

Mérnökgeodézia 7.

Mély- és magasépítési feladatok geodéziai munkái

Ágfalvi, Mihály

Mérnökgeodézia 7.: Mély- és magasépítési feladatok geodéziai munkái

Ágfalvi, Mihály

Lektor: Dr. Dede, Károly

Ez a modul a TÁMOP - 4.1.2-08/1/A-2009-0027 „Tananyagfejlesztéssel a GEO-ért” projekt keretében készült. A projektet az Európai Unió és a Magyar Állam 44 706 488 Ft összegben támogatta.

v 1.0

Publication date 2011

Szerzői jog © 2010 Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar

Kivonat

Ebben a modulban néhány építőipari feladathoz kapcsolódó geodéziai eljárást foglalunk össze. A válogatást, ami kissé önkényesnek tűnhet, a tantárgy tantervének elfogadásakor javasoltuk, s a tárgy oktatásakor ezeket a témákat dolgozzuk csak fel. Az első fejezetben az alapozásokhoz kapcsolódó geodéziai feladatokat foglaljuk össze röviden. A modul második fejezetében megismerhetik a pillérsorok kitézése, építésirányítása és ellenőrzése során végzendő geodéziai feladatokat. A modul zárófejezetében a karcsú, kis alapterületű, magas építmények szerelése, építése során megoldandó építésirányítási és ellenőrző mérési feladatokat tárgyaljuk.

Jelen szellemi terméket a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény védi. Egészének vagy részeinek másolása, felhasználás kizárólag a szerző írásos engedélyével lehetséges.

Tartalom

7. Mély- és magasépítési feladatok geodéziai munkái	1
1. 7.1 Bevezetés	1
2. 7.2 Alapozások kitűzése	1
3. 7.3 Előre gyártott pillérek (oszlopok) kitűzése és beállítása	3
4. 7.4 Kis alapterületű magas építmények kitűzése és építés közbeni ellenőrző mérése	7
4.1. 7.4.1 Földön összeszerelt építmény ellenőrző és beállító mérései	8
4.2. 7.4.2 A végleges helyen szerelt (épített) karcsú építmény építésközbeni ellenőrző mérései	9
5. 7.5 Összefoglalás	14

A táblázatok listája

1.1. Megengedhető szerkezeti magasságok az ellenőrző mérésekkor (Holéczy után)	13
--	----

7. fejezet - Mély- és magasépítési feladatok geodéziai munkái

1. 7.1 Bevezetés

A modulban összefoglalt tananyag tanulása előtt ajánljuk, hogy ismételje át a tantárgy 5. moduljában és a 6. modul 6.3 fejezetében írottakat.

Ebben a modulban mély- és magasépítési munkák közül választottunk ki néhány, a gyakorlatban rendszeresen előforduló példát. Ezekben a példákban keresztül mutatjuk be a geodézia alkalmazási lehetőségeit ezen a mérnöki szakterületen. Már ezekből a megoldásokból is látható, hogy a geodézia a maga eszköztárával (műszerek, módszerek) alkalmas olyan feladatok megoldására is, amelyek elsősorban mérés technikai jellegűek. A feladat első része, nevezetesen a tervezett építmények kitűzése (lásd még MGE 5 modul 5.2 fejezetét: térbeli elhelyezések, szerkezeti kitűzések) definíció szerűen is a geodézia feladatai közé tartozik. A feladat megoldásának második részében, a szerkezetek építése során, azonban fontos tevékenység a tervezett építmények működéséhez szükséges geometriai feltételek (pl. méret adatok, merőlegességi feltételek stb.) ellenőrzése is. Ezek már a mérés technika körébe tartozó feladatok, amelyek a geodézia eszköztárával is megoldhatók. Különösen akkor igaz ez, ha az építési gyakorlatban használt hagyományos mérő eszközök nem alkalmazhatók (pontatlanok, korlátozott a mérési tartományuk stb.).

Az első fejezetben az alapozásokhoz kapcsolódó geodéziai feladatokat foglaljuk össze röviden. Ez a munkaszakasz minden mély- és magasépítés induló feladata. Bemutatjuk az alapozások kitűzésének módszereit, amelyek birtokában képesek lesznek bármilyen alapozás építésének geodéziai irányítására.

A korszerű építési módok egyik gyakran alkalmazott formája az előre gyártott elemekre épülő vázszerkezetes építési mód. Ezek közül a modul második fejezetében megismerhetik a pillérsorok kitűzése, építés irányítása és ellenőrzése során felmerülő feladatokat. Ezek ismeretében alkalmasak lesznek hasonló feladatok megoldására

A modul záró fejezetében karcsú, kis alapterületű, magas építmények szerelése, építése során megoldandó építés irányítási és ellenőrző mérési feladatokkal ismerkedhetnek meg. A modulnak ezt a részét elsajátítva, képesek lesznek hasonló szerkezetek kitűzésének és építés irányításának az elvégzésére.

2. 7.2 Alapozások kitűzése

Ebben a fejezetben az alapozásokhoz kapcsolódó geodéziai feladatokat foglaljuk össze röviden. Az alapozás minden magas- és mélyépítési munka induló feladata. Az építmények alapozási módját a helyszín talajmechanikai adottságai, az építmény szerkezete és tömege, az építési környezet, stb. határozzák meg. Módszerét tekintve megkülönböztetünk: síkalapozást és mélyalapozást.

Síkalapozás akkor alkalmazható, ha a felszínhez közel kellő vastagságú teherbíró talajréteg van, és a várható süllyedések (illetve süllyedéskülönbségek) az épületre nem károsak.

Síkalapozások néhány megoldása:

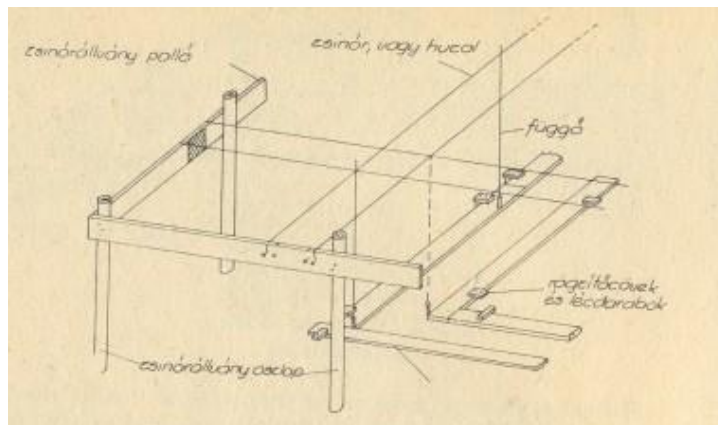
- pontalapozás,
- sávalapozás,
- gerenda és gerendarács alapozás,
- lemezalapozás.

Mélyalapozást rendszerint ott választanak a tervezők, ahol a síkalapozás feltételei nem teljesülnek. Módszerének kiválasztásakor lényeges szempont, hogy az alapozásra illeszkedő építmény tömegét elbírja, a még megengedhető süllyedéseknél (süllyedéskülönbségeknél) nagyobb értékek ne léphessenek fel. A nagyvárosokban gyakori foghíjbeépítésekkel még egy fontos szempont figyelembeveendő: az építkezés ne veszélyeztesse a szomszédos építmények rendeltetés szerű használatát. A mélyalapozásoknak sok típusa ismert. A típusokon belül több változatot is kidolgoztak a szakemberek.

