az ingatlanok értékének meghatározásában, ami alapvető fontosságú az adózás és a közterhek igazságos megállapítása szempontjából. Az ingatlanok értékét sok tényező befolyásolja, mint a terület felhasználási célja, a talaj termőképessége, valamint a földterület minősége és kategóriája.

Különösen a mezőgazdasági területek esetében a gazdasági érték meghatározása a földminősítési (bonitási) eljárásokon alapul, amelyek során a földterületek termékenységi fokát, vagyis minőségi osztályát állapítják meg. A földterületek bonitását olyan tényezők alapján mérik fel, mint a talaj fizikai és kémiai tulajdonságai, az öntözési és vízelvezetési infrastruktúra jelenléte, valamint a talajerózió elleni védekezési lehetőségek. Ezen értékelés alapján kerül sor a földterületek gazdasági értékének meghatározására, amely közvetlenül befolyásolja az adott ingatlanhoz kapcsolódó adók és egyéb közterhek megállapítását.

3. Jogi funkció

A kataszter jogi funkciója biztosítja, hogy az ingatlanok tulajdonjogai és az ezekhez kapcsolódó jogok egyértelműen és pontosan nyilvántartásra kerüljenek. Ez

a funkció a telekkönyvezés révén valósul meg, amely során az ingatlanokat és azok tulajdonosait hivatalosan is rögzítik. A jogi funkció egyik legfontosabb eleme az ingatlan-nyilvántartás, amely a tulajdonjogok átláthatóságát és biztonságát szolgálja.

Az ingatlan-nyilvántartás célja, hogy minden egyes ingatlan és annak tulajdonosa között közvetlen, egyértelmű kapcsolatot teremtsen, amelyet hivatalosan is rögzítenek a telekkönyvben. Ez a nyilvántartás a kataszteri munkálatok során a földterület tényleges tulajdonosának meghatározásával kezdődik, amelyet a kataszteri rendszer bevezetésekor határoznak meg. Ezzel biztosítják, hogy az ingatlanhoz kapcsolódó jogok és kötelezettségek átláthatóak és jogilag védettek legyenek.

7.3. A földalap osztályozása és kategorizálása Romániában

Románia földalapját az ország egész területén található különböző rendeltetésű és tulajdonjogú földterületek alkotják. A földalap osztályozása az ingatlanok különböző felhasználási módjai szerint történik, amelyeket jogszabályok határoznak meg, mint például az 1991-es 18-as számú törvény. Ez a törvény határozza meg a földalap fogalmát és annak különböző kategóriáit, amelyek az ingatlanok felhasználási módjai szerint csoportosíthatók.

1. Mezőgazdasági rendeltetésű földterületek

A mezőgazdasági célú földterületek olyan földek, amelyeket közvetlenül és elsődlegesen a mezőgazdasági termelés céljára használnak. Ezek a területek az ország mezőgazdasági földalapját alkotják, és két fő alcsoportra oszthatók:

– *Termőföldek:* ezek közé tartoznak a szántóföldek, szőlőültetvények, gyümölcsösök, komlóültetvények, eper- és szederültetvények, rétek, legelők, valamint az olyan területek, amelyek növényi kultúrák termesztésére szolgálnak, mint például az üvegházak és fóliasátrak. Emellett ide sorolják az erdősült területeket is, amelyek azonban nem tartoznak az erdészeti gazdálkodás alá.

– *Mezőgazdasági célra foglalt területek:* ezek a területek magukban foglalják a mezőgazdasági épületekkel és infrastruktúrával, például állattartó telepekkel, öntözési és vízelvezetési rendszerekkel, valamint mezőgazdasági utak és tárolóterületek létesítményeivel foglalt földeket. Ide tartoznak továbbá azok a területek is, amelyek jelenleg nem termelnek, de megfelelő átalakítással mezőgazdasági célokra hasznosíthatók.

2. Erdészeti rendeltetésű földterületek

Az erdészeti célú földterületek olyan területek, amelyek erdősítési vagy erdőgazdálkodási célokat szolgálnak. Ezek a területek az ország erdőalapját alkotják, és két fő csoportba sorolhatók (73. ábra):

– *Termő erdőterületek*: ide tartoznak a meglévő erdők, az új erdősítésre kijelölt területek, valamint az erdőgazdasági tevékenységekhez kapcsolódó földek, mint például az erdészeti faiskolák és az erdőgazdálkodási létesítmények.

– *Nem termő erdőterületek*: ezek közé tartoznak a sziklás, meredek vagy egyéb olyan területek, amelyek termelésre nem alkalmasak, de az erdőgazdálkodás részét képezik, mint például a sziklák, szakadékok, vízmosások és erózió által érintett területek.

3. Víz alatti területek

A víz alatt álló területek közé tartoznak azok a földek, amelyeket folyamatosan víz borít, beleértve a folyók, tavak és tengeri területek medreit is. Ezek a területek magukban foglalják a folyók, patakok és tavak ágát, valamint a tengeri és belvizek alját.



73. ábra. Földterületek funkciói, kiemelve az erdőterületeket, térképrészlet Romániából, forrás: ANCPI, 2024

4. Beépített területek

A beépített területek azok a földek, amelyek az ország városi és vidéki településeinek határain belül találhatók, és amelyek különböző épületek, infrastruktúrák és egyéb létesítmények építésére szolgálnak.

5. Speciális rendeltetésű földterületek

Ebbe a kategóriába olyan földterületek tartoznak, amelyek speciális célokra vannak fenntartva, mint például közlekedési útvonalak, energetikai és kommunikációs infrastruktúrák, bányászati és ipari létesítmények, valamint természetvédelmi területek. Ilyenek például a közúti, vasúti, hajózási és légiközlekedési infrastruktúrák, a villamosenergia- és gázvezetékek, valamint a víz- és energiatárolók területei. Ebbe a csoportba tartoznak továbbá a védelmi célokra fenntartott földterületek és a természetvédelmi területek, mint például a nemzeti parkok, természetvédelmi területek és műemlékek (73. ábra).

7.4. Földhasználati kategóriák

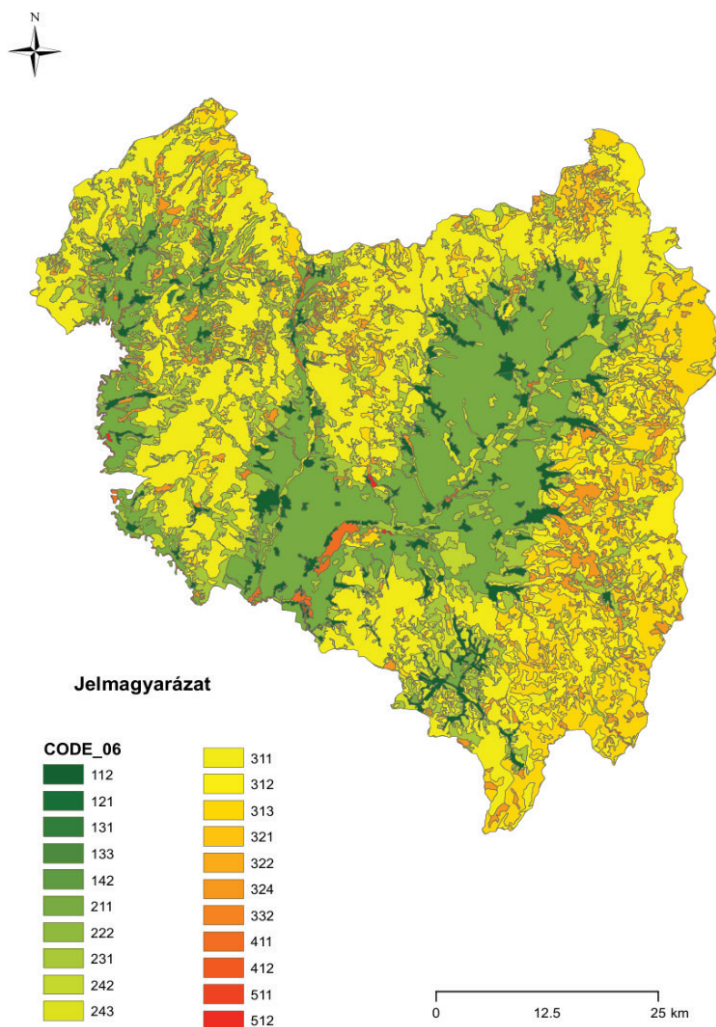
A földterületek használati módja szerinti kategorizálása kiemelt szerepet játszik a földnyilvántartás és a kataszteri rendszerek kialakításában. E kategóriák alapján különböztetjük meg a földalap általános rendeltetését, amely a mezőgazdasági és nem mezőgazdasági célú felhasználás szerint osztható fel. A földhasználati módok széles skálája, beleértve a különféle alkategóriákat is, lehetővé teszi a területek hatékony és célszerű felhasználását, figyelembe véve azok termelékenységét és az egyéb gazdasági, környezeti célokat. Az alábbiakban részletesen bemutatjuk a földhasználat különböző kategóriáit és azok alkategóriáit, amelyek a kataszteri rendszer szempontjából különösen fontosak.

7.4.1. Mezőgazdasági rendeltetésű földterületek kategóriái

A mezőgazdasági rendeltetésű földterületek olyan földhasználati egységeket jelentenek, amelyek főként növénytermesztésre, állattartásra, illetve egyéb mezőgazdasági tevékenységekre szolgálnak. Ezeket a területeket tovább lehet bontani specifikus alkategóriákra, amelyek a különböző mezőgazdasági tevékenységekhez kapcsolódnak.

Szántóföldek (A): Ide tartoznak azok a területek, amelyeket rendszeresen megművelnek, hogy különféle növényeket, például gabonaféléket, hüvelyeseket, ipari növényeket vagy gyógynövényeket termesszenek. A szántóföldek között különbséget tehetünk az alapján, hogy a területet folyamatosan megművelik-e, vagy csak időszakosan, például minden második vagy hatodik évben. Az ilyen földek fontos szerepet játszanak az élelmiszer- és alapanyag-termelésben, és jelentős mértékben hozzájárulnak az ország gazdasági stabilitásához. A szántóföldekhez tartozó alkategóriák közé sorolhatóak a hagyományos szántók, a kertészeti területek, rizsföldek, üvegházak és egyéb, speciális célokra használt mezőgazdasági területek.

Pázsitos Legelők (P): Ezek a területek olyan növényzettel borított földek, amelyeket állattartásra használnak, különösen legeltetésre. A legelők lehetnek természetesek, ahol a növényzet természetes módon újul meg, vagy mesterségesen fenntartottak, ahol a fűvet rendszeresen karbantartják. Az ilyen területek fenntartása kulcsfontosságú az állattenyésztés szempontjából, mivel ezek biztosítják az állatok számára szükséges takarmányt. Az alkategóriák között megtalálhatók a tiszta legelők, gyümölcsfákkal vagy erdősávokkal borított legelők, valamint olyan legelők, amelyek bozótosokkal vagy cserjékkel tarkítottak.



74. ábra. Kovászna megye felszínborítási térképe, forrás: szerző

Kaszálók (F): A kaszálók olyan földterületek, amelyeket főként széna előállítására használnak. Ezeket a területeket rendszeresen kaszálják, hogy az állatok számára takarmányt biztosítsanak. A kaszálók jelentősége abban rejlik, hogy lehetővé teszik a fű nagy mennyiségben történő begyűjtését, amelyet aztán az állattartásban használnak fel. Az ilyen területek több alkategóriát is magukba foglalhatnak, például tiszta kaszálókat, gyümölcsfákkal beültetett kaszálókat vagy olyan területeket, ahol a növényzetet mesterségesen alakítják ki.

Szőlők és Komlóültetvények (V): E kategória magába foglalja a szőlőültetvényeket és komlótermesztésre használt területeket. A szőlőültetvények lehetnek nemes szőlőfajták ültetvényei, amelyeket borkészítésre használnak, vagy hibridek, amelyeket különböző mezőgazdasági célokra termesztenek. Ezen kívül a kategória részét képezik a szőlőiskolák, valamint a komlóültetvények, amelyeket a sörgyártás egyik alapanyagának előállítására használnak.

