

Mérnökgeodézia 4.

Mérnökgeodéziai magassági alapponthálózatok.

Dr. Ágfalvi, Mihály

Mérnökgeodézia alapponthálózatok.

4.:

Mérnökgeodéziai

magassági

Dr. Ágfalvi, Mihály

Lektor: Dr. Ottófi, Rudolf

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 2010

Szerzői jog © 2010 Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar

Kivonat

Ebben a modulban a mérnökgeodéziai munkák magassági alapponthálózatainak a létesítésével, pontossági követelményeivel, foglalkozunk. Megismerjük a különböző célú és kialakítású hálózatok kitűzésének, meghatározásának a módját. Külön foglalkozunk az épületen belüli magassági alapponthálózatokkal.

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

Tartalom

4. Mérnökgeodéziai magassági alapponthálózatok	1
1. 4.1 Bevezetés	1
2. 4.2 A magassági alapponthálózatok létesítésének célja, általános elvek	1
3. 4.3 Magassági alapponthálózat létesítése	2
3.1. 4.3.1 A hálózat felépítése	2
3.2. 4.3.2 Előkészítés, tervezés, és állandósítás	3
4. 4.4 A hálózatok mérése és számítása	5
5. 4.5 Magassági alapponthálózat épületen belül	11
6. 4.6 Összefoglalás:	14

4. fejezet - Mérnökgeodéziai magassági alapponthálózatok.

1. 4.1 Bevezetés

A modulban összefoglalt tananyag tanulása előtt ajánljuk, hogy ismétlje át a tantárgy 1. és 2. moduljában, valamint a Geodéziai hálózatok tantárgy 1., 2. és 3. moduljában írottakat. Amennyiben ez nem lenne elég a modulban foglalt tananyag megértéséhez, forduljon a szerzőkhöz.

Ebben a modulban a mérnökgeodéziai munkák magassági alapponthálózatainak a létesítésével, pontossági követelményeivel, a különböző célú és kialakítású hálózatok kitűzésének, meghatározásának a módjával foglalkozunk.

Ebből a fejezetből megismerheti:

- a magassági értelmű mérnökgeodéziai hálózatok létesítésének célját
- a különböző célú és kialakítású hálózatok pontossági követelményeit, kitűzésének és meghatározásának a módját
- épületen belüli magassági alapponthálózatok létesítésének megoldásait

A fejezet anyagának elsajátítása után képes lesz:

- különböző célú és pontosságú mérnökgeodéziai magassági hálózatok tervezésére és kitűzésére
- a hálózatok mérésére és számítására
- a hálózatok ellenőrző méréseinek és azok értékelésének végrehajtására

Ezzel a modullal lezárul az alapponthálózatok megismerése és a térbeli feladatok megoldásához szükséges alapismeretekkel ezt bezárón rendelkezni fognak.

2. 4.2 A magassági alapponthálózatok létesítésének célja, általános elvek

A tantárgy bevezető moduljában már szó volt arról, hogy az építési beruházásban a tervezett létesítményeket térben kell létrehozni. Eddig csak a vízszintes síkban végzendő munkákat segítő alapponthálózatokról volt szó. A harmadik dimenzióbeli (a magassági) feladatok megoldását segítő geodéziai technikák alapját adó magassági alapponthálózatok sajátosságait ebben a modulban foglaljuk össze.

A különböző jellegű és kiterjedésű **mérnöki létesítmények** (ipartelepek, vízi erőművek, utak, vasutak stb.) **magassági alapponthálózata azt a célt szolgálja, hogy az adott építési feladathoz kellő sűrűségben legyenek alappontok a részletpontok egységes rendszerben való magassági kitűzéséhez** (magassági meghatározásához).

Az építési beruházások magassági alapponthálózatát a területre eső országos magassági alapponthálózati pontokra támaszkodva kell létrehozni. A vízszintes hálózatokhoz hasonlóan meg kell vizsgálni, hogy az alappontok megfelelnek-e a megoldandó feladatok követelményeinek. Általában két jellemzőt szokás vizsgálni: a pontsűrűséget és a pontosságot.