A mélyalapozások fő típusai:

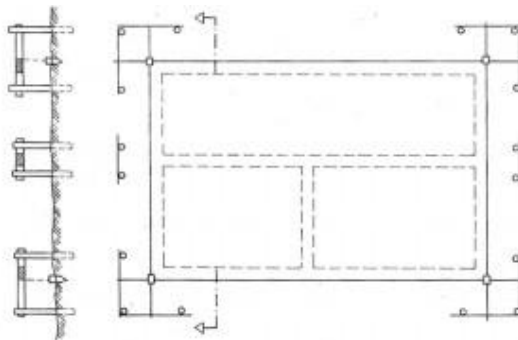
- cölöpalapozások,
- résfal alapozások,
- kút és szekrényalapozások.

A felsorolt alapozások kitűzése (és a kitűzések részbeni védelme) a következő részben összefoglalt módokon végezhető el. Az MGE 5 modulban a kitűzések céljának megfogalmazása során szó volt arról, hogy melyek azok a geometriai elemek, amelyek kijelölése a terepen lehetővé teszi a tervekben megadott, meghatározott méretű és helyzetű létesítmény helyes építését, szerelését. A terepszinten kitűzött és megjelölt alakjelző főpontok, tengelypontok a kivitelezési munkák során azonban nem marad(hat)nak a helyükön, mert elpusztuln(án)ak. A földmunkák kivitelezése előtt gondoskodni kell másfajta jelölésükről. A hagyományos építőipari gyakorlatban, az alapozáskor a megoldást a jól bevált zsinórállvány biztosítja.



7-1. ábra Hagyományos zsinórállvány (Karsay 1974)

A zsinórállvány helyének kijelölése során legtöbbször nem elegendők a tervezési térkép adatai, hanem tanulmányozni kell a részletes kiviteli terveket (pallér terveket) is. A zsinórállvány elhelyezése a következő munkálatokat igényli: a zsinórállvány helyének kitűzése, az oszlopok felállítása, a pallók felszerelése, a különböző geometriai elemek (rendszerint falsíkok, tengelyek stb.) kitűzése és megjelölése a pallókon.



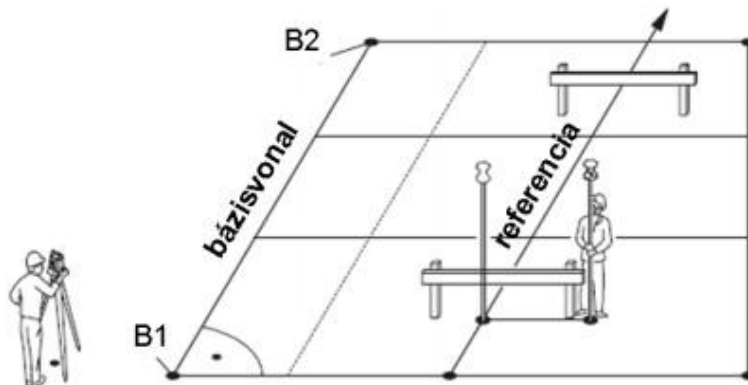
7-2. ábra Zsinórállvány elhelyezése (Forrás Karsay 1974)

A zsinórállványt úgy helyezzük el, hogy minden tengely, sík, stb. meghosszabbításába essék zsinórállvány (többszerűen kiképzendő építmények sarokpontjainál L alakban). Ügyelni kell arra, hogy a zsinórállvány mellett megfelelő hely maradjon közlekedés, anyagszállítás céljára.

A zsinórállvány építésekor a tartó oszlopokra kitűzzük az építmény padlószintjét ($\pm 0,00$), vagy ha ez nem lehetséges a terepadottságok miatt, akkor a terepszint fölé célszerűen választott kerek méter értékre (pld. -1m, vagy +1m, stb.), és szeggel, valamint festéssel megjelöljük. Az így megjelölt pontokhoz illesztve a pallók felső szintjét, azokat szegekkel rögzítjük az oszlopokhoz. A pallók elhelyezése után rávetítjük azokra a síkok, tengelyek irányát (függők között kifeszített vízszintes zsinórral, vagy műszerrel), majd ezt az irányt a pallók szeggel vagy befűrészeléssel megjelöljük.

A mérőállomások újabb változatainak segítségével a feladat már egyszerűbben oldható meg. Nincs szükség az állványok kiépítésre, a műszer használatával ismételtlen visszaállítható az alaphelyzet és részben a kitűzés rekonstruálását, részben az ellenőrző méréseket azonos módon lehet elvégezni.

Első lépésben egy bázisvonalat (alpvonalat) jelölünk ki, ami rendszerint egy kitűzendő egyenes oldalú létesítmény (úttengely, épületfalsík) két pontja (B1 és B2 pontok).



7-3. ábra Zsinórállvány kitűzése mérőállomással

A bázispontok koordinátáit többféleképpen adhatjuk meg. Ha ez a két pont a terepen már ki van jelölve, akkor egy helyi rendszerben bemérjük azokat. Ha a bázispontok koordinátáit előre megadták (például egy terven) és azokat feltöltöttük a műszer memóriájába, akkor azokat a memóriából kiolvassuk.

Feladatunk lehet, hogy a terepen egy, a **bázisvonal**tól adott távolságra lévő, párhuzamos egyenest kell kijelölnünk. Ezt a párhuzamos egyenest nevezzük **referenciavonalnak**. A referenciavonalat a terepen például egy zsinórállvány jelölheti ki. A referenciavonal egy megadott mértékű szöget is bezárhat a bázisvonallal. A referenciavonal egy pontjának adatait a B1-B2 alpvonalhoz képest adjuk meg: a keresztirányú eltolás mértékét, a B1-B2 irányú hosszanti eltolást és a magassági eltolást (esetleg az elfordulást).

Ezeknek az eltolási paramétereknek megfelelően a program kiszámítja a referenciapont koordinátáit és ugyanúgy, ahogyan a kitűzésnél megismertük, ezt a pontot is kitűzhetjük.

További lehetőség, hogy a referenciavonalhoz (első referenciaponthoz) képest további kitűzendő pontok is megadhatók ortogonális méretekkel.

Az így kijelölt fő geometriai elemek segítségével az építmény kiviteli tervei alapján a további részletkitűzések (alapfalak, lábazati fal méretei, síkja, szerelőbeton, vasszerelés helye, cölöpsorok, kútsorok stb., az alapozás jellegétől függő különböző szerkezeti részek kitűzése) már elvégezhetők.

3. 7.3 Előre gyártott pillérek (oszlopok) kitűzése és beállítása

A korszerű építési módok egyik gyakran alkalmazott technológiája az előre gyártott elemekre épülő vázszerkezetes építési mód, amellyel igen változatos ipari-, mezőgazdasági-, közösségi épületek hozhatók létre.

A rendszer fő szerkezeti elemeit különböző méretű és teherbírású lineáris elemek (pillérek, gerendák) alkotják. Az alapvető szerkezeti elemek terv szerinti beállítása biztosítja a szerkezet teherbírását, s egyben esztétikus megjelenését is. A vázszerkezetet alkotó pillérek (oszlopok) nagyon gyakran egyéb, elsősorban gépészeti berendezések (pl. darupályák) tartószerkezeteként is szolgálnak, így kitűzésük nagy körültekintést igényel.