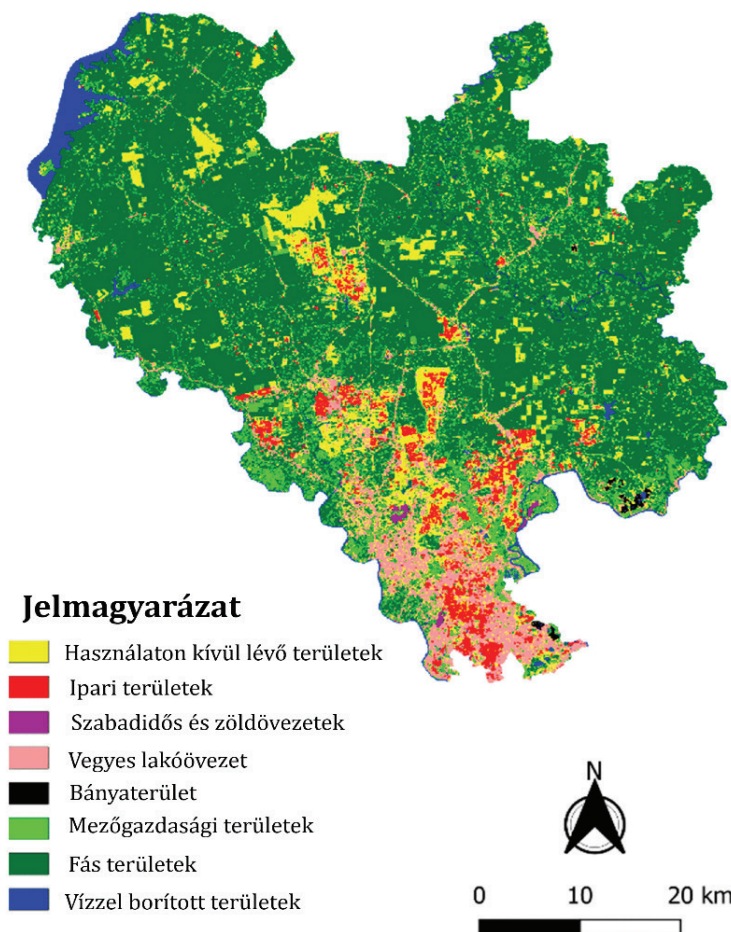
Gyümölcsösök (L): A gyümölcsösök olyan területek, amelyeket gyümölcsfák és bogyós gyümölcsöket termő cserjék termesztésére használnak. Idetartoznak a hagyományos, valamint az intenzív és szuperintenzív gyümölcsösök, amelyeknél a gyümölcsfákat sűrűn ültetik és intenzíven gondozzák. Ezen kívül idesorolhatók a gyümölcsiskolák, ahol a gyümölcsfák palántáit nevelik, valamint a szeder- és eperföldek, amelyek különleges mezőgazdasági kultúrákat képviselnek (74. ábra).

7.4.2. Nem mezőgazdasági rendeltetésű földterületek kategóriái

A nem mezőgazdasági rendeltetésű földterületek olyan földhasználati egységeket képviselnek, amelyeket nem közvetlenül mezőgazdasági termelésre használnak, hanem más célokra, mint például erdőgazdálkodás, ipari tevékenységek, infrastruktúra-fejlesztés vagy egyéb speciális célú felhasználás.

Erdők és egyéb erdőgazdálkodási területek (PD): Az erdők olyan területek, amelyek fákkal és cserjékkel borítottak, és amelyek főként faanyagtermelésre, valamint a talaj védelmére szolgálnak. Az erdők fenntartása és kezelése kiemelt fontosságú a környezetvédelem, valamint az ökológiai egyensúly megőrzése szempontjából. A kategórián belül különböző alkategóriák találhatók, amelyek különböző erdőgazdálkodási tevékenységekhez kapcsolódnak, beleértve a fásításra kijelölt területeket, a természetvédelmi célú erdőket, valamint az erdősávokat, amelyek a mezőgazdasági területek védelmére szolgálnak.

Vizes területek (H): A vizes területek olyan földeket foglalnak magukban, amelyeket állandóan vagy időszakosan víz borít. Ezek a területek különösen fontosak a vízgazdálkodás szempontjából, mivel segítenek szabályozni a vízmozgást és -tárolást, valamint fontos élőhelyet biztosítanak számos növény- és állatfaj számára. A vizes területek kategóriáján belül több alkategória is létezik, például tavak, folyók, mocsarak, valamint azok a területek, amelyeket időszakosan borít el a víz, de nem alkalmasak mezőgazdasági művelésre.



75. ábra. Illusztrációs célú felszínborítási térkép, forrás: saját szerkesztés

Közlekedési és szállítási infrastruktúra (D): Ide tartoznak azok a földterületek, amelyeket közutak, vasutak, valamint egyéb szállítási és közlekedési infrastruktúra építésére és fenntartására használnak. Ezek a területek kulcsszerepet játszanak az ország közlekedési hálózatának fenntartásában és fejlesztésében. Az alkategóriák között megtalálhatók az autópályák, országos és helyi közutak, ipari utak, valamint a vasúti pályák és egyéb közlekedési infrastruktúrák, amelyek az emberek és áruk gyors és hatékony mozgatását biztosítják.

Beépített területek és egyéb speciális rendeltetésű földek (C): Ebbe a kategóriába olyan földterületek tartoznak, amelyek különféle épületekkel és létesítményekkel vannak beépítve, legyen szó lakóépületekről, ipari létesítményekről vagy közösségi

infrastruktúráról. Az ilyen területek jelentősége abban rejlik, hogy itt zajlik az emberi élet számos alapvető tevékenysége, beleértve a lakhatást, a munkát, valamint a közszolgáltatásokat. Az alkategóriák széles spektruma lefedi a különböző építési célokat, így a lakóövezeteket, ipari parkokat, közösségi létesítményeket, valamint egyéb speciális építési célú területeket is.

Nem termékeny földek (N): E kategória magába foglalja azokat a földterületeket, amelyek nem alkalmasak mezőgazdasági termelésre, és nem is képesek gazdasági hasznót termelni a hagyományos értelemben. Ezek a területek jellemzően különféle természetes vagy emberi tevékenység okozta degradáció következtében váltak terméketlenné. Az ilyen területek között megtalálhatók a sivatagosodó területek, kőzetekkel borított földek, erodált területek, valamint a bányászatból visszamaradt területek, amelyek rehabilitáció nélkül nem használhatók gazdaságosan.

A földhasználat különböző kategóriái és alkategóriái lehetővé teszik a földek hatékony kezelését és hasznosítását, figyelembe véve azok természeti adottságait, gazdasági potenciálját és társadalmi szükségleteit. E kategóriák meghatározása és fenntartása nemcsak a kataszteri nyilvántartások pontos vezetését teszi lehetővé, hanem hozzájárul a fenntartható fejlődéshez és a környezetvédelmi célok eléréséhez is (75. ábra).

7.5. Kataszteri nyilvántartási rendszerek Romániában

A földnyilvántartás adatai alapján készülő szakági nyilvántartások célja, hogy részletesen rendszerezze és értékelje az ingatlanokat különböző technikai és gazdasági szempontok szerint. Ezek az alrendszerek kiegészítik az általános kataszteri nyilvántartást, különösen a mezőgazdasági, erdészeti, vízgazdálkodási és építési területeken. Ebben a fejezetben részletesen bemutatjuk ezen speciális földnyilvántartási alrendszerek főbb funkcióit, szerepét és a kapcsolódó adatgyűjtési módszereket, amelyek biztosítják az ingatlanok pontos és átfogó nyilvántartását.

7.5.1. Mezőgazdasági kataszter Romániában

A mezőgazdasági kataszter kiemelt fontosságú az agrárgazdaság számára, mivel részletes információkat szolgáltat a földterületek méretéről, használati kategóriáiról, tulajdonosairól és a föld termékenységi osztályba sorolásáról. Ez az alrendszer lehetővé teszi, hogy a gazdálkodók és a döntéshozók átfogó képet kapjanak a mezőgazdasági területek állapotáról és hasznosítási lehetőségeiről. A mezőgazdasági kataszter rendszerint különböző mezőgazdasági zónákra, gyümölcsös övezetekre, szőlőültetvényekre, valamint öntözési és talajvédelmi rendszerekre vonatkozóan készül.

Az adatgyűjtés során speciális nyilvántartási lapokat használnak, amelyek tartalmazzák a földterületekkel kapcsolatos alapvető információkat, mint például a tulajdonos nevét, a földterület helyrajzi számát, használati kategóriáját, területének nagyságát, minőségi besorolását, valamint a földterületből származó jövedelmet. Az ilyen nyilvántartások segítenek az agrárterületek optimális kihasználásában, és hozzájárulnak a mezőgazdasági termelés hatékonyságának növeléséhez.

Klíma és talajviszonyok: A mezőgazdasági kataszter fontos része a területek klimatikus és talajviszonyainak részletes leírása. A klimatikus adatok tartalmazzák a területre jellemző hőmérsékleti adatokat, csapadékmennyiséget és egyéb időjárási jellemzőket, amelyek alapvetően befolyásolják a mezőgazdasági termelést. A talajviszonyok vizsgálata során figyelembe veszik a talaj típusát, szerkezetét, vastagságát, a talajvíz mélységét, valamint a talaj kémiai és tápanyagtartalmát. Ezen információk birtokában meghatározható a talaj termékenysége és a művelési alkalmassága a különböző növénykultúrák számára.

Földjavítási munkálatok: A mezőgazdasági kataszter részét képezik azok a feljegyzések is, amelyek a területen végzett földjavítási munkálatokról szólnak. Ide tartoznak az öntözési, vízelvezetési, talajerózió elleni védekezési, valamint egyéb talajjavító intézkedések. Ezek az adatok nélkülözhetetlenek a földterületek hosszú távú fenntarthatóságának biztosításához, valamint a mezőgazdasági termelés optimalizálásához.

Agrotechnikai és gazdasági adatok: A kataszteri nyilvántartás részletes információkat tartalmaz az alkalmazott agrotechnikai módszerekről is, mint például a trágyázás módjáról, az alkalmazott műtrágyák típusáról és mennyiségéről, a talajművelési technikákról, valamint a vetésforgóról. Ezen kívül a gazdasági adatok is rögzítésre kerülnek, amelyek tartalmazzák a mezőgazdasági termékek átlagos hozamait, a termelési költségeket, valamint a nettó jövedelmet. Ezek az adatok lehetővé teszik a mezőgazdasági termelés gazdasági hatékonyságának elemzését, és hozzájárulnak a földterületek megfelelő hasznosításához.

Speciális területek: A mezőgazdasági kataszter külön figyelmet fordít az olyan területekre, amelyek valamilyen különleges kezelést igényelnek, például a lejtős területekre, ahol a mezőgazdasági munkák gépesítése nehézségekbe ütközhet. Ezeket a területeket kategorizálják a lejtő meredeksége alapján, így meghatározva a művelési lehetőségeket és korlátokat. Hasonlóképpen, a degradált területek, mint például a vízzel telített, szikes, homokos vagy erózióval sújtott földek is külön kategóriát képeznek, és ezek rehabilitációjára különös figyelmet fordítanak.

Grafikus ábrázolás: A mezőgazdasági kataszter adatait rendszerint részletes topográfiai térképeken ábrázolják, amelyek nagyobb léptékben készülnek, mint az általános kataszteri térképek. Például az általános kataszterben alkalmazott 1:5000-es lépték helyett a mezőgazdasági kataszterben 1:2000-es vagy akár 1:1000-es léptéket is alkalmaznak. Ezek a térképek részletesen ábrázolják a terület domborzati viszonyait, és segítenek az agrárterületek pontosabb felmérésében és kezelésében.

Adatok frissítése: A mezőgazdasági kataszter adatai rendszeres időközönként frissítésre kerülnek, hogy tükrözzék a talaj- és agrokémiai viszonyok változásait. Talajtani vizsgálatokat általában tízévente, míg agrokémiai vizsgálatokat négyévente végeznek. Azokon a területeken, ahol jelentős talajjavító intézkedéseket hajtottak végre, vagy ahol a talaj degradációja és szennyezése miatt szükséges, gyakrabban is sor kerülhet az adatok aktualizálására.

A Mezőgazdasági Intervenciós és Kifizetési Ügynökség (MIKÜ, románul APIA – Agenția de Plăți și Intervenție pentru Agricultură) egy román állami intézmény, amely a mezőgazdasági támogatások és kifizetések kezeléséért felelős. Feladatai közé tartozik az Európai Unió és a román kormány által biztosított mezőgazdasági támogatások lebonyolítása, az agrárpolitikák végrehajtása, valamint a mezőgazdasági termelők és gazdálkodók számára nyújtott pénzügyi támogatások adminisztrációja. Az ügynökség feladata a mezőgazdasági területek nyilvántartása, műholdas térképek fenntartása és mezőgazdasági tevékenységek ellenőrzése (76. ábra).