A Geodéziai hálózatok tantárgyban ismertük meg az országos magassági alapponthálózatok legfontosabb jellemzőit, így többek között a hálózatok pontsűrűségét is. Tudjuk, hogy az alapponthálózat létrehozása során törekedtek arra, hogy 4 km²-ként legyen egy felsőrendű szintezési alappont. A szomszédos alappontok közötti átlagos távolság belterületen 0,7 km, külterületen 1,2 km. Itt a maximális ponttávolság nem haladhatta meg az átlagos távolság 1,5 szeresét. Ez a pontsűrűség elegendő, hogy az építési beruházás magassági alapponthálózatát erre felépítsük. Természetesen ez akkor igaz, ha a területen nem pusztultak el alappontok

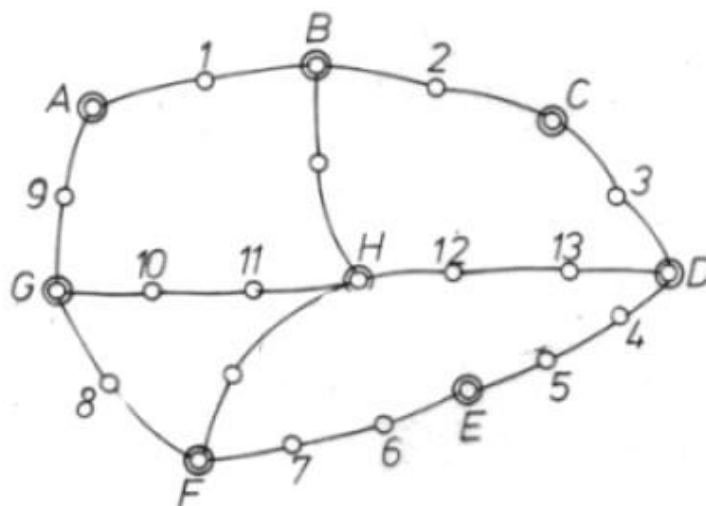
Az országos magassági alpponthálózat, amely tudjuk, hogy három szintre tagolódik (I.-II. és III. rendű hálózat), bármelyik részének pontossága megfelel a legtöbb mérnökgeodéziai célra. A hálózat pontosságánál nagyobb pontosságot nagy gépszerkezetek (turbinák, hengesorok stb.) kitzése-szerelés irányítása igényel. Ezeket a munkákat azonban többnyire nem a beruházás alpponthálózatát felhasználva, hanem ezektől függetlenül végezzük. Gépek kitzésekor ugyanis nem a pontok abszolút magasságát, hanem a szerkezetek egymáshoz viszonyított – relatív – magasságát kell csak nagy pontossággal meghatározni.

Az országos alpponthálózatok felhasználásánál még egy dologra kell felhívni a figyelmet. Ma is használatos még az Adriai és a Balti magasság fogalma. A Balti magasságot Magyarországon 1960 óta használjuk, értéke az Adriai magassághoz viszonyítva a következő módon számítható: $M_B = M_A - 0,6747$ m.

3. 4.3 Magassági alpponthálózat létesítése

3.1. 4.3.1 A hálózat felépítése

A beruházások magassági alpponthálózata is csak fokozatosan alakítható ki. A munkálatok kezdetén létre kell hozni az alpponthálózat olyan – egységes rendszerként kezelt - vázát, amely lehetővé teszi az elhelyezési kitzések mérés-technikai nehézségek nélküli, és megkívánt pontosságú végrehajtását. Ez a váz egymáshoz csatlakozó zárt szintezési poligonokból áll (4-1. ábra.)



4-1. ábra Beruházás magassági alpponthálózata

Pontjai az építményeken kívül helyezkednek el. Ezt a vázát kell sűríteni a kivitelezés előrehaladtával olyan mértékig, hogy kellő számban legyenek kiindulópontok az építményeken kívüli és az épületeken belüli kitzések, valamint magassági részletmérés (állapot felmérés) végrehajtásához.

Az ábrából látható, hogy a poligonon belül csatlakozó pontok (csomópontok) vannak, amelyben a szintezési vonalak futnak össze. A szintezési vonalakat a magassági alppontok szintezési szakaszokra osztják.

Vonalas létesítmények építésekor a munkaterületet szintezési vonalak követik, nem lenne célszerű zárt poligonokkal lefedni a munkaterületet.

Az **M1 Szabályzat** előírásai szerint a szintezési munkarészekben a zárt szintezési poligonokat I., II., III. számokkal, a szintezési vonalakat 01, 02, ... 15, 16, ... kétjegyű arab számokkal jelöljük. Az alppontokat 001, 002, ... 010, 011, ... 100, 101 ... arab számokkal folyamatosan számozzuk. Az alpponthálózatba a későbbiek során beiktatott (sűrített) alppontokat mindig a még fel nem használt, soron következő háromjegyű arab számmal kell jelölni. Az elpusztult, majd helyreállított alppontokat is utólag beiktatott alppontoknak kell tekinteni és feltétlenül új sorszámmal kell ellátni. Valamely elpusztult alppont megszűnt sorszámát más alppont megjelölésére ismételtelen felhasználni nem szabad.

A területre eső olyan országos (vagy városi) szintezési alappont, amelynek alapponthálózati Balti magassága megegyezik a FÖMI adattárában nyilvántartott országos (vagy városi hálózati) Balti magasságával, változatlanul megtartja az országos (vagy városi) hálózati számát.