Tekintsük át, hogy milyen geometriai feltételeket kell kielégíteni a függőleges szerkezeti elemek beállításakor:

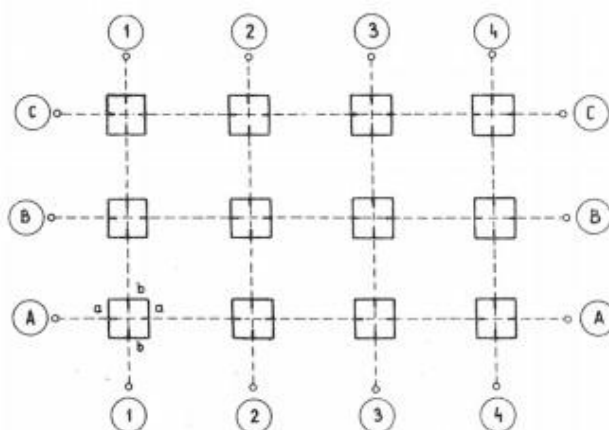
- a pillérek (oszlopok) a terv szerinti helyükre kerüljenek,
- a konzolok középvonala a tervezett távolságra legyen,
- a konzolok felső lapja a tervezett magasságban legyen,

- a pillér (oszlop) függőleges legyen.

Az előre gyártott szerkezeti elemek a helyszínen készített, rendszerint vasbeton szerkezetű alaptestekre kerülnek. A fenti követelmények teljesülése nagymértékben függ tehát az alaptestek terv szerinti kialakításától is.

A munkafolyamat több szakaszból áll.

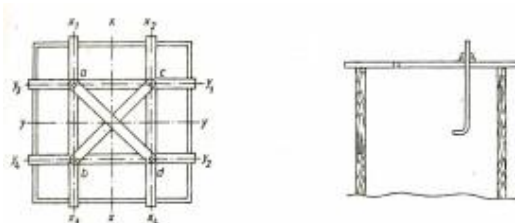
Az alapgyödrök helyének a kitűzése során először műszerrel kitűzzük és állandósítjuk a hossz- és keresztirányú tengelyeket 2-2 pontjukkal. A tengelyek metszéspontja jelöli ki az alapgyödrök középpontját.



7-4. ábra Pillér (oszlop) sorok tengelyeinek (keretállások) kitűzése

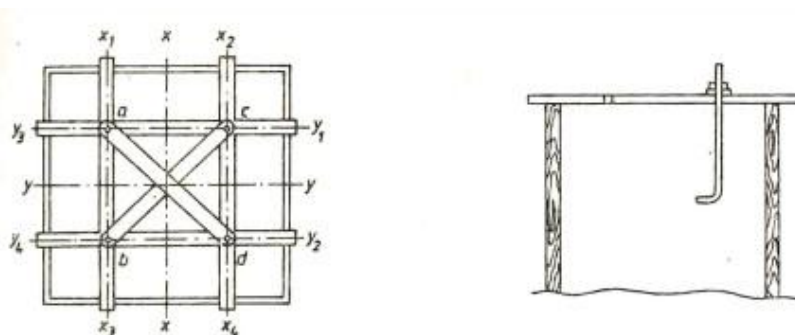
A tengelyek irányát itt is célszerű alkalmas helyen elhelyezett zsinórállásokkal biztosítani, amelyek rögzítik a földmunka elvégzése után is az alaptestek eredeti tengelyét.

A földmunka után az alapgyödrökben kialakított zsaluzatra rávetítjük a tengelyeket, s azon fűrészeléssel vagy más módon megjelöljük a helyüket.



7-5. ábra Tengelyjelek a zsaluzaton

A tengelyek kitűzése a zsaluzatra pontos munkát igényel, mert az így megadott jelek alapján állítják be a kivitelezők különböző sablonok segítségével az alaptestet a pillérrel összekötő elemeket.



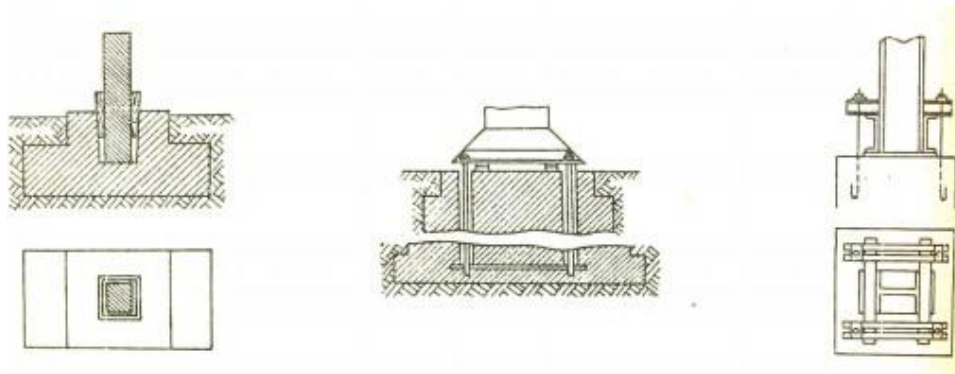
7-6. ábra Horgony csavarok szerelése

Az elkészült alaptesteket az oszlopok beállítása előtt ellenőrizni kell. Először is az alaki méretek alapján meg kell határozni az alaptest középpontját. Ki kell jelölni újra a tengelyek helyét. Célszerű összevetni a tengelyek

metszéseként szerkeszthető alaki középpontot a kivitelezett állapottal. A vízszintes ellenőrző mérések befejezésekként meg kell mérni az alaptestek távolságát (hossz- és keresztirányban). Az észlelt eltérést jegyzőkönyvben kell rögzíteni és átadni a építésvezetőnek.

Az alaptestek helyes kiképzésének az oszlopok magassági beállítása szempontjából is szerepe van, így feltétlen ellenőrizni kell a kivitelezés után a támaszfelületek magassági helyzetét (általában szintezéssel). A kivitelezés esetleges hibáit feltétlen jelezni kell az építésvezetőnek.

Az alaptestek ellenőrzése után kerülhet sor az oszlopok beállítására. A két szerkezeti elem közötti kapcsolat többféleképpen is megteremthető.



7-7. ábra Alaptest-pillér kapcsolatok

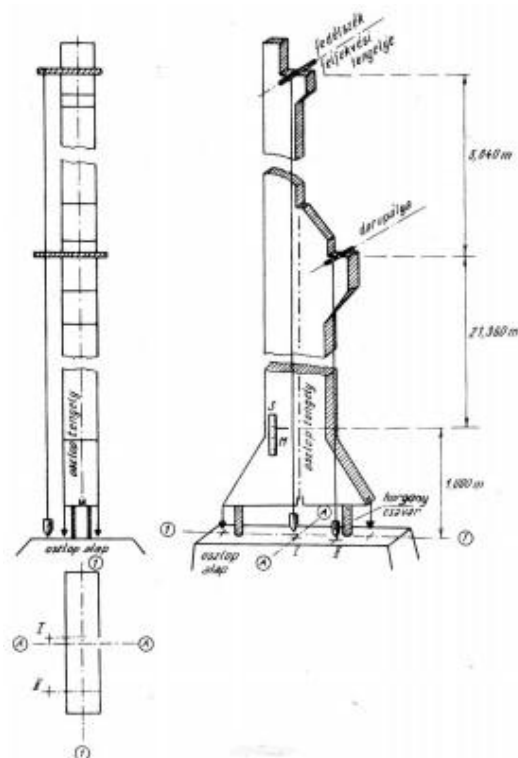
Az ábra baloldali részén látható pilléralapban egyszerű kiékeléssel lehet az ideiglenes rögzítést megoldani. Ezt követi a pillér beállítása, majd a betonozás. A jobb oldali megoldás a horgonycsavarokkal való rögzítést mutatja. Ennek előkészítését az előző ábrák mutatják.