76. ábra. Mezőgazdasági Intervenciós és Kifizetési Ügynökség (MIKÜ – APIA) mezőgazdasági nyilvántartási rendszere, forrás: APIA, 2024

7.5.2. Erdészeti kataszter Romániában

Az erdészeti kataszter az erdők és más erdőgazdálkodási területek nyilvántartására és értékelésére szolgál. Ez az alrendszer biztosítja az erdők területi kiterjedésének, a faállomány mennyiségének és minőségének, valamint a különböző erdőgazdálkodási tevékenységek nyomon követését. Az erdészeti kataszter adatai alapján meghatározható az erdők fenntartható kezelése, valamint a faanyag kitermelésének optimalizálása.

Technikai nyilvántartás: Az erdészeti kataszter technikai része magában foglalja az erdőrészeket azonosítását és számozását, a parcellák határvonalainak meghatározását, valamint az erdőterület nyilvántartását. Az erdőterületek határait és a változásokat topográfiai térképeken rögzítik, ahol a parcellák számozása római és arab számok, valamint kisbetűk kombinációjával történik.

Gazdasági nyilvántartás: Az erdészeti kataszter gazdasági része tartalmazza a terület klimatikus és talajviszonyaira, valamint a talajvízre vonatkozó adatokat, amelyek alapján becsülhető az erdő parcelláinak faanyagtermelési kapacitása. Ezek az információk lehetővé teszik a faállomány korának, fajösszetételének és várható hozamának pontos meghatározását (77. ábra).



77. ábra. Erdészeti kataszter Romániában, műholdas térképrészlet, forrás: Geoland, 2023

7.5.3. Vízgazdálkodási kataszter

A vízgazdálkodási kataszter célja a vízfolyások és víztestek morfológiai és hidrológiai jellemzőinek nyilvántartása, valamint a vízhasználatot érintő létesítmények rendszerezése. Ezt az alrendszert 1958-ban hozták létre, hogy megalapozza a vízgyűjtő területek komplex fejlesztési tanulmányait.

Elsődleges nyilvántartás: a vízgazdálkodási kataszter két fő szakaszra osztható. Az első szakaszban a vízfolyások és tavak medrének pontos lehatárolása történik meg, beleértve a partvonalak meghatározását és a víztestek lehatárolását.

Nyilvántartás fenntartása: a második szakasz a kataszteri nyilvántartás naprakészen tartását foglalja magában, amely magában foglalja az új létesítmények és a meglévő víztestekben bekövetkezett változások rögzítését.

7.5.4. Ingatlan-nyilvántartási kataszter

Az ingatlan-nyilvántartási kataszter a településeken található összes ingatlan nyilvántartását végzi, beleértve az épületeket, közműhálózatokat és egyéb infrastruktúrákat. Ez a kataszter biztosítja a városi és vidéki területeken lévő ingatlanok átfogó leltározását és térképi ábrázolását.

7.5.5. Helyi területi kataszter

Az ingatlan-nyilvántartási kataszter településekre bontva végzi az ingatlanok felmérését, amely magában foglalja a városokat, falvakat és egyéb lakott területeket. A cél az, hogy teljes körű leltárt készítsenek az ingatlanokról, és megszerezzenek minden közműhálózatot, amely a település működéséhez szükséges.

7.5.6. Különleges rendeltetésű területek katasztere

Ez a kataszteri alrendszer olyan területekre vonatkozik, amelyek speciális használati céllal rendelkeznek, mint például közlekedési utak, katonai célú területek, bányák, ipari zónák, természetvédelmi területek, valamint katasztrófa sújtotta övezetek. Az ilyen területek nyilvántartása és értékelése különösen fontos a megfelelő földhasználati tervek kidolgozása és a fenntarthatóság biztosítása érdekében.

Közlekedési infrastruktúra: A közlekedési infrastruktúra, például utak és vasutak nyilvántartása különösen fontos, mivel ezek a területek gyakran keskeny sávokban húzódnak, és hosszuk miatt nehéz pontosan felmérni őket. A kataszteri adatok lehetővé teszik ezeknek az infrastruktúráknak a pontos helymeghatározását és nyilvántartását.

Elszigetelt területek: A különleges rendeltetésű területek közé tartoznak az elszigetelt területek is, amelyek gyakran más mezőgazdasági vagy nem mezőgazdasági területek közé ékelődnek. Ilyenek például a bányászati vagy olajkitermelési területek, ipari zónák és olyan természetvédelmi területek, amelyeket különleges szabályok védenek.

Összegzés

A különféle kataszteri alrendszerek részletes nyilvántartása és karbantartása elengedhetetlen a földterületek hatékony kezelése és fenntarthatósága szempontjából. Ezek az alrendszerek biztosítják az ingatlanok és földterületek átfogó és pontos nyilvántartását, amely alapvető a gazdasági tervezéshez, a környezetvédelemhez, valamint az erőforrások fenntartható használatához. Az adatok rendszeres frissítése és a modern technológiai megoldások alkalmazása biztosítja, hogy ezek a nyilvántartások a lehető legpontosabbak és naprakészek legyenek, ezáltal hozzájárulva a társadalmi és gazdasági célok megvalósításához.

7.6. Telekkönyvi nyilvántartás Romániában

A telekkönyv egy olyan közjogi dokumentum, amely az adott területen található ingatlanok jogi státuszát és tulajdonviszonyait részletesen nyilvántartja. Ennek elsődleges célja, hogy hiteles és pontos adatokat nyújtson a földtulajdonról, az ingatlanokkal kapcsolatos jogokról és kötelezettségekről. Mivel a telekkönyv minden ingatlan adatait tartalmazza, legyen az állami, magánszemélyi vagy jogi személyek tulajdonában, kulcsszerepet játszik a földügyek kezelése során.

A telekkönyvi rendszer jelentősége Romániában abban áll, hogy egyértelmű, átlátható és hiteles forrást nyújt az ingatlanok tulajdonviszonyairól és azok terheiről. Ezáltal alapvető szerepet tölt be a földpiac működésében, az ingatlanokkal kapcsolatos jogviták megelőzésében és a tulajdonosok jogainak védelmében. A telekkönyv nyilvános, tehát minden érintett fél – beleértve a tulajdonosokat, a vevőket, az örököseket és a jogi tanácsadókat – hozzáférhet annak kivonataihoz, amelyek alapján pontosan tájékozódhatnak az adott ingatlan státuszáról.

A telekkönyv három fő része: birtoklap, tulajdoni lap és teherlap

A telekkönyv struktúrája három nagy egységre oszlik, amelyek mindegyike más-más információt szolgáltat az ingatlanról és annak jogi helyzetéről. Ezek az egységek különböző szerepeket töltenek be a földhivatali nyilvántartásban.

1. A rész – Birtoklap

Az első szekció, amelyet A résznek vagy birtoklapnak nevezünk, az ingatlan részletes leírását tartalmazza. Ez a rész biztosítja az ingatlan fizikai jellemzőinek átlátható bemutatását. A telekkönyv ezen része felsorolja az ingatlan helyrajzi számát (vagy más néven kataszteri számot), területének nagyságát, valamint a használati formáját, például mezőgazdasági vagy építési célokat. Itt található az ingatlanon lévő épületek leírása is, amennyiben vannak ilyenek. A birtoklap tehát kulcsfontosságú információkat biztosít a földterület jellemzőiről és azok fizikai

állapotáról, amelyek elengedhetetlenek az ingatlan értékeléséhez és jövőbeli hasznosításához (78. ábra).



Oficiul de Cadastru și Publicitate Imobiliară COVASNA
Biroul de Cadastru și Publicitate Imobiliară Targu Secuiesc

EXTRAS DE CARTE FUNCİARĂ PENTRU INFORMARE

Carte Funciär Nr. .

Nr. cerere	21600
Ziua	30
Luna	07
Anul	2024

Cod verificare
100171765564



A. Partea I. Descrierea imobilului

TEREN Intravilan

Nr. CF vechi:

Adresa: Loc., Jud. Covasna

Nr. Crt	Nr. cadastral topografic	Nr. Suprafața* (mp)	Observații / Referințe
A1	Top:	565	

Construcții

Crt	Nr cadastral Nr. topografic	Adresa	Observații / Referințe
A1.1	Top:	Loc., Jud. Covasna	casa din lemn

78. ábra. A telekkönyv A része – Birtoklap

2. B rész – Tulajdoni lap

A telekkönyv második része a B rész, más néven tulajdoni lap, ahol a tulajdonosi adatok szerepelnek. Itt jelennek meg a tulajdonos(ok) neve, az ingatlan tulajdonjogának megszerzési módja (pl. adásvétel, öröklés, ajándékozás), valamint az ingatlan tulajdonviszonyaiban történt változások. Fontos elem itt a szolgalmi jog, amely lehetőséget biztosít egy másik személy számára, hogy az ingatlant bizonyos célokra használja, például átjárási jog révén. A tulajdoni lap a tulajdonosi jogok alapvető dokumentuma, mivel ez az a rész, ahol minden olyan információ található, ami az ingatlan tulajdonosainak jogait és kötelezettségeit érinti (79. ábra).

B. Partea II. Proprietari și acte

Înscrieri privitoare la dreptul de proprietate și alte drepturi reale		Referințe
53 / 02/03/1990		
Act nr. 53, din 02/03/1990 emis de Notariatul de Stat Local Tg.Secuiesc;		
B1	Intabulare, drept de PROPRIETATE, dobândit prin Succesiune, cota actuala 1/1 1) GYERGYAI ILDIKO , nascuta Tuzson	A1.1
B2	Intabulare, drept de PROPRIETATE, dobândit prin Succesiune, cota actuala 250/565 1) GYERGYAI ILDIKO , nascuta Tuzson	A1
B3	Intabulare, drept de PROPRIETATEcooperativizare, dobândit prin Lege, cota actuala 315/565 1) C.A.P. DIN COMUNA LEMNIA	A1

79. ábra. A telekkönyv B része – Tulajdoni lap

3. C rész – Teherlap

A telekkönyv harmadik része, a C rész vagy teherlap, az ingatlannal kapcsolatos egyéb jogokat és kötelezettségeket tartalmazza. Ide tartoznak a hasznélvezeti jogok, a szolgalmi jogok, valamint a jelzálogjogok is, amelyek az ingatlan terhelésére vonatkoznak. Ez a szekció különösen fontos, ha valaki ingatlant kíván vásárolni, hiszen itt található az az információk, amelyek az ingatlanon fennálló esetleges terhekre vonatkoznak. A jelzálogjog például egy hitelintézet jogosultságát biztosítja arra, hogy az ingatlant fedezetként használja egy kölcsön visszafizetéséig (80. ábra).

C. Partea III. SARCINI

Înscrieri privind dezmembrămintele dreptului de proprietate, drepturi reale de garanție și sarcini		Referințe
7525 / 29/03/2023		
Act Notarial nr. Contract de împrumut de folosință (comodat) aut. nr. 1050, din 29/03/2023 emis de NP (		
C1	Se notează contractul de împrumut de folosință (comodat) aut. nr. 1050 din 29.03.2023 de NP Papp Reka asupra unei suprafețe de 100 mp pe o perioadă de 11 ani.	A1
1) FIRMA	S.R.L. , CIF: .., cu sediul în comuna Lemnia	

80. ábra. A telekkönyv C része – Teherlap

7.6.1. A telekkönyv nyilvánossága és hozzáférése

A telekkönyvi nyilvántartások nyilvánosak, ami azt jelenti, hogy bárki, aki jogos érdeket mutat egy adott ingatlan iránt, kérhet telekkönyvi kivonatot az illetékes hatóságtól. Ez a kivonat tartalmazza az ingatlan összes releváns adatát, beleértve a tulajdonviszonyokat, terheket és egyéb jogokat. A telekkönyvi kivonatok megszerzése különösen fontos az ingatlanpiaci szereplők számára, mivel ezek az információk segítenek elkerülni a tulajdonjogi vitákat, valamint biztosítják, hogy egy esetleges tranzakció során minden fél tisztában legyen az ingatlan tényleges jogi státuszával.

A telekkönyvi kivonat beszerzéséhez az érintett félnek a telekkönyvi nyilvántartást vezető hatósághoz, általában a megyei kataszteri hivatalhoz kell fordulnia, ahol az ingatlan található. Ezek a hivatalok a telekkönyvi nyilvántartások kezeléséért és karbantartásáért felelnek, és ők azok, akik hitelesített kivonatot tudnak kiadni az érdeklődőknek.

A telekkönyvi nyilvántartások az elmúlt évtizedekben jelentős fejlődésen mentek keresztül Romániában. Az egyik legfontosabb változás a papíralapú nyilvántartások digitalizálása, amely nagymértékben megkönnyítette az ingatlan-nyilvántartások elérhetőségét és kezelhetőségét. Az elektronikus telekkönyvi rendszerek lehetővé teszik, hogy az ingatlanokkal kapcsolatos információk gyorsan és hatékonyan hozzáférhetőek legyenek, ami jelentősen felgyorsítja a jogi és adminisztratív folyamatokat. Ezzel a földpiaci tranzakciók is biztonságosabbá válnak, hiszen az érdeklődők egyszerűbben ellenőrizhetik az ingatlanok jogi hátterét.