A területre eső olyan országos (vagy városi) szintezési alappont, amelynek alapponthálózati Balti magassága nem egyezik meg a FÖMI adattárában nyilvántartott országos (vagy városi hálózati) Balti magasságával, új háromjegyű számot kap. A pont helyszínrajzi leírásában azonban fel kell tüntetni, hogy melyik országos (városi) szintezési alapponttal azonos (pl 035 = 0626124-1).

3.2. 4.3.2 Előkészítés, tervezés, és állandósítás

Először össze kell gyűjteni és jegyzékbe kell foglalni a beruházás területére eső országos és városi magassági alappontok adatait, valamint a beruházás környezetében lévők közül azokat, amelyekre az alapponthálózatnak az országos (városi) hálózatba való bekapcsoláshoz szükség lehet. A jegyzéknek tartalmaznia kell a pontok számát, állandósítási módját, a pontleírását és a magasságát. A jegyzéket egyenrangúan pótolhatják a pontok összefűzött helyszínrajzi leírásai.

A magassági alapponthálózat vonalvezetésének és pontsűrűségének tervezéséhez vázlatot kell készíteni. A vázlatnak tartalmaznia kell a terület határvonalát, a területen található épületeket (építményeket), utakat stb. és a jelentősebb terepalakulatokat. A tervezési vázlatnak tartalmaznia kell - ha a vonatkozó információk beszerezhetők - a később megépítendő épületeket és mesterséges alakulatokat (utak, csatornák, hidak stb.) is, lehetőleg a megépítés tervezett időpontjával együtt, illetve megjelölendők a meglévő épületek közül azok, amelyek a későbbiekben elbontásra kerülnek, feltüntetve ezek időpontját is.

A tervezési vázlat elkészítéséhez a létesítmény tervezési térképe szolgálhat alapul, de felhasználható a beruházási alaptérkép, az előzetes helyszínrajz az elrendezési terv stb. is. A tervezési vázlat egyébként bármilyen megfelelő tartalmú (vagy tartalommal kiegészíthető) vázlat vagy térkép alkalmas méretarányú másolata is lehet.

A helyszíni bejárás (szemlélés), valamint a tervezési térképek és vázlatok (a tervezőkel való konzultáció) alapján egyenként minősítendőek az építmények a következő szempontok alapján:

- alkalmasak-e, hogy bennük vagy rajtuk magassági alappontokat helyezzünk el
- melyek azok az építmények, amelyekben feltétlenül szükséges magassági alappontot elhelyezni

A tervezési vázlaton fel kell tüntetni a vízszintes alappont hálózat meglévő vagy megépítendő pontjai közül mindazokat, amelyek – állandósításuk módját tekintve – magassági alappontként is felhasználhatók, valamint a területre és mintegy 300 m-es körzetbe eső országos vagy városi hálózati szintezési alappontokat. Feltüntetendő az olyan egyéb (pl. vízügyi) alappontok is, amelyek esetleg alaphálózati pontként felhasználhatók.

A tervezési vázlat méretarányát úgy kell megválasztani, hogy azon az előbb felsorolt adatok áttekinthetően feltüntethetők, vagy ábrázolhatók legyenek továbbá a magassági alapponthálózat vonalvezetése megtervezhető, s minden tervezett alappont - sorszámmal együtt – feltüntethető legyen.

Az alapponthálózat vonalvezetését a létesítmény területi kiterjedésének és alakjának megfelelően úgy kell megtervezni, hogy az alappontok területi arányos eloszlása biztosítva legyen.

Az **M1 Szabályzat** szerint, ha a beruházás területe 5 hektárnál nem nagyobb, akkor az alapponthálózat illetve az alapponthálózati váz helyett elegendő a területen két alappontot létesíteni, ill. elegendő két szabatos építési országos szintezési alappontot elfogadni, a magassági kitéréssek, ill. a magassági meghatározások kezdőpontjaként. Ha a területarányos elosztás megkívánja, további pontokat is létesíthetünk.

Ha létesítmény területe 5 – 20 hektár, akkor az alapponthálózati vázát egyetlen szintezési vonal is helyettesítheti. Ez a terület alakjától függően vagy zárt poligont alkot vagy nem. Vonalas jellegű létesítményhez (a terület szélessége nem nagyobb, mint 300 m) elegendő szintezési vonalba foglalni az alappontokat. Ha terület négyzet vagy kör alakhoz hasonló, akkor a szintezési vonal – az alappontok célszerű elhelyezésének megfelelően – zárt poligont alkot.

Ha létesítmény területe nagyobb, mint 20 hektár, akkor a szintezési vonalakat két vagy több zárt poligonba kell foglalni. A szomszédos szintezési poligonoknak úgy kell csatlakozniuk egymáshoz, hogy legyen közös szakaszuk. Egy-egy szintezési zárt poligon hossza ne haladja meg a 3 km-t.