Még a pillérek beállításának megkezdése előtt az ideiglenes tároló helyeken, fekvő helyzetben meg kell mérni az elemek alaki méreteit (kritikus helyek szélességét, csavarok, konzolok, stb. távolságát, minden lényeges méretet), és össze kell hasonlítani a terveken megadott értékekkel (ha a gyártási tűrésen kívül kerülő méretű pillért találunk, akkor azt jelezni kell az építésvezetőnek). A mért adatok segítségével a beállítás megkönnyítésére ki kell szerkeszteni és jól láthatóan meg kell jelölni (karcolással, festéssel stb.) a tengelyvonalakat (az elem vagy konzol homlokfalán), amelyek egyrészt a megfelelő vonalak közvetlen illesztését szolgálják, másrészt lehetővé teszik a műszerrel való irányzást.

Ezenkívül, különösen magas pillérekben alkalmazni kell olyan jelöléseket, amelyek segítségével az elem magassági beállítása megkönnyíthető. Így még fekvő állapotban célszerű a konzol vagy a pillér támaszfelületétől a pillér alsó részén kimérni egy olyan kerek távolságot, amelynek végpontját a pillér felállítását után terepszintről szintezőműszerrel irányozni tudjuk.

A pillérek (oszlopok) beállításakor olyan irányzási módszert kell alkalmazni, amely gyors és pontos, ugyanakkor nem igényel sok helyet. Alacsonyabb oszlop felállításakor illesztjük a beemelés után az alaptesten és az oszlopon található tengelyjeleket, majd két egymásra merőleges irányból célszerűen a hossz- és keresztengely vonalából- műszerrel beintjük az elem felső részén létesített jeleket.

Bonyolultabb szerkezetű, magasabb elemek beállításakor a következő módon járhatunk el.



7-8. ábra Magas pillér beállítása (Pfaff L. után)

A beállítás előkészítésekor az alaptesten nemcsak a tengelyeket jelöljük, hanem a keresztengely vonaltól - alkalmas irányban és távolságra - azzal párhuzamosan egy másik vonalat is, mely az oszlop beállítását egyszerűsíti és gyorsítja.

Ezen a vonalon ki kell jelölni és célszerű állandósítani (csapszeggel, HILTI szeggel stb.) a két konzol hossz tengelye vízszintes vetületének ezzel az egyenessel alkotott I. és II. metszéspontját.

Ellenőrzésként célszerű az alaptesteken így megjelölt pontokat egymással összemérni, s összevetni a terveken megadott méretekkel (pl. a tervezett darupálya fesztávolsággal). Eltérés esetén a korrekció egyszerűbben elvégezhető, s a beépítendő elemet már ehhez a javított helyzethez lehet illeszteni.

A pillérekre a két konzol felfekvési tengelye vonalában az elem szélének síkjától adott távolságra (x cm) kinyúló kis faácsolattal rögzített lécre vagy deszkára a pillér aljáig érő vashuzalt erősítünk. Ezeket ideiglenesen az elem lehorgonyzó vastüskéihez rögzítjük (beállításakor megfelelő súlyú függőkkel terheljük).

A pillérek beemelése előtt célszerű a magassági beállításokat is előkészíteni. Szintezéssel be kell mérni valamennyi alaptest felső síkját és a mérések alapján meg kell határozni a pillérállítás magassági vonatkozási síkját. Ha csak valamilyen szigorú magassági feltétel nincs kikötve, akkor a legmagasabban fekvő konzol támaszfelületén átmenő síkot tekintjük a továbbiakban „vonatkozási alapnak”, s az ettől számított eltérések lesznek a magassági korrekció értékei az egyes pilléreknél. Miután a beton szerkezeti elemek - alaptest, pillér - építésében, gyártásában elkövetett hiba "faragással" nehezebben javítható, mint alápakolással, azért célszerűbb az ismertetett megoldást követni. A pillérek beemelése előtt az alaptestek felső szintjét pl. acéllemez-alápakolással a „vonatkozási alap” szintjére hozzuk.

Mikor az emelőszerkezet (autódaru, emelőgép stb.), a pillért felemelte és a beépítés helye fölött, közel az alaptesthez a levegőben lógva tartja, a függőkkel a pillér alját úgy állítjuk be, hogy a pillér alsó szélén megjelölt négy tengelyvonás az alaptesten kijelölt tengelyvonalak függőlegességében legyen.

Ezután a pillért ebben a helyzetben leeresztjük az alaptestre. Ezt követően a pillért emelővel, ékkel, vagy más módon mozgatva, beállítjuk úgy, hogy a konzolokra erősített lécekről lelógó függők csúcsa az I. és II. pontokra mutasson. Ebben a helyzetben kell rögzíteni a pillért.

¹Az acéllemez különösen azért jó (szemben más módszerrel, pl. alábetonozással), mert pontosan mérhető a vastagsága. Ha jól végeztük a beállító-ellenőrző méréseket, akkor a kiszámított méretű lemezt betéve további igazításra nincs szükség.

A függővel való beállítás számos előnye mellett (kevés helyet igényel, kismértékű deformáció esetén is biztosítja a konzolok helyes távolságát stb.), nem mindig alkalmazható, különösen légmozgásos helyeken nem. Ilyenkor a beállítás célszerűen teodolittal vagy optikai vetítővel végezhető el.

A pillérek magassági beállítása a következő munkafolyamat. Gondos előkészítő munkával viszonylag egyszerűen megoldható, ugyanakkor elkerülhető (vagy legalábbis csökkenthető) a magassági elhelyezés olyan hibája, melynek forrása az alaptestek magassági, s az előre gyártott elemeknek a hosszméretekben jelentkező hibája.

A vízszintes értelmű beállítás után a szerkezeti elemeket ideiglenes kötéssel rögzítik egymáshoz.

A függőleges helyzetű szerkezeti elemeken az előkészítéskor megjelölt magassági őrvonalak közelében szintezőműszerrel kijelölünk egy vízszintes síkot (melynek a kitűzési feladattól függően számíthatjuk abszolút magasságát is, de gyakran elegendő a relatív magassági érték). A vízszintes sík és a magassági őrvonaltávolságát lemérve minden egyes pilléren, továbbá az előkészítő mérésekből ismerve az őrvonalak, és pl. a konzolok függőleges távolságát, számítható a konzolok pillanatnyi magassági helyzete.

A számított esetleges eltérések alapján az ideiglenes kötéseket oldva, a már említett acéllemez-alápakolással, megemeltetjük az oszlopokat a kívánt mértékben. Az emelést adott esetben műszerrel is követhetjük, ha az őrvonalt mellé olyan beosztást ragasztunk, vagy festünk (pl. szintezőlécsablonnal), melyet műszerrel irányozni tudunk, s amelyről így az emelés mértéke azonnal leolvasható, és megadható a szükséges instrukció.