A digitalizációval egyidejűleg a geoinformatikai rendszerek is egyre fontosabbá válnak az ingatlan-nyilvántartásban. A geoinformatikai eszközök segítségével pontosabb térképek és földrajzi információk készíthetők az ingatlanokról, ami lehetővé teszi a földhasználat hatékonyabb tervezését és a területfejlesztési projektek optimális kivitelezését. A földmérési adatok integrálása a telekkönyvi nyilvántartásba szintén segíti a tulajdonviszonyok pontosabb és átláthatóbb dokumentálását.

Következtetés

A telekkönyvi nyilvántartás alapvető pillére a földüggeknek, amely biztosítja az ingatlanok jogi és tulajdonosi viszonyainak átláthatóságát. Az ingatlanpiaci szereplők, jogi szakértők és magánszemélyek számára egyaránt nélkülözhetetlen eszközt jelent a tulajdonjogi kérdések tisztázásában és az ingatlanügyletek jogbiztonságának megteremtésében. A telekkönyv háromrészes felépítése – a birtoklap, a tulajdoni lap és a teherlap – átfogó képet nyújt az ingatlanok jogi helyzetéről, miközben biztosítja az adatok megbízhatóságát és nyilvánosságát. A telekkönyv digitalizálása és a geoinformatikai rendszerek integrálása tovább növeli a rendszer hatékonyságát, lehetővé téve a modern, gyors és biztonságos földügget.

7.7. Területmeghatározás

A területszámítás a topográfia alapvető és elengedhetetlen számítási feladatai közé tartozik. Pontos és precíz végrehajtása a földmérési munkák egyik kulcsfontosságú eleme. A terület meghatározása során általában a „nagytól a kicsi felé” elv érvényesül: első lépésként kiszámítjuk az egész idom területét, majd a rész-idomokét, amelyek területösszege azonos kell legyen a teljes idom területével. Ez az eljárás biztosítja a számítás pontosságát és az adatok konzisztenciáját.

Hagyományos és modern területszámítási eljárások

Korábban a kataszteri térképek területi adatait térképekről leolvasott méretek alapján állapították meg, amelyek esetenként pontatlanságokat eredményezhettek. Napjainkban azonban a modern technológiák fejlődése lehetővé tette a digitális adatgyűjtést és -feldolgozást. A területek meghatározása már digitális koordinátákból, illetve korszerű terepi mérésekből származó adatokkal történik, amelyek sokkal pontosabb eredményeket biztosítanak.

A terület meghatározásának módszerei

A terület kiszámításához két fő módszer használatos:

– Numerikus területszámítás: ebben az esetben a területet közvetlenül a mérési adatokból vagy az azok alapján számított koordinátákból határozzuk meg. Ez

a módszer rendkívül pontos, mivel közvetlen kapcsolatban áll a terepen végzett mérésekkel.

– Grafikus területszámítás: itt a számítás a térképen vagy a térképről nyert adatokkal történik. Bár ez a módszer egyszerű és gyors, a pontosságát befolyásolhatja a térkép méretaránya és a rajzolási pontosság.

Kiegészítő módszerek

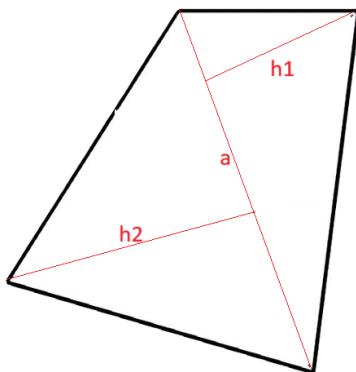
- Integrálás alapú területszámítás: olyan esetekben alkalmazható, amikor a területet görbék által határolt idomok esetén kell meghatározni.
- Szoftveres számítások: a digitális technológia fejlődésével a geodéziai területszámításokhoz korszerű szoftverek is rendelkezésre állnak, amelyek automatikusan kiszámítják a területeket térinformatikai adatok alapján.

7.7.1. Területszámítás

Egyszerű idomok

Az egyszerű geometriai idomok, mint a háromszög, a téglalap vagy a trapéz, területének számításához szükséges képletek széles körben ismertek. Az ezekre való bontás akkor szükséges, ha egy bonyolultabb alakzat területét kell meghatározni. Az idomokat ismert geometriai formákra bontva, a részterületek összegzésével kapjuk meg a teljes területet (81. ábra), ahol:

$$T = \frac{a * h1}{2} + \frac{a * h2}{2} = a * \frac{h1 + h2}{2}.$$



81. ábra. Egyszerű mértani alakokra bontás technikája, forrás: saját szerkesztés

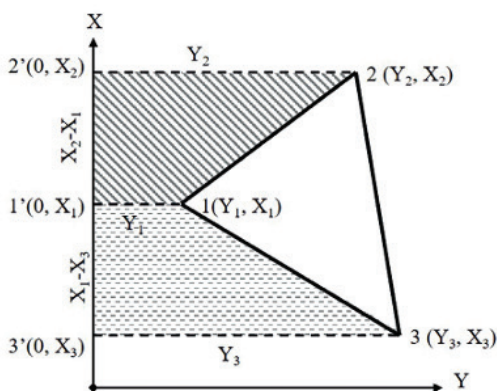
Derékszögű koordinátákkal rendelkező idomok

Az olyan idomok területének meghatározása, amelyeket derékszögű koordinátákkal adott pontokat összekötő egyenesek határolnak, két fő megközelítéssel

végezhető el. Az egyik módszer lényege, hogy az idom töréspontjait valamelyik koordinátatengelyre vetítjük, így trapézokra bontjuk a területet. Ezt követően kiszámítjuk az egyes trapézok területét, majd ezek összegeként kapjuk meg az idom teljes területét.

A trapézokra bontás módszere

Egy másik gyakran alkalmazott eljárás a záróvonalas területszámítás, amely a pontok koordinátáinak felhasználásával történik. Ennél a módszernél az idom töréspontjait meghatározott sorrendben összekötjük, és a területet az úgynevezett „determináns” módszerrel számítjuk ki. Ez a módszer gyors és pontos eredményt ad, különösen, ha a pontok koordinátái digitális formában állnak rendelkezésre (82. ábra).



82. ábra. Trapézra bontás megközelítése, forrás: Kutassy Emese, 2021

ahol:

T1 = 1', 2', 2 és 1 trapéz területe

T2 = 3', 1', 1 és 3 trapéz területe

T3 = 3', 2', 2 és 3 trapéz területe

T = T3 - (T1 + T2)

A fenti képlet koordinátákkal kifejtve:

$$T = \frac{Y_2 + Y_3}{2} \cdot (X_2 - X_3) - \frac{Y_2 + Y_1}{2} \cdot (X_2 - X_1) - \frac{Y_1 + Y_3}{2} \cdot (X_1 - X_3)$$

Rendezve az egyenletet:

$$\begin{aligned} -2T &= (Y_2 + Y_1) \cdot (X_2 - X_1) + (Y_1 + Y_3) \cdot (X_1 - X_3) - (Y_2 + Y_3) \cdot (X_2 - X_3) \\ -2T &= Y_2X_2 - Y_2X_1 + Y_1X_2 - Y_1X_1 + Y_1X_1 - Y_1X_3 + Y_3X_1 - Y_3X_3 - Y_2X_2 \\ &\quad + Y_2X_3 - Y_3X_2 + Y_3X_3 \end{aligned}$$

$$-2T = X_1(Y_3 - Y_2) + X_2(Y_1 - Y_3) + X_3(Y_2 - Y_1) = \sum X_i(Y_{i-1} - Y_{i+1})$$

vagy

$$-2T = Y_1(X_2 - X_3) + Y_2(X_3 - X_1) + Y_3(X_1 - X_2) = \sum Y_i(X_{i+1} - X_{i-1})$$

vagyis:

$$T = \frac{1}{2} \left| \sum X_i(Y_{i-1} - Y_{i+1}) \right|$$

$$T = \frac{1}{2} \left| \sum Y_i(X_{i-1} - X_{i+1}) \right|$$

Forrás: Kutassy Emese, 2021

Példák a trapézokra bontás módszerre

A trapézokra bontás eljárása különösen jól alkalmazható, ha az idom töréspontjai viszonylag egyszerű geometriai elrendezést követnek. Például egy négy ponttal adott négyszög esetében a pontokat a koordinátatengelyre vetítve két vagy három trapézt kapunk. Az egyes trapézok területe a következő képlettel számítható:

$$T = \frac{(a + b) \cdot h}{2},$$

ahol a és b a trapéz párhuzamos oldalai, h pedig a magasság. Az így kapott részterületek összege adja a teljes idom területét.

Alkalmazások

Az ilyen módszerek széles körben használatosak a geodéziában, térképészetben és mérnöki gyakorlatban, például:

- kataszteri mérések során, amikor földterületek pontos méretét kell meghatározni,
- építési tervek készítésénél, ahol fontos az egyes területek részletes méretezése,
- mezőgazdasági tervezésben, például vetésterületek kiszámításakor.

Modern eszközök

Manapság a trapézokra bontásos és záróvonalas módszereket gyakran digitális térképszoftverek, GPS-eszközök és drónok által gyűjtött adatok segítségével végzik. Ezek az eszközök lehetővé teszik, hogy nagy területek pontos területszámítása gyorsan és hatékonyan történjen.

Ezáltal a különböző módszerek kombinálásával még komplexebb idomok területe is könnyen meghatározható, miközben a modern technológiák növelik a számítások megbízhatóságát és hatékonyságát.

7.7.2. Telekmegosztás

Romániában a telekmegosztás (telekfelosztás) a telekalakítási eljárás egyik alapvető formája, amely során egy meglévő telket több, önálló helyrajzi számmal rendelkező telekre osztanak fel. Az ilyen típusú eljárások leggyakrabban a települések fejlődése, az ingatlanpiaci igények növekedése, illetve családi vagy üzleti célú földhasználati változások kapcsán merülnek fel.

A telekmegosztás jogi keretei

A telekmegosztást Romániában a földmérési és kataszteri törvények, valamint az ingatlan-nyilvántartási szabályzat szabályozza. Alapvető követelmény, hogy a telekfelosztás eredményeként létrejövő új telkek jogilag és fizikailag is önálló egységekké váljanak. A telekmegosztási eljárás során az alábbi szempontokat kell figyelembe venni:

- Azonos fekvés: csak olyan új ingatlanok hozhatók létre, amelyek azonos földrajzi fekvésűek, azaz ugyanazon település határain belül helyezkednek el.
- Minimális területméret: az újonnan létrejött telkek méretének meg kell felelnie a helyi urbanisztikai szabályozásoknak (például építési telek esetén a minimális telekméretre vonatkozó előírásoknak).
- Megközelíthetőség: az új telkek mindegyikének rendelkeznie kell önálló megközelítési lehetőséggel (közúti kapcsolat).

A telekmegosztás folyamata

1. Előzetes helyzetfelmérés: A telektulajdonos megkeres egy földmérő szakembert, aki a telek jelenlegi állapotáról és megosztási lehetőségeiről készít tanulmányt.
2. Telekalakítási terv készítése: A földmérő elkészíti a telekmegosztásra vonatkozó tervet, amely tartalmazza az új telkek pontos méreteit, elhelyezkedését és az esetleges közműkapcsolatokat.
3. Jóváhagyás az illetékes hatóságoktól: A telekalakítási tervet jóvá kell hagyatni a helyi önkormányzattal és a kataszteri hivatalokkal.
4. Új helyrajzi számok kiállítása: A jóváhagyást követően az új telkek számára önálló helyrajzi számokat állítanak ki, és ezeket bejegyzik az ingatlan-nyilvántartásba.

A telekmegosztás gyakorlati alkalmazása Romániában

A telekmegosztás széles körben alkalmazott folyamat Romániában, különösen az alábbi esetekben:

- Öröklés: egy telek több örökös között történő felosztása, amely során mindegyik örökös önálló tulajdonrészt kap.

- Ingatlanfejlesztés: az építőiparban gyakori, hogy nagyobb földterületeket osztanak fel kisebb építési telkekre, amelyek önálló lakóházak vagy társasházak építésére alkalmasak (83. ábra).
- Mezőgazdasági földek felosztása: mezőgazdasági területek megosztása kisebb gazdaságok vagy parcellák kialakítása érdekében.