A területre eső és alapponthálózati pontnak alkalmas országos szintezési pontokat az alapponthálózatba bele kell foglalni. Törekedni kell arra is, hogy minél több vízszintes alapponthálózati pont egyúttal magassági alaphálózati pont is legyen, ha pontjelölése erre alkalmassá teszi

Úgy kell tervezni a vonalak vezetését, hogy mindazok a helyek a beruházás területén, ahol alappontot kívánunk elhelyezni, ill. ahol az alponthálózatba bekapcsolandó pont található, a szükséges pontosságú szintezésre alkalmas mérőpályán (és lehetőleg minél kevesebb műszerállással) megközelíthető legyen.

A munkálatok kezdetén kialakítandó teljes magassági alapponthálózat vagy alapponthálózati váz szomszédos alappontjainak távolsága nem lehet nagyobb, mint 200 m.

A hálózatot a továbbiakban úgy kell sűríteni, hogy minden olyan építményben (építményen) legyen magassági alappont, amelyen belül a magassági részletpontok kitűzésének pontossága, vagy a gazdaságosság megkívánja, illetve amelynek magassági értelmű mozgásvizsgálata szükségessé válik.

Az átlagos terepszintnél lényegesen mélyebb vagy magasabb szinten és általában az épületeken belül létesített alappontokat – a mérés technikai nehézségek miatt keletkező mérési hibák terjedésének megakadályozása végett – csak utólag kapcsoljuk be az alapponthálózatba. A vonalvezetésre, a pontok elhelyezésére, számozására, típusuk megkülönböztetésére vonatkozó tervezés eredményeit a Geodéziai hálózatok tantárgyban megismert módon elkészített vázlaton tüntetjük fel.

A magassági alapponthálózat pontossága a létesítmény szükséges elhelyezési pontosságától függ (lásd még az MGE 5 modult).

Ha létesítmény egészére vagy más részére a megengedett legnagyobb magassági elhelyezési kitűzési pontosság (jele az **M1 Szabályzatban**: s) számértéke.

$s < 5 \text{ mm}$

akkor az alapponthálózat meghatározásának szükséges pontossága az országos I. rendű szintezés pontosságával azonos kell, hogy legyen.

Ha s számértéke

$5 < s < 10 \text{ mm}$

akkor az alapponthálózat meghatározásának szükséges pontossága az országos II. rendű szintezés pontosságával azonos kell, hogy legyen.

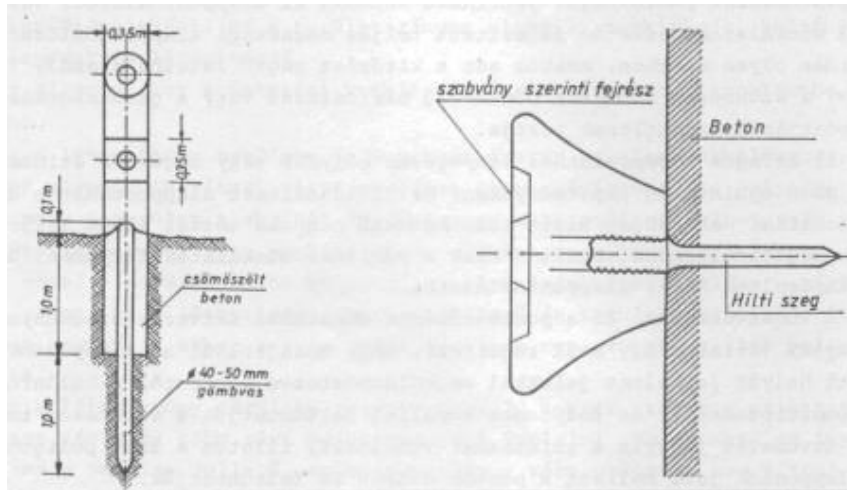
Ha a létesítménynek nincs olyan része, melyre az s számértéke

$s < 10 \text{ mm}$

akkor az alapponthálózat meghatározásának szükséges pontossága az országos III. rendű szintezés pontosságával azonos kell, hogy legyen.

A magassági alappontok állandósításának kiválasztása függ az építési környezettől. Alkalmas építmény, ami szilárd anyagú, viszonylag nagy tömegű és konszolidálódott (várhatóan már befejezte mozgását), esetén az alappontokat az építmény függőleges falában szabvány fali csappal, szintezési gombbal, esetleg betonszegre (Hilti) erősített csapfejjel jelölhetjük meg (4-2. ábra jobb oldala).