Az előregyártott elemek elhelyezési mérettűrési értékeit általában az építéstechnológiai tervek, illetve műszaki leírások tartalmazzák. Ezeket kell alapul venni a geodéziai kitűzési pontosság meghatározásakor. Tájékoztatóul megadunk néhány megengedett kitűzési eltérést.

A SZERKEZET		TŰRÉS
ANYAGA	MAGASASSÁGA	MM-BEN
		V
VASBETON	$H < 4.5 \text{ M}$	4
	$4.5 < H = 15 \text{ M}$	6
	$15 \text{ M} < H$	$H/2500$
ACÉL	$H \leq 10 \text{ M}$	$H/2500 \text{ MAX } 4$
	$H > 10 \text{ M}$	$H/2500 \text{ MAX } 10$
		M
	$H \leq 10 \text{ M}$	4
	$H > 10 \text{ M}$	$H/2500 \text{ MAX } 6$

7-9. ábra Pillér (oszlop) beállítások pontossági követelményei (Forrás M1 Szabályzat)

4. 7.4 Kis alapterületű magas építmények kitűzése és építés közbeni ellenőrző mérése

Kis alapterületű magas építmények (pl. gyárkémény, víztorony, rádió- és televíziós adótorony stb., továbbiakban karcsú építmények) építés közbeni irányító mérései gyakran előforduló feladatai a mérnökgeodéziai gyakorlatnak.

Ilyen építmények műszaki kivitelezésének helyessége nem csupán a tervezett méretek és szerkezeti megoldások megtartásától függ, hanem azt befolyásolhatja az építmény hosszanti tengelyének megfelelő pontosságú függőlegessége is. A függőlegestől való eltérés megengedett legnagyobb értékének a stabilitási követelmények és egyéb (pl. esztétikai) követelmények is határt szabhatnak. Eppen ezért ezeknek az építményeknek a kivitelezése során a függőleges építést folyamatosan ellenőrizni kell meghatározott időközökben, vagy meghatározott szerkezeti magasság elérése után. Az ellenőrzések eredményei alapján, ha szükséges, intézkedéseket kell tenni a korrekciók érdekében.

Karcsú építmények építése-szerelése során két alapvető megoldás alkalmazható:

- a teljes építményt a földön összeszerelik, majd a szerkezetet ezután emelik a helyére,

- az építmény a végleges helyén valamilyen szerelési vagy építési technikával (pl. csúszószalus építési móddal) fokozatosan készül el.

Az első megoldás kisméretű fémszerkezetek esetében, a másik megoldás nagyobb méretű és rendszerint vasbeton (vagy hagyományos építőanyagú) építmények esetében gyakori.

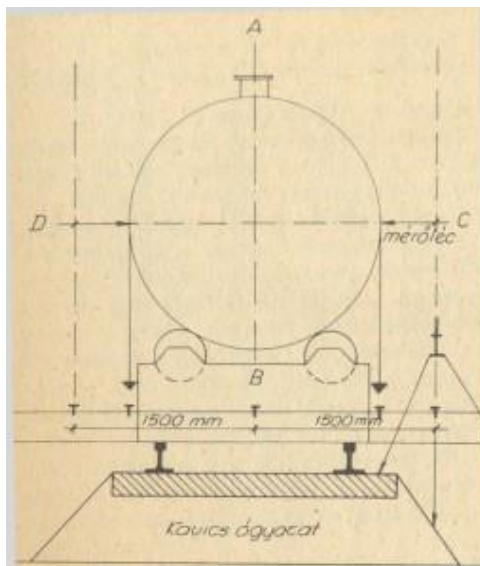
Az építési-szerelési módtól függően így az irányító-ellenőrző mérések technikája is eltérő. Mindkét esetben azonban a geodéziai mérések egyik legfontosabb célja, hogy a tengelyvonal meghatározott keresztmetszetei középközéppontjainak esetleges kigyózását, s ebből a tengely függőlegestől való eltérését meghatározza.

4.1. 7.4.1 Földön összeszerelt építmény ellenőrző és beállító mérései

Ennél a szerelési módnál a következő a geodéziai feladat:

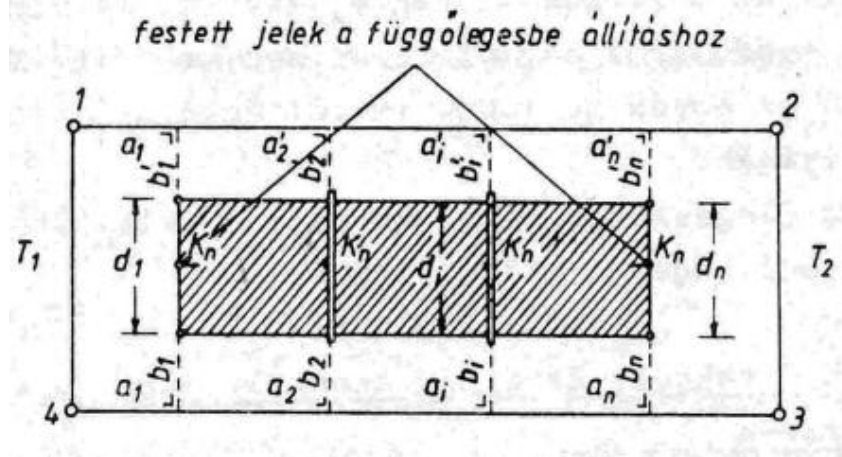
- ellenőrizni kell a szerkezet beemelés előtti méreteit, tervszerinti kialakítását, tengelyének kigyózását,
- ki kell tűzni a torony helyét, behúzó pályáját és a kihorgonyzási helyeket,
- ki kell jelölni a szerkezet tengelyét a helyszínen, ellenőrizni kell a beemelés és a felállítás helyességét.

A szerkezet összeállítása ún. szerelő bakokon (7-10. ábra) történik. Az ellenőrző méréseket



7-10. ábra Szerelőbakon fekvő szerkezet (Forrás Karsay 1984)

még a szerelőbakon lévő helyzetben kell végrehajtani. Ennek előkészítéseként a szerelő bak körül egy derékszögű négyszöget tűzünk ki (7-11. ábra 1-2-3-4 pontok):



7-11. ábra Ellenőrző mérések

Az ellenőrző mérések megkezdése előtt a szerelőbak vízszintes és magassági helyzetét kell megfelelő mérésekkel rögzíteni, majd az ellenőrző mérések alatt újra visszamérve a bak helyzetét meg kell győződni annak mozdulatlanságáról.

A bejelölt mennyiségek megmérésevel az ellenőrzéshez szükséges adatok számíthatók. Korszerű műszerekkel az ellenőrzésre kijelölt helyeket (pontokat) a négyszög sarokpontjairól poláris koordinátaméréssel is bemérhetjük. A poláris koordinátákból azonban számolni kell az ellenőrzendő méreteket, elemeket.