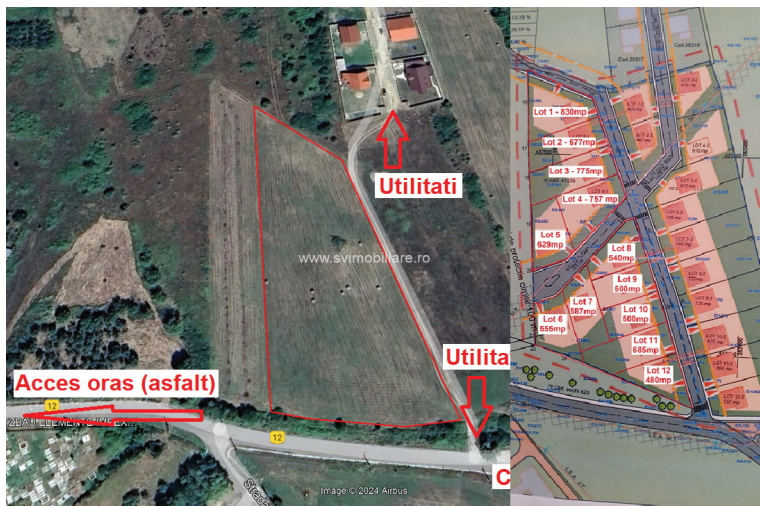
Telekmegosztás és urbanisztikai szabályozások

Romániában a telekmegosztás során figyelembe kell venni a helyi urbanisztikai tervezési szabályokat (PUG – Plan urbanistic general, illetve PUZ – Plan Urbanistic Zonal), amelyek meghatározzák a minimális telekméretet, az építési övezeteket, valamint a közművesítési előírásokat. Például egy városi területen építési telekként történő megosztás során a minimális telekméret jellemzően 300–500 négyzetméter lehet, míg külterületen a mezőgazdasági telkek esetén ez akár több ezer négyzetmétert is elérhet.

Modern technológiák szerepe

A telekmegosztás folyamatában ma már jelentős szerepet játszanak a modern technológiák, például:

- GPS-alapú földmérés: pontos koordináták meghatározása és gyors adatgyűjtés;



83. ábra. Példa a telekmegosztásra, forrás: SV Imobiliare, 2025

- GIS: a telekalakítási tervek digitális feldolgozása és vizualizációja;
- Dróntechnológia: nagyobb területek légi felmérése a telekhatárok pontos meghatározása érdekében.

A telekmegosztás kulcsfontosságú szerepet játszik Románia földmérési és ingatlan-nyilvántartási gyakorlatában. Az eljárás biztosítja, hogy a tulajdonosok igényeinek megfelelően önálló, jogilag tiszta és használatra kész földterületek jöjjenek létre, amelyek megfelelnek a helyi szabályozásoknak és előírásoknak. A modern technológiák alkalmazásával a telekmegosztási folyamat gyorsabbá és pontosabbá vált, támogatva a gazdasági és urbanisztikai fejlődést.

7.8. Kataszteri dokumentációk tartalmi elvárásai

A romániai kataszteri dokumentáció alapvető szerepet játszik az ingatlanok nyilvántartásában, és pontos információkat szolgáltat a telkek jogi, geometriai és gazdasági helyzetéről. Az ilyen dokumentációt az Országos Kataszteri és Ingatlan-nyilvántartási Ügynökség (ANCPI) által meghatározott előírások alapján állítják össze.

A kataszteri dokumentáció kötelező elemei

1. Bevezető nyilatkozatok és igazolások
 - Kérelem: az ingatlan tulajdonosa által benyújtott hivatalos kérvény a dokumentáció jóváhagyására;
 - Tulajdonosi igazolások: a tulajdonjogot bizonyító okmányok, például adásvételi szerződés, öröklési végzés vagy más jogcím;
 - Tulajdonos személyazonossága: a tulajdonos vagy képviselő személyazonossági igazolványa.
2. Földmérési és geometriai adatok
 - Helyszínrajz: a telek részletes térképe, amely tartalmazza:
 - a telek pontos határait;
 - a szomszédos telkek azonosítóit és helyrajzi számait;
 - az esetleges építmények és közművek helyzetét.
 - Földrajzi koordináták: a telek sarokpontjainak derékszögű (X, Y) vagy földrajzi (szélesség, hosszúság) koordinátái.
 - Terület: a telek területének pontos mérete négyzetméterben.
3. Jogállás és helyrajzi szám
 - Helyrajzi szám: az ingatlan egyedi azonosítója a kataszteri nyilvántartásban.
 - Jogállás: az ingatlan jogi helyzete, például:
 - magántulajdon vagy köztulajdon;
 - társulási vagy közös tulajdon (ha több tulajdonos van).
 - Terhek és jogok: az ingatlanra bejegyzett esetleges jogok vagy terhek, például szolgálmi jogok, jelzálogok vagy egyéb korlátozások.

4. Urbanisztikai besorolás és rendeltetés

- Urbanisztikai zóna: az ingatlan elhelyezkedésének besorolása a helyi rendezési terv (PUG, PUZ) alapján (például lakóövezet, ipari övezet, mezőgazdasági terület).
- Telek rendeltetése: az ingatlan jelenlegi használatának megjelölése (pl. építési telek, mezőgazdasági terület, erdőterület).

5. Műszaki dokumentumok

- Geodéziai felmérés: a telek határvonalainak és pontjainak földmérési felméréséből származó adatok, amelyeket hiteles földmérő készít.
- Koordinátajegyzék: a telek minden sarokpontjának hivatalos koordinátalistája.
- Záróvonalas számítás: az ingatlan területének kiszámítása a koordináták alapján.

6. Digitális dokumentáció

- Digitális térképi állomány: a telek geometriájának elektronikus formátuma (DXF, DWG vagy más térinformatikai formátum).
- Elektronikus aláírás: az illetékes földmérő és a hivatal által hitelesített digitális aláírás.

7. Hivatalos igazolások és engedélyek

- Kataszteri hivatal jóváhagyása: a helyrajzi szám és a térképi adatok hivatalos nyilvántartásba vétele az illetékes kataszteri hivatal által.
- Önkormányzati engedély: az ingatlan urbanisztikai besorolására vonatkozó önkormányzati igazolás (ha szükséges).

Különleges követelmények bizonyos esetekben

- Telekmegosztás esetén: a telekmegosztási terv és a létrehozott új helyrajzi számok.
- Egyesített telek esetén: az összevonási terv és az új egységes helyrajzi szám.
- Építési telek esetén: érvényes építési engedély és az urbanisztikai terv csatolása.

Fontos szempontok a kataszteri dokumentáció összeállításakor:

- A kataszteri dokumentációt csak hitelesített földmérő készítheti el.
- A dokumentáció minden elemét az Országos Kataszteri és Ingatlan-nyilvántartási Ügynökség (ANCPI) által meghatározott formátumban kell benyújtani.
- A digitális adatok feltöltése kötelező a helyi kataszteri hivatal rendszerébe.

Egy telekre vonatkozó kataszteri dokumentáció Romániában részletes információt nyújt az ingatlan méreteiről, jogi helyzetéről és használatáról. Ez a dokumentáció alapvető fontosságú az ingatlan-adásvétel, telekmegosztás vagy építési engedélyek igénylése során. A megfelelően elkészített dokumentáció biztosítja az ingatlanok átlátható és jogilag rendezett nyilvántartását, támogatva a földhasználat és az urbanisztikai fejlesztések hatékony irányítását.

Az ingatlan helyrajzának tartalmi követelményei

Az ingatlan helyrajza egy térképi ábrázolás, amely tartalmazza az ingatlan geometriai, topográfiai és jogi adatait (84. ábra). A dokumentum kötelező elemei a következők:

1. Általános azonosító adatok:
 - Az ingatlan helyrajzi száma (număr cadastral).
 - A telek pontos címe (település, utca, házszám).
 - A telek jogi helyzete (tulajdonos, közös tulajdon stb.).
2. Térbeli elhelyezkedés:
 - Az ingatlan pontos elhelyezkedése a helyi kataszteri rendszerben.
 - Az ingatlan sarokpontjainak koordinátái, melyeket a román állami koordináta-rendszerben (Stereografic 1970) kell megadni.
3. Határoló elemek:
 - Az ingatlan határvonalainak pontos ábrázolása, beleértve a szomszédos ingatlanokat és azok helyrajzi számait.
 - A telekhatárok típusai: természetes határok (pl. folyó, erdő), mesterséges határok (kerítés, út).
4. Mért területi adatok:
 - Az ingatlan teljes területe négyzetméterben.
 - Az egyes részek (pl. építési terület, mezőgazdasági terület, zöldterület) külön területadatai.
5. Közműkapcsolatok:
 - A telekhez tartozó közművek (pl. víz-, gáz-, elektromos hálózat) elhelyezkedése.
 - A közműcsatlakozások pontos koordinátái.
6. Jogszabályoknak való megfelelés:
 - A helyrajz megfelelőségének igazolása a helyi urbanisztikai előírásokkal.
 - A telek felosztásának vagy egyesítésének esetén a módosítások jogszabályi alátámasztása.

Formai követelmények a szabályzat szerint

A 2023-as szabályzat előírja, hogy az ingatlan helyrajzát a következő szabványoknak megfelelően kell elkészíteni:

1. Műszaki forma:
 - A helyrajzot digitális formátumban (DXF, PDF) és nyomtatott formában kell benyújtani.
 - A digitális térképi fájlokat olyan szoftverekkel kell elkészíteni, amelyek kompatibilisek a román kataszteri hivatal rendszereivel.

2. Méretarány:

- A térkép méretaránya 1:500 vagy 1:1000, az ingatlan méretétől és rendeltetésétől függően.
- Nagyobb területek esetén 1:2000-es méretarány is elfogadott.

3. Megjegyzések és jelölések:

- Az ingatlan sarokpontjait számmal és koordinátákkal kell jelölni.
- A határvonalakat különböző vonaltípusokkal kell ábrázolni az eltérő tulajdonosi határok, útvonalak vagy természetes akadályok megkülönböztetése érdekében.
- Az épületeket, közműveket és más releváns elemeket egységes jelölésekkel kell ábrázolni.

4. Hitelesítés:

- A helyrajzot hitelesített földmérő (inginer topograf) készíti el.
- A dokumentumnak tartalmaznia kell a földmérő digitális aláírását és bélyegzőjét.
- Az illetékes kataszteri hivatal (OCPI) hivatalos pecsétjét és jóváhagyását.

Kötelező elemek a helyrajz bemutatásában

A szabályzat alapján az ingatlan helyrajzának tartalmaznia kell az alábbi kulcsfontosságú információkat a nyilvántartási és bejegyzési folyamat érdekében:

1. A telek elhatárolása:

- Az ingatlan határainak részletes leírása és ábrázolása a térképen.
- A szomszédos ingatlanok helyrajzi számainak feltüntetése.

2. Térinformatikai kompatibilitás:

- A helyrajzot térinformatikai rendszerekkel kompatibilis formátumban kell elkészíteni (pl. ESRI shapefile).

3. Jogi nyilatkozatok:

- A dokumentumban szerepelnie kell annak a nyilatkozatnak, hogy az adatok megfelelnek a helyi és országos jogszabályoknak.

4. Urbanisztikai elemzés:

- Az ingatlan urbanisztikai rendeltetésének feltüntetése (lakóövezet, ipari terület, mezőgazdasági föld stb.).

Az ingatlan helyrajza alapvető fontosságú dokumentum a romániai kataszteri nyilvántartásban, amelynek elkészítését és tartalmát a 2023-as szabályzat részletesen szabályozza. A helyrajz pontos és hiteles adatokkal biztosítja az ingatlanok jogi és földrajzi azonosíthatóságát, elősegítve az átlátható földhasználatot és az ingatlanok jogi helyzetének rendezését. A modern technológiák és a térinformatikai rendszerek integrációja tovább növeli a helyrajzok pontosságát és hatékonyságát.

1. MELLÉKLET

A térképi elemek rövid bemutatása

A térképek több alapvető elemből épülnek fel, amelyek segítik a felhasználót az adott terület pontos értelmezésében és a térkép helyes olvasásában. Az alábbiakban bemutatjuk a térképek fő részeit és jellemzőit.

1. Térképlap – a térkép teljes területe

A térképlap az a felület, amelyen az adott földrajzi terület ábrázolása megjelenik. Ez magában foglalja mind a térkép tényleges rajzi elemeit (mint például a domborzat, útvonalak, folyók), mind a kiegészítő információkat, mint a jelmagyarázat, cím vagy méretarány. A térképlap tehát a teljes térképi dokumentumot jelöli (85. ábra).