A kijelölés előtt győződjünk meg arról, hogy az építmény fala akadálymentes, azaz a pl. a 3m hosszú, össze nem csuható szabatos szintező lécnünket akadálytalanul (és függőlegesen) tudjuk felhelyezni a pontjelre:



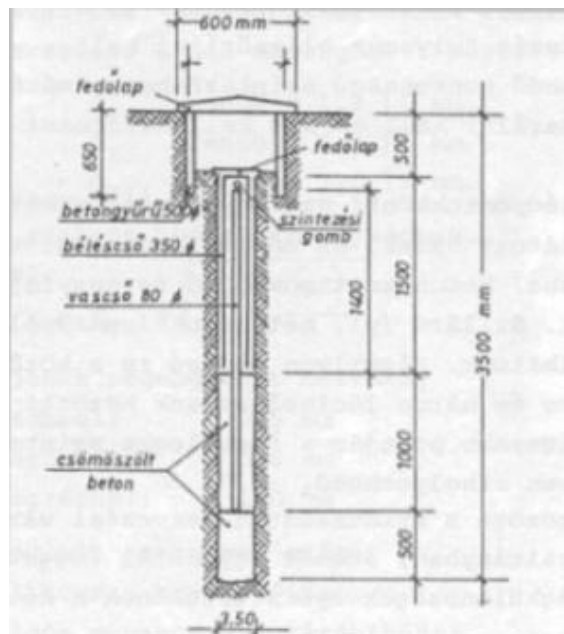
4-2. ábra magassági pontjelölés típusok

Építmények hiányában a helyszínen, a talajba fűrt lyukakba helyezett, különféle módon kialakított vasbeton cölöpök alkotják a pontjelölést (4-2. ábra bal oldala).

Mélyalapozású magassági alappontot készítünk (rendszerint a helyszínen), ha:

- a szabvány állandósítás a terület geológiai-talajmechanikai viszonyai miatt nem biztosítja a mozdulatlanságot, vagy ha
- az építkezés során felmerül a süllyedésvizsgálatok szükségessége.

Ilyen állandósítást mutat az alábbi ábra.



4-3. ábra Mélyalapozású magassági alappont (Forrás M1 Szabályzat)

Az alappontok végleges helyét úgy kell kialakítani – figyelembe véve a tervezett létesítményeket, a végleges terepszintet – hogy mind a magassági alappontok mérése, mind a magassági kitűzések vagy ellenőrző mérések idején szintezéssel csatlakozni lehessen hozzájuk. (Lásd előző bekezdés megjegyzését.) Az állandósított alappontokat jegyzőkönyvileg át kell adni a beruházás felelős vezetőjének.

4. 4.4 A hálózatok mérése és számítása

A mérésekhez szükséges műszereket, eszközöket, a mérések terepi előkészítését, a betartandó pontossági és egyéb előírásokat a hálózat megállapított rendüése szerint kell megválasztanunk. Az előírásokat az előző fejezetben megismertük.

Az I. és II. rendű magassági alapponthálózatokban csak szabatos (felsőrendű) szintező műszerekkel szabad mérni. Az elektronikai fejlesztések elérték ezeket a műszerfajtákat is, így a piacon a szabatos optikai szintező műszerek mellett megjelentek a szabatos digitális műszerek is. Néhány, a hazai piacon elérhető, és a gyakorlatban használt műszerről álljon itt egy-két adat. A válogatásom szempontja ezek mellett az volt, hogy a kiválasztott optikai műszerek az alappontsűrítésen túl más, elsősorban mérnökgeodéziai feladatok megoldásában is hasznosíthatók.

Optikai szabatos műszerek.

Leica N3



4-4. ábra a Leica N3 szabatos libellás szintezőkészlet

libellás szerkezeti felépítésű, optikai mikrométerrel rendelkező műszer, melynek alaptípusát még a Wild gyárban fejlesztették ki. Kiváló tulajdonságai miatt hosszú ideig piacvezető műszer volt a szabatos műszerek között. Jelenlegi szerkezeti megoldásai (pánfokális távcső, speciális mikrométercsavar, hővédő műszerburkolat) nemcsak az alappontsűrítésben teszik hasznosíthatóvá, hanem speciális mérnökgeodéziai feladatok megoldására is. Ilyen feladatokról a tantárgy második részében (MGE 8-as és 10-es modul) lesz szó.

MOM Ni-A31



4-5. ábra a MOM Ni-A31 szabatos kompenzátoros szintezőkészlet

A ma már sajnos nem létező Magyar Optikai Művek (MOM) kompenzátoros szerkezeti felépítésű műszertípusa volt. Újszerű szerkezeti megoldásai: a kompenzátor arretáló kar, speciális mikrométer csavar, a műszerhez fejlesztett rezgést csökkentő műszerláb miatt kedvelt volt a geodéták körében. A magyar felsőrendű magassági alapponthálózat mérésében 1970-től sokáig szinte kizárólagosan ezt használták (Busics 2010).