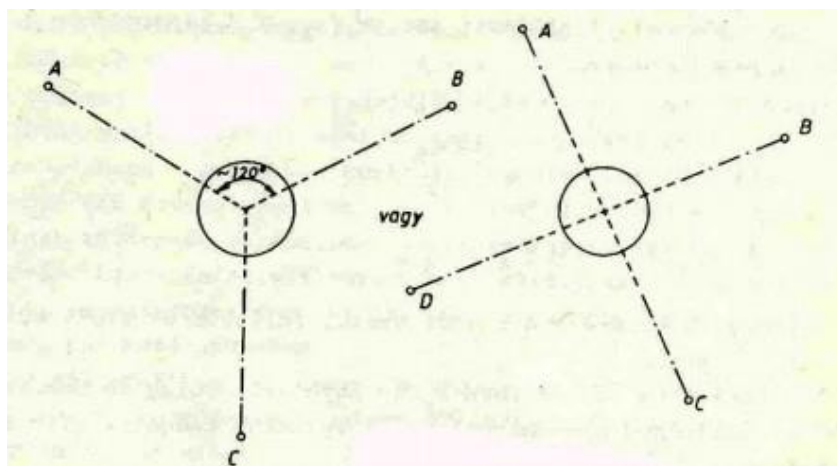
A mérés során a szerkezetet a szerelő bakon a hossz tengelye körül forgatjuk, így egy adott keresztmetszet több pontjának a mérésevel az adatnyerést pontosabbá tehetjük.

A szerkezet felállítása után iránymérő műszerrel (teodolittal, mérőállomással) végezzük az irányítást az előre kijelölt tengely-jelek alapján. A műszerálláspontok helyét úgy választjuk meg, ahogy azt az MGE 5.4.3 fejezetben a teodolittal végzett vetítések leírásakor ismertettük. Az ellenőrzés során az előre megjelölt tengelyhelyek alapján irányítjuk a szerkezet függőlegesbe állítását. A szerkezet akkor áll függőlegesen, ha a műszer függőleges szálára mind az induló keresztmetszet, mind a záró keresztmetszet tengelyjele illeszkedik. Amennyiben a szerkezet emelés közben deformálódhat, akkor a tengelyjelek helyett a szerkezet két szélső alkotójára irányzunk, mind az induló, mind a záró keresztmetszetben. Számítjuk a mért irányértékek számtani közepét. Ha ezek megegyeznek, akkor a szerkezet függőleges, ha nem akkor számítani kell a szükséges elmozdítás értékét (a szerkezeti magasság és a szög-eltérés alapján). Ennek ismeretében a kihorgonyozó kötelek feszítésével, vagy lazításával lehet igazítani a szerkezet beállításán. Az ellenőrző mérések többszöri ismétlése, és az azok alapján végzett korrekció után lehet rögzíteni a szerkezetet az alaptesten.

4.2. 7.4.2 A végleges helyen szerelt (épített) karcsú építmény építésközbeni ellenőrző mérései

Ennél az építési módnál az építmény függőleges építése szempontjából meghatározott időközökben (meghatározott szerkezeti magasság elérésekor) végzünk ellenőrző (irányító) méréseket.

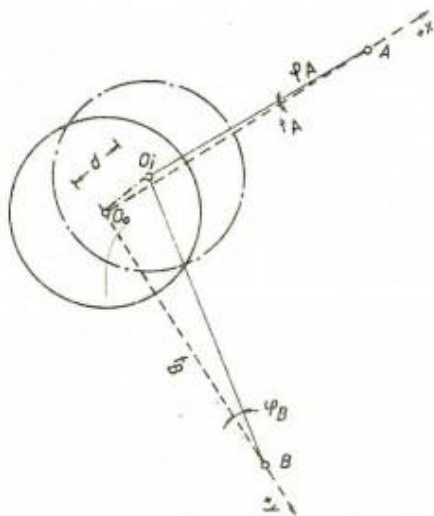
Ezek előkészítéseként néhány alappontból álló hálózatot hozunk létre az építmény körül. A szokásos elrendezéseket mutat a 7-12. ábra.



7-12. ábra Alapponthálózat ellenőrző méréshez

Az alappontok helyének kiválasztása az építés környezetétől függ. Az alappontok helyét ebben az esetben is az MGE 5.4.3 fejezetben leírt feltételek mellett célszerű kiválasztani, sajnos azonban nem mindig van erre lehetőség, de törekedni kell rá. A pontokat az építményhez rendelt koordináta-rendszerben kell meghatározni. Origó az építmény középpontja, az egyik koordinátatengely a vizsgálati irányok közül kiválasztott valamelyik irány.

Az ellenőrző mérések során az általános megoldás az építmény kontúrjaira való irányzással a ϕ_A , ϕ_B szögek meghatározása. A vizsgálat célja a d lineáris eltérés meghatározása:



A hálózati adatok (t_A , t_B) ismeretében a következő mennyiségek számíthatók:

$$y = t_A \operatorname{tg} \phi_A \quad d = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$x = t_B \operatorname{tg} \phi_B \quad \delta = \operatorname{tg} \frac{x}{y}$$

Az alaki középpontok kitérése a függőlegestől (d) több okra vezethető vissza:

- mérési hibák terhelik a mérést,
- az építmény alapja egyenlőtlenül süllyed,
- külső hatásokra (elsősorban a Nap egyoldalú melegítő hatására, és a szél oldalirányú nyomóhatására) az építmény tengelye alakváltozást szenved,

- hibás az építés.

Az irányító mérések célja az építés hibájának kimutatása és az esetleges korrekció megadása. A d azonban a felsorolt tényezők együttes hatását mutatja. Olyan mérési eljárást kell ezért alkalmazni, amellyel az építés hibájából keletkezett tengelyferdeség a többi hatástól függetlenül is kimutatható. Vizsgáljuk meg egyenként a hatások eredetét és az esetleges kiküszöbölésük módjait.

A **mérési hibák hatása** gondos mérésekkel, megfelelő geometriai alakzattal csökkenthető.

Az **egyenlőtlen süllyedés hatása** az alaptestben elhelyezett mozgásvizsgálati pontokra történő magasságméréssel leválasztható a mérési eredményekről, mert nagysága és iránya a süllyedésmérésekből meghatározható.

A **külső hatások meghatározására** két alapvető módszer kínálkozik:

- fizikai és meteorológiai adatok alapján számítjuk a külső hatásokból származó tengelyferdeséget,
- geodéziai mérési módszerrel különítjük el a külső hatásokból származó részt.

Az első módszer használatát korlátozza a körülményes adatnyerés, s a meghatározott adatok pontatlansága.

Így a külső hatások meghatározását tisztán geodéziai módszerrel végezzük el. A hazai gyakorlatban közismert a *Holéczy-féle eljárás*.

Az eljárás lényege, hogy a méréseket olyan időpontokra is kiterjesztjük, amikor az ellenőrzés szempontjából erre különben nem lenne szükség. Megkülönböztetéstül ezeket a méréseket előkészítő méréseknek hívjuk. Az **előkészítő méréseket** külső hatásoktól mentes időben végezzük az építmény már megépült, előre meghatározott magasságában levő tengelypontjaira. Ezekből a mérésekből (a különböző magasságokban levő tengelypontokban) számolható d kizárólag az építés hibáját mutatja.

Az **ellenőrző méréseket** meghatározott szerkezeti magasság elérésekor, vagy sürgősségből adódó azonnali időpontban kell végrehajtani, azaz nem lehet kivárni az észlelések számára kedvező időpontot.