85. ábra. Kovászna megye térképlapja – a térkép teljes területe,
forrás: Kovászna Megye Tanács, 2024

2. Térképtükör – a térkép tartalmi része

A térképtükör a térképlap azon része, ahol a térkép tartalmi elemei találhatók, beleértve a térképrajzot és az egyéb nem térképi részeket, mint például a jelmagyarázatot vagy szöveges információkat. A térképtükör teszi lehetővé, hogy a térkép lényegi tartalma és értelmezése egyértelműen elérhető legyen (86. ábra).



86. ábra. Románia térképtükrre – a térkép tartalmi része, forrás: <https://www.alamy.com/colorful-romania-political-map-with-clearly-labeled-separated-layers-vector-illustration-image361886147.html?imageid=58775886-6400-4553-AE87-CDFA6B147496&p=1291327&pn=3&searchId=ee0e971dfab8bf7d4eba9924a340a2&searchtype=0>

3. Kiváгат – a térképtükör részletei

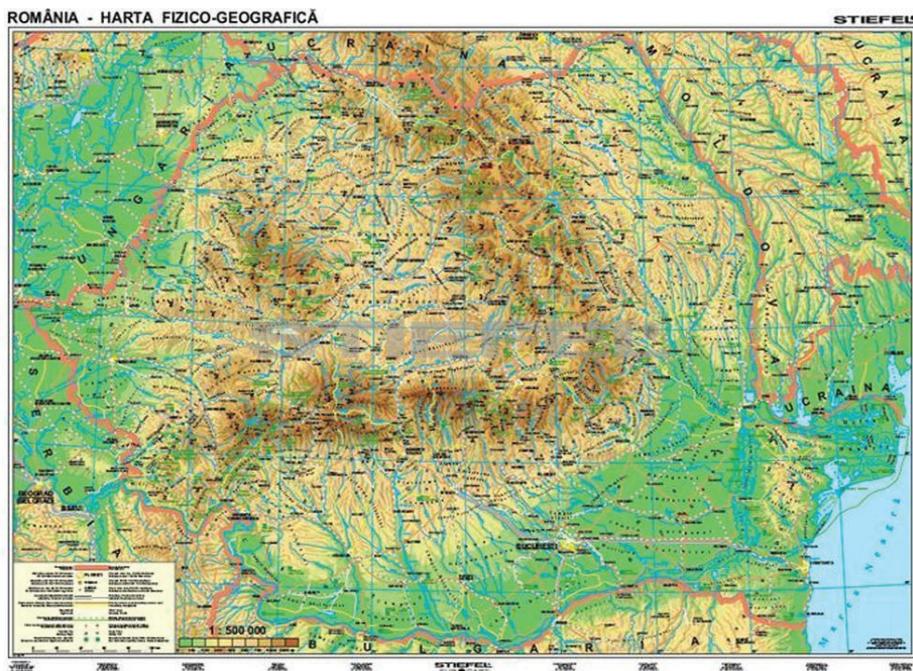
A kiváгат a térképtükör azon része, amely ténylegesen térképrajzzal van kitöltve, tehát ahol a földrajzi elemek ábrázolása található. Ezt gyakran különálló részként kezelik, amely segít a térképen való eligazodásban, hiszen csak a releváns területet ábrázolja, figyelmen kívül hagyva az üres részeket vagy szöveges információkat (87. ábra).



87. ábra. Románia – kiváгат – a térképtükör részleteivel, forrás: Anon, 2024

4. Térképkeret – a térképtükör határa

A térképkeret az a vonal, amely körülhatárolja a térképtükört, vagyis azt a területet, ahol a térképi információk megjelennek. Ez a keret nemcsak vizuálisan zárja le a térképrajzot, hanem segít a térképi elemek rendszerezésében is, egyértelművé téve a térkép tartalmának határait (88. ábra).



88. ábra. Románia térkép kerete, forrás: Anon, 2018

5. A cím

A térkép címének feltüntetése elengedhetetlen, mivel röviden és tömören megadja, hogy mely területet vagy milyen témát ábrázol a térkép. Ez általában a térkép tetején vagy az egyik sarkában található, és segít a felhasználónak gyorsan beazonosítani a térkép célját (89. ábra).



89. ábra. A térkép illusztrációja, forrás: Kogutowicz, 2024

6. Méretarány és aránymérték

A méretarány a térkép egyik legfontosabb eleme, amely megmutatja, hogy a térképen mért távolság milyen arányban áll a valóságban mért távolsággal. Például egy 1:10 000 méretarányú térkép azt jelenti, hogy 1 centiméter a térképen 10 000 centiméternek (vagy 100 méternek) felel meg a valóságban. Az aránymérték jelöli, hogy a térképen megjelenített vonalak hossza hogyan viszonyul a valós távolságokhoz, és mindig szerepeltetni kell a térképen a pontos értelmezés érdekében (90. ábra).



90. ábra. A térkép méretaránya, forrás: B Brigitta, 2018

7. Jelmagyarázat

A jelmagyarázat a térképi szimbólumok értelmezésében nyújt segítséget. Ez tartalmazza a térképen használt jelkulcsokat és azok jelentését, így a felhasználó könnyedén azonosíthatja a térképen szereplő elemeket, például épületeket, folyókat, úttípusokat vagy magassági adatokat. A jelmagyarázat általában a térkép szélén vagy egy különálló részben található (91. ábra).



91. ábra. Jelmagyarázat, forrás: Anon, 2024

8. Fokhálózat vagy keresőhálózat

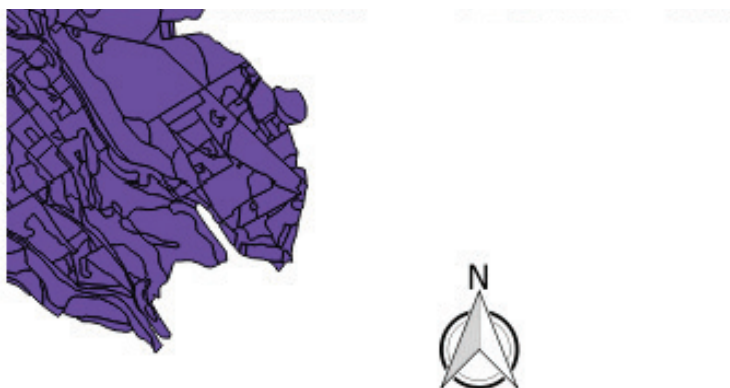
A fokhálózat vagy koordináta-rendszer lehetővé teszi a térképi pontok pontos meghatározását földrajzi koordináták segítségével. Ez a rendszer a hosszúsági és szélességi fokok hálózatát ábrázolja, ami lehetővé teszi a felhasználó számára, hogy a térképen pontosan beazonosítsa a helyeket. Ez különösen fontos a navigáció és a helymeghatározás során (92. ábra).



92. ábra. Fokhálózat vagy keresőhálózat a térképen, forrás: ELTE, 2024

9. Északjel

Az északjel egy nyíl, amely az északi irányt mutatja a térképen. A térképeken az északi irány általában a térkép felső szélén található, ám ha a térképet elforgatva ábrázolják, az északjelet külön fel kell tüntetni, hogy az északi irány egyértelmű legyen. Az északjel rendszerint a mágneses északot mutatja, de bizonyos térképeken, például topográfiai szelvényeken feltüntethetik a földrajzi és mágneses észak eltérését (deklináció) is (93. ábra).



93. ábra. Északjel a térképen, forrás: Gábor, 2016

10. Áttekintő térkép

Az áttekintő térkép a főterkép kisebb méretarányú változata, amely az egész célterületet ábrázolja. Ezen az áttekintő térképen jelölik a főterkép kivágatának határait, ezáltal segítve a felhasználót a pontos helymeghatározásban és a térkép átfogóbb megértésében (94. ábra).



94. ábra. Áttekintő térkép – Kolozs megye, forrás: Anon, 2015

11. Kolofon

A kolofon a térkép szélén található rész, amely a térkép szerkesztésére, kiadására és nyomtatására vonatkozó információkat tartalmazza. Itt található meg az olyan adatok, mint a térkép készítője, kiadója, a kiadás dátuma, valamint egyéb technikai részletek, amelyek a térkép hitelességét és aktualitását biztosítják (95. ábra).

BENEFICIAR MINISTERUL EDUCATIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI ȘI SPORTULUI				Nr. pr. Nume proiect constructii	Nr. pr. Numar pr
 UNIVERSITATEA TEHNICĂ din CLUJ-NAPOCA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII					
	Nume	Semn.	Scara 1:50	Nume plansa	Nr. pl.
Desenat	Prelucrat		Data		Numa
Verificat ing.	Verificator		Data_modifi		Faza Faza luc

2 2 1^s 1 6 1^s

6^s 7^s 14



95. ábra. A kolofon, a térkép része, forrás: UTC, 2024

Ezek az elemek mindegyike alapvető fontosságú ahhoz, hogy a térképeket megfelelően olvassuk és értelmezzük, legyen szó akár navigációról, tervezésről vagy földrajzi információk elemzéséről.

BIBLIOGRÁFIA

1. BARTOS-ELEKES Zsombor, 2014. *Románia Térképtörténete*. BBTE– Magyar Földrajzi Intézet, Kolozsvár.
2. ANCPI, 2024. *Földterületek funkciói, Servicii bazate pe seturile de date TopRO5*. Aplicație vizuală TopRO5.
3. ANCPI, 2024. Nemzeti Kataszteri és Ingatlan-nyilvántartási Ügynökség. <https://geoportal.ancpi.ro/imobile.html>.
4. ANCPI, 2025. Oficiul de Cadastru și Publicitate Imobiliară Covasna. <https://cv.ancpi.ro/bcpi-uri/>, látogatás időpontja: 2025. 01. 07.
5. ANON, 2012. 9. *Tájékoztódás a földgömbön és a térképen*. Nemzeti Köznevelési Portál, https://nat2012.nkp.hu/tankonyv/foldrajz_9/lecke_01_009.
6. ANON, 2015. *Harta județului Cluj*. <https://pe-harta.ro/cluj/>.
7. ANON, 2018. *Groomania*. <https://iskolaellato.hu/img/80027/890717/890717.jpg?time=1485340100>.
8. ANON, 2024. *Digitmap. Drónnal történő területfelmérés és ortofotó-készítés*. <https://digitmap.hu/ortofoto/>, Székhely: 4515 Kék, Hunyadi utca 3.
9. ANON, 2024. *Térképjelmagyarázat*. <https://glenofeden.nl/>.
10. ANON, 2024. *Applications of (GIS) Geoinformatics in Agriculture*. FlyPard Analytics GmbH. <https://geopard.tech/blog/applications-of-gis-geoinformatics-in-agriculture/>.
11. ANON, 2024. *Map of Europe, showing the latitude and longitude zones of the en:Universal Transverse Mercator coordinate system, from 29S to 38W*. UTM zones of Europe. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LA2-Europe-UTM-zones.png>.
12. Anon, 2024. *Románia fizikai térképe*. <https://www.gif-map.com/maps/europe/romania/physical-map-of-romania-2.gif>.
13. APIA, 2024. *Mezőgazdasági Intervenció és Kifizetési Ügynökség (MIKŰ – APIA)*. https://lpis.apia.org.ro/lpis_search/index.php.
14. Arcanum, 2024. *Erdély (1769–1773) – Első katonai felmérés*. <https://maps.arcanum.com/hu/map/firstsurvey-transylvania/?layers=142&bbox=2863407.1761779455%2C5753716.21992657%2C2882268.0129073127%2C5762821.780921042>.
15. Arcanum, 2024. *Erdély (1853–1858; 1869–1870) – Második katonai felmérés*. <https://maps.arcanum.com/hu/map/secondsurvey-transylvania/?layers=54&bbox=2864306.4537824984%2C5753170.083734464%2C2883167.2905118656%2C5762275.644728936>.
16. ARKA Roy, 2023. *3D Modeler & Architect at Global Associates*. <https://www.linkedin.com/pulse/everything-you-need-know-total-station-construction-arka-roy/f>.