Zeiss Ni 002



4-6. ábra a Zeiss Ni 002A szabatos kompenzátoros műszer

A jénai Zeiss gyár kompenzátoros szerkezeti felépítésű műszere, amelyet a motorizált felsőrendű szintezésekhez fejlesztettek ki. Speciális tulajdonságai miatt a mérnökgeodéziai gyakorlat más feladataiban is jól hasznosítható a műszer. Független tengely körül forgatható az okulárisa, így nem kell a különböző irányok mérésekor a testhelyzetünket változtatni, csak az okulárist fogatni. Két kompenzátor állásban történik a mérés, amellyel kvázi abszolút horizont képződik. A műszerálláson belül így változhat a lécs-műszer távolság, anélkül, hogy ebből hiba származna a magasságkülönbség meghatározásában. Kényszerközpontosító műszer talpa van, így szabatosan cserélhető pl. Zeiss teodolitokkal.

A III. rendű alpponthálózat meghatározó méréseihez az eddig felsorolt műszereken túl, kisebb pontosságú ún. mérnöki pontosságú optikai szintező műszerek is használhatók. Alkalmazásuk feltétele, hogy optikai mikrométerrel felszerelhetők legyenek. Ilyen műszerek a MOM Ni-B3, a Leica N2, a Zeiss Ni 030.

Az optikai műszerek mellett természetesen a digitális műszerek is használhatók. A haza gyakorlatból egy-két műszertípus: Leica NA 3000, DNA 03; Topcon DL 101 C, Sokkia

Az optikai műszerekkel történő szintezéshez össze nem csukható, invárbetétes, kettős osztású, szelencés libellával felszerelt, kitérítendő szintező léceket használunk. A lécek a műszertípustól függően, mikrométerük mérési tartományához igazítottan, 0,5 vagy 1,0 cm-es alap osztásközzel rendelkeznek. A lécosztások ez egyik oldalon 0-val kezdődnek, míg a másik oldalon eltolt lécosztások vannak. A digitális műszerekhez bárkódos osztású léceket használunk.

A mérések megkezdése előtt a szintezőműszert (műszerlaborban), és a szintezőlécek szelencés libelláját (akár terepen is) ki kell igazítani. A libellák igazítottságát a mérések folyamán is ellenőrizni kell. Az I. és II. rendű hálózati mérések kezdete előtt és a mérések befejezése után a szintező léceket komparálni kell és meg kell határozni a talpponti javítást (hibát).

A mérések megkezdése előtt ki kell jelölni a szintezési szakaszon a műszerállások és a kötőpontok helyét. A pontok helyét acél mérőszalaggal, dm élességgel mérjük ki. Törekedni kell arra, hogy az egyes műszerállásokon belül azonos lécs-műszertávolságot jelöljünk ki. Az ideális lécs-műszer távolság 25-30m körüli. A terepviszonyok miatt ez adott esetben lehet kisebb is, nagyobb is. Az I. és II. rendű szintezésnél az utóbbi legfeljebb 40 m, a III. rendű szintezésnél legfeljebb 50m lehet. Törekedni kell tovább arra is, hogy a szakaszon belül páros számú műszerállást jelöljünk ki. Páratlan számú műszerállás és I. rendű mérések során a nyers magasságkülönbségeket a talppont javítás figyelembe vételével kell számítani, ha ez nagyobb, mint 0,2mm.

A kötőpontokat talajburkolatú szintezési pályán jelölhetjük facövekkel, amelynek tetejébe gömbölyű fejű szöveg kell verni, vagy szuronyos vasövekkel. Szilárd burkolatú pályán betonszeggel (Hilti) jelöljük a kötőpontokat. Szabatos szintezéskor szintező saru nem használható!

Ha az alpponthálózat, vagy az azt helyettesítő egyetlen szintezési vonal I. rendű, továbbá, ha a másodrendű alpponthálózatot egyetlen olyan szintezési vonal helyettesíti, amely 5 km-nél hosszabb, vagy végpontjai közötti magasságkülönbségek abszolút értékének az összeg több, min 10 m, akkor:

- a szintezés közben kb. fél óránként mérni kell a levegő hőmérsékletét,
- a közepes léghőmérséklet, a mért magasságkülönbségek és a léckomparálási eredmények alapján komparálási javítást kell számítani, és a nyers magasságkülönbségeket ennek figyelembevételével kell képezni.