A külső hatásokból származó redukció értéke a mérések ilyen elrendezésével egyszerűen meghatározható. Az ellenőrző (irányító) mérések alkalmával a vizsgálandó keresztmetszetre végzett mérésekkel egyidejűleg ismét mérünk az előkészítő mérésekhez kiválasztott tengelypontokra is. Rendszerint az elért magasságot megelőző három lehetőleg kerek értékű magasságokban levő olyan pontra, amelyeknek az alsó, a referencia tengelyponthoz viszonyított helyzetét a Nap és a szél hatásától mentes időszakokban már meghatároztuk.

Ezekben a pontokban a korábban meghatározott d értékre természetesen most más értékeket kell kapnunk, mert jelentkezik a Nap és szél hatása is. Ha az ellenőrző és előkészítő mérés eredményeinek különbségét képezzük, akkor megkapjuk ezekben a pontokban a külső hatások okozta relatív elmozdulás értékét. Mivel a kitérést két összetevőből számítjuk, a javítást is erre a két összetevőre vonatkozóan kell számítani:

$$d_{\text{építés}}^2 = (dx_{\text{teljes}} - dx_{\text{külső}})^2 + (dy_{\text{teljes}} - dy_{\text{külső}})^2$$

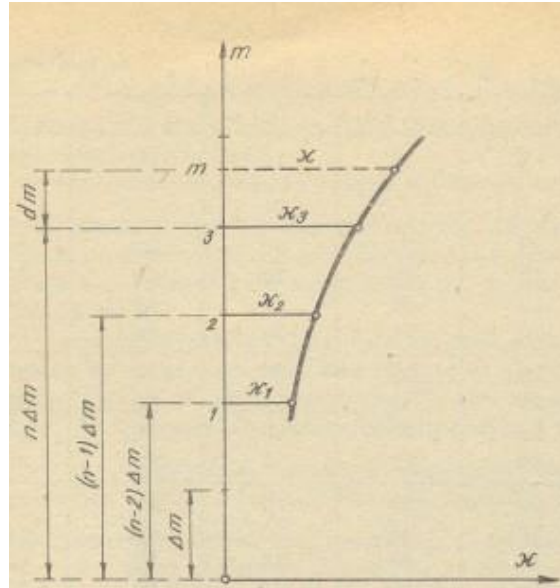
Hasonlóképpen számítjuk a kitérés irányát:

$$\delta = \arctg \frac{dy_{\text{teljes}} - dy_{\text{külső}}}{dx_{\text{teljes}} - dx_{\text{külső}}}$$

Ezeknek az értékeknek a segítségével meghatározható a vizsgálandó keresztmetszetben a külső hatásokból származó redukció nagysága.

A számítás grafikus és numerikus úton egyaránt elvégezhető.

A grafikus megoldásnál olyan koordináta-rendszert választunk (egy-egy észlelési irányban), amelyben a szerkezeti magasság (m) függvényében ábrázoljuk az előkészítő és az ellenőrző mérések eredményeként kapott szögműködés (κ).

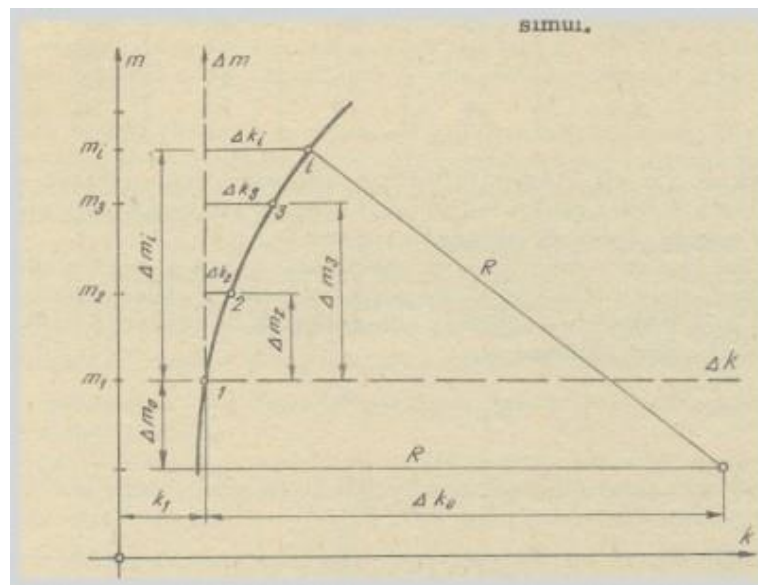


7-13. ábra Külső hatások korrekciójának meghatározása (Holéczy után)

Szerkesszük fel az m tengelyre az ismert pontokat 1,2,3 (szerkezeti magasságuk ismert), valamint az ellenőrzött pontot. Ennek pillanatnyilag csak ez a koordinátája ismert. Jelöljük valamelyik észlelési irányból számított szögműkönségeket $\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3$ -mal. Az így kapott szögeket ($1''$ szögegységnek valamilyen hosszegységet választva) ábrázoljuk a felvett koordináta-rendszerben az ismert pontokat. Az ismert pontok $\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3$ nagyságú ordinátáinak végpontjaira szerkesszünk egy körívet, amelyet m magasságig (a vizsgálandó keresztmetszet jelentő pontig) meghosszabbítva extrapolálhatjuk κ értékét. Ugyanezt az eljárást a másik észlelési irányban is elvégezve, rendelkezésünkre állnak a külső körülmények hatásának számításához szükséges értékek. A redukciók vetületi értékei:

$$X_k = t_B \operatorname{tg} \kappa_x \quad \text{vagy kis szögek esetén } X_k = t_B \kappa_x / \sigma''$$

$$Y_k = t_A \operatorname{tg} \kappa_x \quad \text{vagy kis szögek esetén } Y_k = t_A \kappa_x / \sigma''$$



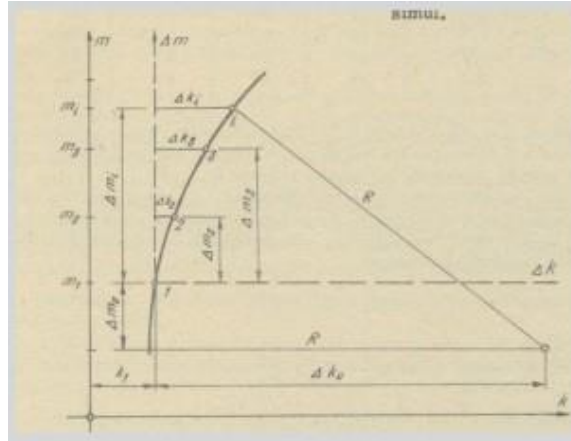
7-14. ábra Külső hatások grafikus meghatározása (Holéczy után)

Ha ezekkel az értékekkel megjavítjuk az illető főirányban számított teljes kimozdulás értékét, akkor eredményül az **építési hibából származó kitérésnek** az ellenőrzött magasságban jelentkező összetevőit kapjuk. Az egyes koordinátatengelyek irányában így nyert értékekből számítható a vizsgálandó keresztmetszetben az építés hibájából adódó d lineáris kitérés nagysága és iránya is.

$$d_e = \sqrt{(y + y_k)^2 + (x - x_k)^2}$$

$$\delta_e = \arctg \frac{y - y_k}{x - x_k}$$

A numerikus megoldásnál az 1,2,3 pontokra illeszkedő kör egyenletét (O és R)



7-15. ábra Külső hatások numerikus megoldásának elve (Holéczy után)

kell meghatározni a grafikus megoldásnál ismertett koordinátarendszerben.