17. ATW, é. n. *Teodolit, Alapismeretek – leolvasások*. ATW Internet Kft. H-1138 Budapest, Esztergomi út 66. fsz. 1., users.atw.hu/mageptech/Tantargyak/foldmeres/teodolit.pdf, látogatás időpontja: 2024. 12. 20.
18. BAIOCCHI et al., 2013. Knowing the past for managing the present: A comparison between historical cartography and satellite images for the study of Rome's City Center. *Geographia Technica*, No. 1, 2013, pp. 17 to 27.
19. BALACI, B., 2024. *Harta topografica Motri, 1:50000*. <https://bianca-balaci.webnode.ro/harti-topografice/>.
20. BME, é. n. *Geodézia építészeknek egyetemi jegyzet*. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3. 2012.
21. BODROGI Attila, 2021. *A harasztosi geodéziai mérőtorony május közepén*. <https://promenad24.hu/2021/05/16/nap-kepe-a-harasztosi-geodeziai-merotorony-majus-kozepen/>.
22. BRIGITTA, B., 2018. *Térkép méretarány illusztrációja*. https://bbrigitta.blog.hu/2018/03/11/5_evfolyam_terkep_kicsinyites_merteke.
23. CAMPO, M., 2024. *Pigreco*. <https://michelecampo.altervista.org/fotogrammetrici-3.html>.
24. Carte Funciară, Cadastru, 2025. *Plan de amplasament și delimitare a imobilului*. <https://cartefunciara-cadastru.ro/product/plan-amplasament-si-delimitare/>, látogatás időpontja: 2025. 01. 06.
25. CNC, 2013. *Rețeaua națională de triangulație. Puncte de sprijin pentru planimetrie*. Centrul Național de Cartografie,
26. ELTE, L., 2024. *Közép-Európa általános földrajzi térképének szelvénybeosztása*. <http://lazarus.elte.hu/hun/digkonyv/topo/3felmeres.htm>.
27. ELTE, é. n. *Egyszerű t-keresések és leolvasások*. https://geogo.elte.hu/images/OT_Komp_6_Matematikai_2.pdf.
28. GÁBOR, M., 2010. *Térképészeti alapfogalmak*. Topográfia 1. Nyugat-magyarországi Egyetem, Geoinformatikai Kar.
29. GÁBOR, T., 2016. *Észak jel hozzáadása térképlaphoz (QGIS)*. <https://pokasz.wordpress.com/2016/11/06/eszak-jel-hozzaadasa-terkeplaphoz-qgis/>.
30. GALGÓCZI Gyula, 2019. *Loxodrómáról*. <http://www.matud.iif.hu/2012/07/Pics/KG1.jpg>.
31. Geoland, 2013. *Cadastru forestier*. <https://cadastru-office.ro/cadastru/cadastru-forestier/>.
32. Geosystems, T., 2024. *Leica Total Station*. <https://ts-geosystems.com/product/leica-ts11viva/>.
33. GIS, 2021. *How to visualize layers from ArcGIS\QGIS project in their order*. Geographic Information Systems. <https://gis.stackexchange.com/questions/387480/how-to-visualize-layers-from-arcgis-qgis-project-in-their-order>.
34. Grass GIS, 2009. *Harta topografică a regiunii Sibiului, Transilvania, România*. Hartă realizată cu GRASS GIS și Inkscape cu date provenite de la SRTM și LANDSAT ETM. Proiecție UTM, datum Wgs84. Surse adiționale.

35. GRONCHI Luigi, 2024. *Basic and advanced drone photogrammetry courses for new drone pilots*. LGS Droni.
36. GYENES Róbert, TARSOLY Péter, TÓTH Zoltán, 2002. *A teodolit szerkezeti elemei. Általános Geodézia*, pp. 119–127.
37. GYENIZSE Péter, NAGYVÁRADI László, 2010. *A Földgömb. A topocentrikus horizontális (azimutális) koordináta-rendszer*. Pécsi Tudományegyetem, Földgömbgyakorlatok.
38. HIRSCHMUGL et al., 2023. Review on the Possibilities of Mapping Old-Growth Temperate Forests by Remote Sensing in Europe. *Environmental Modeling & Assessment*. Vol 28, DOI: 10.1007/s10666-023-09897-y.
39. HORVÁTH L., 2008. *Hossz- és keresztszelvényezés*. Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Alappontsűrítés és terepi adatgyűjtés feladatai.
40. KOGUTOWICZ, 2024. Maros – Torda Megye Térképe. https://bookline.hu/product/home.action?_v=_Kogutowicz_Maros_Torda_megye_terkepe_&type=20&id=4202369.
41. Kovászna Megye Tanácsa, 2024. *Kovászna megye kulturális térképe*. <https://www.kvmt.ro/hu/a-megye-terkepe.html>.
42. KUTASSY Emese, 2021. *A geodéziai alapismeretek I*. Nemzeti Közszerkeleti Egyetem, Víz tudományi Kar, Ludovika Egyetemi Kiadó.
43. LILLA, S., 2010. *Geodézia*. Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Magasságmeghatározás szintézissel és trigonometriai magasságméréssel.
44. MUCSI László, 2011. Jelenségek modellezése, vektor és raszter alapú modellek. In: *Geoinformatika alapjai*. <http://earth.geo.u-szeged.hu/~laci/ab-Geoinformatananyag/ch03s03.html>.
45. NGIA, 2012. *The shape of the Earth, known as a geoid, is shown here with colors and exaggerated heights from multiple points of view*. National Geospatial – Intelligence Agency.
46. NKP, 2012. *A Földrajzi fókusz*. Nemzeti Köznevelési Portál.
47. PILISE Gábor, 2007. *A valódi vetületek bemutatása. A képfelület típusai szerinti vetületek*. <https://hu.wikipedia.org/wiki/Vet%C3%BClettan#/media/F%C3%A1jl:Vet%C3%BCletek.jpg>, látogatás ideje: 2024. 09. 11.
48. QGIS, 2023. QGIS 3.30: *Global Map Terrain*. <https://www.northrivergeographic.com/qgis-3-30-global-map-terrain/>.
49. RAKK György, 2024. *Lambert-féle valódi kúpvetület normális elhelyezésben (domborzat)*. www.atw.hu.
50. RAKK György, 2024. *Sztereografikus szög tartó valódi síkvetület*. http://users.atw.hu/rakkgyu/004_d1.html.
51. RALUCA Manea, 2022. *Topografie generală*. Universitatea de Agricultură și Medicină Veterinară, Facultate de Horticultură, București.
52. RUSS Uzes, 2020. *Benjamin Cole Theodolits from the 1750s*. <https://www.compleatsurveyor.com/AncientForSale/ColeTheodolite/ColeTheodolite.html>, látogatás ideje: 2024. 09. 21. Russ.

53. SCHNEIDER Kristóf, A. N., 2012. *Teodolit és mérőállomás használata*. Óbudai Egyetem, GIS Day. <http://gisday.amk.uni-obuda.hu/images/dokumentumok/2012/6.pdf>.
54. Spatial, G., 2006. *Hártille austriece (1910) reproiectate în Stereo70*. GeoSpatial.
55. SpeoTimis, 2022. Asociația Speologică Speotimiș. *Harta Topografică Timișoara*. <https://www.speotimis.ro/dictionar-speologic/print/harta-topografica.html>.
56. STIEFEL, 2022. *Hartă de perete România fizico-geografică*. Stiefel. <https://www.stiefel.ro/harta-de-perete-romania-fizico-geografica-100x70-cm-sipci-lemn>.
57. SV Imobiliare, 2025. Partajare parcele teren pentru zona rezidențială. <https://www.svimobiliare.ro/property/parcele-teren-480-830mp-in-zona-rezidentiala/>, látogatás időpontja: 2025. 01. 07.
58. TARSOLY Péter, 2009. *A trigonometriai magasságmérés*. *Geodézia 10*. TÁMOP – 4.1.2-08/1/A-2009-0027 „Tananyagfejlesztéssel a GEO-ért” projekt keretében készült.
59. TIMÁR Gábor és MOLNÁR Gábor, 2013. Térképi vetületek és alapfelületek. Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK, Hallgatói Alapítvány, ITStudy Hungary Számítástechnikai Oktató- és Kutatóközpont Kft.
60. TIRPÁK András, 2008. *A vízszintes mérés eszközei és alapműveletei. Építőipari mérések értékelése, szervezési feladatok*. Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet.
61. TURAI Endre, 2019. *Geoinformatika*. A Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kara műszaki földtudományi alapszakának geoinformatika tantárgya.
62. USGS, 2020. *Contrast of the Geoid model with an Ellipsoid and cross-section of the Earth's surface*. Geological Survey, Geoid illustration, www.earthquake.usgs.gov.
63. USGS Earth Explorer, 2024. Digital Elevation Model Data Sources. *GIS Geography*. <https://gisgeography.com/free-global-dem-data-sources/>.
64. UT, 2024. Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca. *Geodezie*.
65. VALERIU Moca, 2002. *Topografie și cadastru*. Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Ion Ionescu de la Brad din Iași.
66. VARGA Imre, T. L., 2015. *Pontjelek, Fotók*. <https://docplayer.hu/90646-Pontjelek-fenykepek-varga-imre-toth-laszlo.html>, látogatás ideje: 2024. 12. 16.
67. VÖRÖS Attila, 2024. Telekhatár kijelölési folyamat mérőállomással. Vattigeo Kft. <https://vattigeo.sk/szolgaltatasok/telekhatar-kijelolese/>, látogatás ideje: 2025. 01. 05.
68. WILL Hitchcock, 2023. *Introducing photogrammetry and LiDAR for topographic mapping*. <https://www.abovesurveying.com/lidar-for-topographic-mapping-advantages-and-disadvantages/>.

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra. Fotogrammetrikus rehabilitáció: Palazzo Grande, Via Umberto I, Milazzo	15
2. ábra. Modern városi kartográfia	16
3. ábra. Vetülettípusok.	16
4. ábra. Ipari geodézia: infrastruktúra-fejlesztési terveken, illusztráció	17
5. ábra. a) határvonalak igazítása, b) kommunikációs vonalak ábrázolása, c) kanyargós határvonalak ábrázolása.	32
6. ábra. Terepi viszonyok függőleges metszete.	33
7. ábra. S kiindulópontból mért vízszintes és függőleges szögek	34
8. ábra. A Föld szélességi körei.	35
9. ábra. A Föld hosszúsági körei.	36
10. ábra. Azimut ábrázolása	37
11. ábra. Az ortodroma és loxodroma viszonyulása.	37
12. ábra. A Föld geoidként ismert alakja itt színekkel és eltúlzott magasságokkal látható több nézőpontból	38
13. ábra. A geoid-modell, az ellipszoiddal és a Föld felszínének keresztmetszetével	39
14. ábra. Forgási ellipszoid	40
15. ábra. Geoidunduláció-értékek a globális elhelyezésű WGS84 ellipszoidon	43
16. ábra. A vetületek típusai	45
17. ábra. UTM-zónák Európában	50
18. ábra. A Lambert-féle kúpvetület	51
19. ábra. Sztereografikus szögtartó síkvetület	52
20. ábra. Erdély (1769–1773) első katonai felmérése, Sepsiszentgyörgy és környéke részletével	55
21. ábra. Erdély (1853–1858; 1869–1870) – második katonai felmérés, Sepsiszentgyörgy és környéke részletével.	55
22. ábra. Közép-Európa általános földrajzi térképének (1:200 000) szelvénybeosztása az Osztrák–Magyar Monarchia III. felmérése révén. . .	56
23. ábra. Clarke-ellipszoid alapú katonai topográfiai térkép	58
24. ábra. Az 1958-ig elkészített katonai topográfiai felmérés 1:25000-es szelvénye	59
25. ábra. Románia területe 40 térképlap Stereo70-es szelvénnel van lefödve.	60
26. ábra. Szeben régiója, UTM/WGS84-es vetületrendszerben készítve	61
27. ábra. Geodéziai térkép.	69
28. ábra. Topográfiai térkép Temesvárról, 1978	70

29. ábra. Románia földrajzi térképe	71
30. ábra. Méretarány megjelenítése	76
31. ábra. Egyszerű grafikus méretarány	78
32. ábra. Talonnal rendelkező egyszerű grafikus méretarány	79
33. ábra. Országos fő háromszögelési hálózat	82
34. ábra. Ideiglenes vagy átmeneti jelölés	84
35. ábra. Végleges topográfiai pontok kijelölése.	85
36. ábra. Mérőállomással végzett poligonizáció.	87
37. ábra. Harasztosi geodéziai mérőtorony.	89
38. ábra. Topográfiai térkép 1:50 000-es méretarányban	90
39. ábra. Szintvonalas módszer (a) és digitális terepmodell (b)	91
40. ábra. Mérőállomás felmérés közben	91
41. ábra. Drónalapú terepi felmérés	92
42. ábra. Balról jobbra: Digitális felületmodell, Digitális terepmodell, Ortomozaikus és vonalas/2D CAD.	93
43. ábra. Egyenes kitűzése beintéssel	95
44. ábra. A pontok sűrítése	95
45. ábra. Az egyenes meghosszabbítása	96
46. ábra. Két segédruhas kitűzési módszer.	98
47. ábra. Három segédruhas kitűzési módszer.	98
48. ábra. Két egyenes metszéspontjának meghatározása	99
49. ábra. Derékszög méréséhez használt háromszög alapú szögprizma	100
50. ábra. Kettős szögprizmával derékszög kitűzése	101
51. ábra. Egyenesbeállítás szögprizmával.	101
52. ábra. Talppontkeresés szögprizmával	102
53. ábra. A 360 fokos és újfok-rendszer összehasonlítása grafikus megközelítéssel	104
54. ábra. A topográfiában mérendő szögek ábrázolása	110
55. ábra. A teodolit elemei	111
56. ábra. A Benjamin Cole-féle teodolit az 1760-as évekből	112
57. ábra. A teodolit felépítése és szerkezete	113
58. ábra. Ramsden-okulárrissal szerelt távcső.	115
59. ábra. Wild típusú távcső, változtatható fókusztávolsággal és képtávolsággal	116
60. ábra. A szálkereszt típusai.	117
61. ábra. A magassági vagy vízszintes körök leolvasása	118
62. ábra. Az alapskála és nóniuszbeosztás leolvasása	119
63. ábra. Az irányzás helyes módja	120
64. ábra. Teodolittal történő irányzás különböző elemekre	122
65. ábra. Szögmérési jegyzőkönyv	124
66. ábra. Optikai szintezőműszer elvi felépítése	125