Szabatos optikai szintezőműszerrel az egy műszerálláson belüli leolvasásokat a az országos magassági alapponthálózatok mérésekor használt technikának megfelelően a HEEH sorrendben végezzük el. Először a szokott módon megirányozzuk a hátul lévő léceket, és annak 0-val kezdődő léce osztásán olvassuk le. Majd előre irányunk, és az elől lévő léce megfelelő osztásán következik a leolvasás. A folytatásban az elől lévő léceket irányozzuk továbbra is, és a leolvasást most az eltolt léceosztáson folytatjuk. Ezután újra a hátul lévő léceket irányozzuk, s annak az eltolt léce osztásain végzett leolvasással fejezzük be a műszerállás mérését. Mielőtt a műszerállást bontanánk, ellenőrizni kell a mért magasságkülönbséget. A két osztáson külön-külön számítható magasságkülönbség eltérése I.-II.rendű méréskor 0,25mm, III. rendű méréskor 0,3mm lehet. A hiba esetén a méréseket újra kezdjük.

Digitális szabatos műszerek esetében a mérések megkezdése előtt a műszer konfigurálása során a felkínált adatbeviteli és mérési lehetőségek közül válasszuk ekkor is a HEEH mérési sorrendet, és feltételen adjuk meg a megengedett magasságkülönbség eltérését. A műszerek programjai a műszerállásban végzett leolvasások befejezésével számítják az ellenőrzést és jelzik, ha a bevitt hibahatártól eltérnek a mért magasságkülönbségek. Ebben az esetben is meg kell ismételni a méréseket.

A szintezési hálózat mérésének befejezése után, még a hálózati számítások megkezdése előtt, a nyers magasságkülönbségek megbízhatóságát ellenőrizni kell. A szintezési szakaszokon az oda-vissza mérések eredménye közötti eltérés, az észlelési differencia (d) megengedett értéke elsőrendű mérések esetén:

$$d_I = 1,2\sqrt{L} \text{ mm}$$

másodrendű mérések esetén:

$$d_{II} = 2,0\sqrt{L} \text{ mm}$$

harmadrendű mérések esetén:

$$d_{III} = 3,0\sqrt{L} \text{ mm}$$

L a szakasz hossza km egységben.

A vonalat alkotó szakaszok észlelési differenciáiból a vonalra vonatkozó kilométeres középhiba m_{km} az ellenőrzés következő lépése:

$$m_{km} = \sqrt{\frac{1}{4n} \frac{[dd]}{L}}$$

n a vonalba foglalt szakaszok száma. L a szintezési vonal hossza km egységben

A kilométeres középhiba megengedett értéke.

- elsőrendű szintezésnél: 0,5mm
- másodrendű szintezésnél: 0,8mm
- harmadrendű szintezésnél: 1,0mm

A vonalak együttesen alkotják a poligonokat. A poligonokon belül záróhibákat tudunk képezni, melyek megengedett hibahatárai:

- $0,9\sqrt{L}$ mm elsőrendű szintezésnél
- $2,0\sqrt{L}$ mm másodrendű szintezésnél és
- $3,0\sqrt{L}$ mm harmadrendű szintezésnél

L a poligon kerülete km egységben.

A végleges magasságokat a szintezési hálózat kiegyenlítésével számítjuk. Ha újabb pontokat kell a későbbiekben a hálózatba iktatni és meghatározni, akkor a meghatározó méréseket a meglévő hálózati pontok között végezzük el. Az újabb hálózati rész (mely lehet csak egy szakasz, de többnyire egy vonal) számítása előtt a magasságkülönbségek megbízhatóságát a felsorolt hibahatárok alkalmazásával szintén ellenőrizni kell.

Előfordulhat, hogy hibahatáron túli értékeket kapunk az ellenőrzés bármely fázisában. Ha a számítást ellenőrizve azt jónak találjuk, akkor ezt a hálózatrészt újra kell mérni. Ha mérések sem hoznak eredményt, akkor nagy valószínűséggel az eredeti hálózat felhasznált pontja vagy pontjai közül valamelyik elmozdult. Ebben az esetben más hálózati pontokról induló ellenőrző mérésekkel ki kell szűrni az elmozdult pontokat. Magasságukat újra meg kell határozni.

A meglévő alapponthálózatához újabb alappontokat kapcsolni csak egyik végén csatlakozó szintezési szakasszal, vagy vonallal csak kivételes esetekben alkalmazhatunk. Például, amikor az új alappontot (pontokat) épületen belül, vagy a meglévő terepszintnél lényegesen mélyebb, vagy magasabb szinten kell meghatározni. Ekkor:

- a mérések kezdőpontjaként választott alppont mozdulatlanságát ellenőrizni kell
- a mérést kétszer kell oda-vissza irányban végrehajtani.