Az ismert pontokat az építményen lehetőleg egyenletes elosztásban és egy meghatározott maximális magasságkülönbségen belül kell kijelölni. Ezt a magasságkülönbséget Holéczy (1966) szerint úgy lehet meghatározni, ha megvizsgáljuk, hogy az építmény elméleti tengelygörbéje és a számításakor azt helyettesítő kör mentén végzett extrapolálás között milyen nagyságú Δm alkalmazása mellett nem lesz az eltérés nagyobb egy megengedett értéknél.

A megengedhető Δm értékét a szerkezeti magasság (h), az alaprajzi kontúr legkisebb oldaléle (d) függvényében az 1.1 táblázat tartalmazza.

1.1. táblázat - Megengedhető szerkezeti magasságok az ellenőrző mérésekkor (Holéczy után)

h	D				
	5	10	15	20	30
	Δm				
100	20	30	30	30	30
150	25	30	40	40	40
200	30	30	40	40	50
250	30	40	40	50	50

Az ellenőrző mérés az építmény felmenő szerkezetének építésével kezdődik. A szél hatásával $2 \Delta m$ -ig nem kell számolni. A Nap hatására végzett mozgás már Δm magasságában is jelentkezhet.

Ha az építést irányító (ellenőrző) mérésekhez a 7.3.2. bemutatott alapponthálózat az építési tevékenység, a sűrű beépítettség, stb. miatt nem alakítható ki, akkor az építmény közvetlen közelében vagy a belsejében kell olyan

pontokat létrehozni, amelyekről az MGE 5 modul 5.4.3 fejezetben megismert műszerekkel és technikával a feladat megoldható.

5. 7.5 Összefoglalás

Ebben a modulban válogatott mérnökgeodéziai (építési) mérési feladatok megoldását ismerhettük meg. Az első részben az alapozások geodéziai munkáiról szoltunk, és bemutattuk a hagyományos műszerekkel valamint a mérőállomással végzett kitűzéseket.

A második részben a korszerű építési módok egyik gyakran alkalmazott formájának, az előre gyártott elemekre épülő vázszerkezetes építési mód függőleges szerkezeti elemeinek, a pilléreknek a kitűzését ismertettük. Összefoglaltuk a beállításkor kielégítendő legfontosabb geometriai elemeket. Ezután végigkísértük az építési munkafolyamatokat, az alaptestek építésétől a pillérek ellenőrző beméréséig. Megmutattuk a folyamat geodéziai feladatait és megoldásait.

A modul befejező részében karcsú (kis alapterületű) építmények építését kísérő geodéziai munkákat foglaltunk össze, és ismertettük, hogy ezek a szerkezetek két technikával készülhetnek.

Kis, néhány 10 m-es szerkezeti magasságú, rendszerint fémről készült szerkezeteket, szerelő bakokon a földön szerelik össze. A geodéziai feladatok ekkor egyrészt a még a bakon fekvő a szerkezet összeszerelése utáni szerkezeti méretek ellenőrzésére irányulnak, másrészt a szerkezet beállításához szükséges jelek elhelyezését segítik. Az építményt ezután a végleges helyére állítják, és ott ideiglenes kötésekkel előzetesen rögzítik az alaptestre. Ezután iránymérésre alkalmas műszerekkel, legalább két (lehetőleg egymásra merőleges) helyzetből függőleges helyzetbe kell állítani (rendszerint több lépéses mérési feladattal) a szerkezet tengelyét.

A végleges helyén épített (szerelt) karcsú építmények rendszerint vasbeton szerkezetek, amelyek valamilyen csúszó (vagy kúszó) zsalus technikával épülnek. Az építési folyamatot végig kísérve, megadott szerkezeti méretek elérésekor ellenőrző mérésekkel meg kell határozni az építés hibájából származó tengelyferdeséget. Bizonyos, az építmény méreteitől függő, szerkezeti magasságokban a Nap egyenetlen felmelegítő hatására és a szél nyomására is változhat a tengely helyzete. A modulban ismertettük *Holéczy* módszerét, amellyel ezek a hatások tisztán geodéziai módszerrel leválaszthatók a mérési eredményekből. A végeredmény az építési hibák nagyságát mutatja, amelyet az építők felhasználhatnak, ha szükséges, az esetleges korrekció végrehajtásához. Hagyományos építőanyagokból épülő karcsú építmények esetében is alkalmazható a módszer.

Önellenőrző kérdések:

1. Mi célt szolgál az alapozások kitűzése után zsinórállvány felszerelése?
2. A zsinórállás elhelyezése milyen munkálatokat igényel?
3. Miként oldható meg a feladat mérőállomások alkalmazásával?
4. Milyen geometriai feltételeket kell ellenőrizni előregyártott pillérek kitűzése és beállítása során?
5. Sorolja fel az előregyártott szerkezeti elemekkel épülő építmények munkafolyamatát!
6. Milyen ellenőrző méréseket kell elvégezni a kész alaptesteken?
7. Milyen ellenőrző méréseket kell elvégezni előregyártott pillérek beállítása előtt?
8. Milyen ellenőrző méréseket kell elvégezni földön szerelt karcsú építmények szerelésekor?
9. Milyen módon történik a földön szerelt karcsú építmények függőlegesbe állítása?
10. Hogyan kell kialakítani a végleges helyén szerelt karcsú építmények ellenőrzésére szolgáló alappontokat?
11. Mi a végleges helyén szerelt karcsú építmények vizsgálati méréseinek a célja?
12. Milyen okok idézik elő a karcsú építmények tengelyeinek kitérést a különböző szerkezeti magasságokban?

13. Milyen módon lehet az egyenlőtlen süllyedésből származó tengelyferdeséget meghatározni?
14. Milyen módon lehet a külső hatásokból származó tengelyferdeséget meghatározni?
15. Mi a *Holéczy-módszer* lényege?

Irodalomjegyzék

Ágfalvi M.: *Mérnökgeodézia I.*, EFE FFFK, Székesfehérvár, 1994.

Ágfalvi M.: *Földméréstan V.*, FVM Agrárszakoktatási Intézet, Budapest, 2000.

Bekk T.: *Székesfehérvári Zichy udvarház építkezés geodéziai munkái. Szakmérnöki szakdolgozat.*, NyME Geoinformatikai Kar, Székesfehérvár, 2010.

Busics Gy. szerk.: *Geodéziai mérési praktikum. Kézirat.*, NyME Geoinformatikai Kar, Székesfehérvár, 2009.

Detrekői Á. – Ódor K.: *Ipari geodézia I-II*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1984.

Holéczy Gy.: *Magasépítmények függőleges építésének ellenőrzése geodéziai módszerekkel.*, Az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Tudományos közleményei. XII. kötet, 2.szám, Budapest, 1966.

Karsay F.: *Építőipari geodézia. Kézirat.*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1974.

Pfaff L.: *Nagyméretű pillérek állításakor szerzett tapasztalatok.*, Geodézia és Kartográfia, 1964/4, Budapest, 1964.

M1 Szabályzat, MÉM Országos Földügyi és Térképészeti Hivatal, Budapest, 1975.

Ódor K.: *Ipari geodézia I.*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1974.