67. ábra. A szintezőléc: sávós beosztású, kettős sávós beosztású, vonásos, vagy vonalkódos	126
68. ábra. A magassági és zenitszög	131
69. ábra. A trigonometriai magasságmérés ábrázolása	132
70. ábra. Modern mérőállomás	135
71. ábra. Kovászna megyei kataszteri és ingatlan-nyilvántartási iroda és területi felosztása	140
72. ábra. Országos Kataszteri és Ingatlan-nyilvántartó Intézet digitalizált térképe	142
73. ábra. Földterületek funkciói, kiemelve az erdőterületeket, térképrészlet Romániából	147
74. ábra. Kovászna megye felszínborítási térképe	149
75. ábra. Illusztrációs célú felszínborítási térkép	151
76. ábra. Mezőgazdasági Intervenció és Kifizetési Ügynökség (MIKÜ – APIA) mezőgazdasági nyilvántartási rendszere	154
77. ábra. Erdészeti kataszter Romániában, műholdas térképrészlet	155
78. ábra. A telekkönyv A része – Birtoklap	158
79. ábra. A telekkönyv B része – Tulajdoni lap	158
80. ábra. A telekkönyv C része – Teherlap	159
81. ábra. Egyszerű mértani alakokra bontás technikája	161
82. ábra. Trapézra bontás megközelítése	162
83. ábra. Példa a telekmegosztásra	165
84. ábra. Példa az ingatlan helyrajzára	168
85. ábra. Kovászna megye térképlapja – a térkép teljes területe	171
86. ábra. Románia térképtükre – a térkép tartalmi része	172
87. ábra. Románia – kivágat – a térképtükör részleteivel	173
88. ábra. Románia térkép kerete	174
89. ábra. A térkép illusztrációja	175
90. ábra. A térkép méretaránya	176
91. ábra. Jelmagyarázat	177
92. ábra. Fokhálózat vagy keresőhálózat a térképen	178
93. ábra. Északjel a térképen	179
94. ábra. Áttekintő térkép – Kolozs megye	180
95. ábra. A kolofon, a térkép része	181

TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat. A térképek kategorizálása.	68
2. táblázat. A 360 fokos és újfok rendszer összehasonlítása	104

RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

ANCPI – Országos Kataszteri és Ingatlan-nyilvántartási Ügynökség (Agenția Națională de Cadastru și Publicitate Imobiliară)

APIA – Mezőgazdasági Intervenciós és Kifizetési Ügynökség (Agenția de Plăți și Intervenție pentru Agricultură)

AR – Kiterjesztett Valóság (Augmented Reality)

BCPI – Kataszteri és Ingatlan-nyilvántartási Irodák (Birourile de cadastru și publicitate imobiliară)

BIM – Épületinformációs Modellezés (Building Information Modeling)

CAD – Számítógéppel segített tervezés (Computer-aided design)

DEM – Digitális magassági model (Digital Elevation Model)

DTM – Digitális terepmodell (Digital Terrain Model)

GIS – Földrajzi Információs Rendszer (Geographic Information System)

DGPS – Differenciális globális helymeghatározó rendszer (Differential Global Positioning Systems)

GNSS – Műholdas helymeghatározó rendszerek (Global Navigation Satellite System)

GPS – Földrajzi Helymeghatározó Rendszer (Geographic Positioning System)

LIDAR – Lézer alapú távérzékelés/Lézerszkennelés (Light Detection and Ranging)

OCPI – Kataszteri és Ingatlan-nyilvántartási Hivatal (Oficiul de cadastru și publicitate imobiliară)

PUG – Általános városrendészeti terv (Plan Urbanistic General)

PUZ – Zonális városrendészeti terv (Plan Urbanistic Zonal),

SI – Nemzetközi Mértékegységrendszerben (Système International d'Unités)

TIN – Triangulált Szabálytalan Hálózat (Triangulated Irregular Network)

UTM – Transzverzális helyzetű szögtartó hengervetület (Universal Transverse Mercator)

VR – Virtuális Valóság (Virtual Reality)

REZUMAT

Volumul *Topografie și cadastru* constituie o sursă fundamentală pentru programele de formare destinate ingineriei silvice, ingineriei în agronomie, dar și altor domenii conexe. Acesta oferă studenților cunoștințe esențiale în domeniul măsurătorilor terestre, cartografiei și sistemelor cadastrale, prezentând, totodată, cele mai moderne echipamente de măsurare și sisteme de informații geografice.

Prima parte a cursului abordează conceptele fundamentale ale topografiei, introducând domeniul măsurătorilor terestre și principiile localizării. Prin descrierea detaliată a unităților de măsură și a elementelor topografice ale reliefului, studenții pot înțelege structura și utilizarea hărților topografice.

În continuare, se analizează geometria Pământului, cu un accent deosebit asupra suprafețelor de aproximare ale geoidului, sferoidului, sferei și planului. Rolul datelor geodezice este, de asemenea, evidențiat având o importanță fundamentală în lucrările de cartografiere.

Cursul prezintă proiecțiile cartografice, istoricul sistemelor de proiecție și evoluția acestora, incluzând un capitol dedicat sistemelor de secționare cartografică utilizate în România.

O parte semnificativă a materialului didactic se concentrează pe aspectele practice ale măsurătorilor topografice. Studenții vor învăța metodele de identificare și marcare ale punctelor topografice, precum și utilizarea diverselor instrumente de măsurare, cum ar fi teodolitele și stațiile totale. Procesul ridicării topografice și gestionarea erorilor de măsurare sunt, de asemenea, tratate în detaliu.

Capitolul referitor la proprietățile și tipurile de hărți subliniază importanța hărților topografice și metodele de reprezentare cartografică a punctelor și distanțelor. Sunt prezentate clasificarea hărților, scările de reprezentare și perspectivele de dezvoltare viitoare.

În cadrul descrierii instrumentelor și metodelor utilizate pentru măsurarea distanțelor și unghiurilor, cursul detaliază măsurarea unghiurilor orizontale și verticale, structura și funcționarea teodolitului, precum și principiile nivelmentului și măsurării trigonometrice a înălțimilor. Se pune un accent deosebit pe rolul stațiilor totale moderne.

Capitolul dedicat sistemului cadastral din România prezintă în detaliu sistemul național de cadastru și evidență imobiliară. Studenții vor învăța despre categoriile de utilizare a terenurilor, funcționarea registrelor funciare și cerințele privind documentația cadastrală.

Ca informații suplimentare, un capitol privind rolul sistemelor de informații geografice (GIS) în cartografie examinează evoluția acestor sisteme, modelele de date (vectorial, topologic, raster) și cele mai importante programe software, precum ESRI ArcGIS și QGIS.

Scopul acestui curs este de a oferi o resursă esențială în domeniul topografiei și cadastrului, furnizând studenților cunoștințele necesare pentru utilizarea eficientă a echipamentelor moderne de măsurare și a sistemelor informatice geografice.

ABSTRACT

The present publication *Topography and Cadastre* serves as a fundamental resource for training programs in forestry engineering, agricultural engineering, and other specialized fields. It provides students with essential knowledge in land surveying, mapping, and cadastral systems while presenting the most modern measuring instruments and geoinformation systems.

The first part of the textbook deals with the basic concepts of topography, introducing the field of land surveying and the principles of positioning. Through a detailed explanation of measurement units and the topographical elements of the surface, students gain an understanding of the structure and applications of topographic maps.

Furthermore, the book discusses the geometry of the Earth, with particular emphasis on the approximating surfaces of the geoid, the reference spheroid, the sphere, and the plane. The role of geodetic datums is also given special attention, as they are fundamental in mapping tasks.

The textbook presents map projections and the historical background of projection systems, including their historical development. A dedicated chapter examines Romania's projection sheet systems.

A significant part of the textbook focuses on the practical aspects of topographic measurements. Students will learn about methods for designating and marking topographic points, as well as the use of various measuring instruments such as theodolites and total stations. The process of topographic surveying and the management of measurement errors are also covered in detail.

The chapter on map properties and types highlights the importance of topographic maps and the methods of representing points and distances on maps. The classification of maps, their scales, and their future development are also discussed.

When presenting the instruments and methods used for distance and angle measurements, the textbook elaborates on the measurement of horizontal and vertical angles, the structure and operation of the theodolite, as well as the principles of leveling and trigonometric height measurement. The role of modern total stations is also emphasized.

The chapter on Romania's cadastral system provides a detailed overview of the national cadastral and land registration system. Students will become familiar with land use categories, the operation of the land registry, and the content requirements of cadastral documentation.

As supplementary information, the chapter on the role of geoinformatics in mapping introduces the development of geoinformation systems, data models

(vector, topological, raster), and key software applications such as ESRI ArcGIS and QGIS.

The textbook aims to fill a gap by offering a comprehensive and practical presentation of the field of topography and cadastre in Hungarian. Additionally, it provides students with the necessary knowledge in topography and cadastre, enabling them to effectively utilize modern measuring instruments and geoinformation systems.

A SZERZŐRŐL

Sebestyén Tihamér-Tibor a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Sepsiszentgyörgyi Karának egyetemi adjunktusa, több mint egy évtizedes tapasztalattal rendelkezik a megújuló energiaforrások kutatási területén. PhD-fokozatot a Babeş-Bolyai Tudományegyetemen szerzett 2020-ban. Kutatásának középpontjában a megújuló energiaforrások potenciálbecslése és hasznosítása állt Románia Központi Fejlesztési Régiójában. Számos EU-s projektben vett részt, mint például a Horizon 2020 keretprogramban, ahol a bioenergia hasznosítását és a fenntartható fejlődést támogató kezdeményezésekben vállalt aktív szerepet. Tudományos munkássága során több mint 20 publikációt jegyzett megújuló energiaforrásokkal, biomassza-alapú vidékfejlesztéssel és fenntartható energiagazdálkodással kapcsolatos témákban. Jelentős projektvezetési tapasztalatának köszönhetően hozzájárult innovatív megoldások kidolgozásához az energiatermelés és a fenntartható gazdálkodás terén, különös tekintettel a hegyvidéki és vidéki közösségek igényeire.

Scientia Kiadó

400112 Kolozsvár (Cluj-Napoca)
Mátyás király (Matei Corvin) u. 4. sz.
Tel./fax: +40-364-401454
E-mail: scientia@kpi.sapientia.ro
www.scientiakiado.ro

Műszaki szerkesztés:

Metaforma Kft.

Borítóterv:

Tipotéka Kft.

Korrektúra:

Szenkovics Enikő

Tipográfia:

Könczey Elemér

„A világot akkor értjük meg igazán, ha pontosan fel tudjuk mérni.”

A *Topográfia és kataszter* nem pusztán egyetemi jegyzet, hanem egy kulcs a földmérési tudomány mélyebb megértéséhez: lépcsőről lépésre vezet az olvasót a földmérés, a térképezés és a kataszteri rendszerek világában, az elméleti alapoktól egészen a modern műszaki megoldásokig. Azoknak szól, akik nem elégednek meg a felszínnel, hanem pontosan látni akarják a világ szerkezetét, és hatással akarnak lenni annak alakítására.

Akár agrármérnöki, erdészeti vagy földügyi pályára készülsz, a kötetbe foglalt ismeretek nemcsak a vizsgákra készítenek fel, hanem megfelelő alapot nyújtanak a terepi munkavégzéshez, megalapozva szakmai magabiztosságodat.

Olvasd el, gondolkodj vele – és alakítsd a jövőt tudással!

ISBN 978-606-975-103-9



9 786069 751039