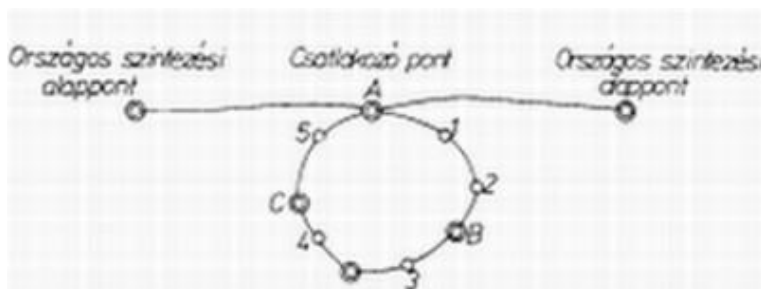
Az első oda-vissza mérés és a második oda-vissza mérés eredménye közötti különbség nem lehet nagyobb, mint a szintezési szakasz (vagy vonal) hosszának és az alpponthálózat rendűségének megfelelő megengedett észlelési differencia. A magasságkülönbséget a négy mérés eredményének számtani közepéből számíthatjuk. Ha az alpponthálózat meghatározásakor bármilyen okból elsőrendű mérési pontosságnál nagyobb pontosságra van szükség, akkor ezt a mérések számának szükséges mértékű növelésével kell elérni. Ismerjük a hibaelméletről, hogy a mérések számának n -szeres növelés, mintegy $1/\sqrt{n}$ -szeres középhiba csökkenést eredményez.

Ennek a résznek a végén természetesen vetődik fel a műholdas (GPS) technika alkalmazása a beruházások magassági alpponthálózatának mérése során. A Geodéziai hálózatok tantárgyban megismerhették, hogy a GPS (GNSS) technikának ilyen célú alkalmazását több tényező nehezíti: a gyakorlati magassági vonatkoztatási rendszer eltérése a GPS technika vonatkoztatási rendszerétől, a geoid modell viszonylag gyenge pontossága, a jelterjedést befolyásoló légköri viszonyok nehéz modellezhetősége. Ezért magasság meghatározásokban egyelőre csak kisebb pontosságot lehet elérni. E nehézségek ellenére világszerte folynak kísérletek a GPS magasságmérési alkalmazására. Például a hazai országos magassági alpponthálózat (EOMA) dunántúli III. rendű hálózatrészének a sűrítése során igen kedvező tapasztalatokat szereztek (Busics, 2010). Ennek ellenére a technika üzemszerű bevezetésére még további kísérleti mérésekre lesz szükség.

Az alppont hálózat bekapcsolás az országos magassági alpponthálózatba

Nem szóltunk arról, hogy a mérnökgeodéziai célú magassági alpponthálózatot, a vízszintes alpponthálózatokhoz hasonlóan, önálló rendszerben is ki lehet alakítani. Ebben az esetben ezt a hálózatot is be kell kapcsolni az országos magassági alppontok rendszerébe. A bekapcsolás módja attól függően változik, hogy a beruházás közvetlen közelében van-e országos magassági alppont vagy nincs és ha van egy alppont van-e, vagy több.

Ha a beruházás területén országos magassági alppont nem található, akkor az önálló hálózat valamelyik pontját csatlakozó pontnak (hálózati kezdőpontnak) kell kiválasztani és két, a beruházás területéhez legközelebb található országos magassági alppont között – alkalmas mérőpályán – vezetett szintezési vonalba foglalva kell a magasságát megmérni. A szintezést oda-vissza irányban a III. rendű szintezésnek megfelelő pontossággal kell elvégezni.



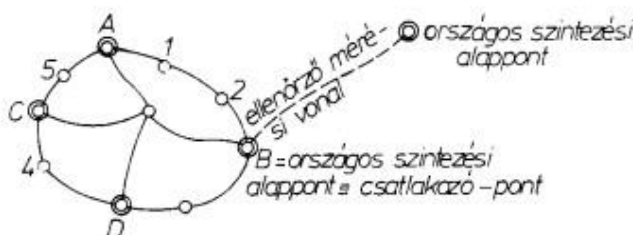
4-7. ábra önálló szintezési hálózat

A bekapcsoló mérések előtt az országos magassági alappontok mozdulatlanságáról meg kell győződni a szomszédos alappontokból végzett ellenőrző mérésekkel. Ha a pontok nyilvántartott magasságkülönbségével a mérési eredményeinkből kapott érték a III. rendű szintezésnél megengedett észlelési differenciánál kisebb, akkor a két pontot mozdulatlannak tekinthetjük. Nyilvántartott magasságukból kiindulva számítjuk a kiválasztott pont magasságát.

Ha az eltérés a megengedettnél nagyobb, akkor az országos szintezési vonal rendűségének megfelelő pontosságú ellenőrző méréssel meg kell keresni a legközelebbi mozdulatlannak tekinthető országos magassági alappontot, s ennek magasságából kiindulva számítjuk a csatlakozó pont magasságát.

A csatlakozó pont így meghatározott magassága alapján számítjuk a hálózat többi pontjának a magasságát.

Ha az önálló hálózat területén egy országos magassági alappont található, akkor ennek mozdulatlanságát a szomszédos országos magassági alapponttal való – az országos szintezési vonal rendűségének megfelelő pontosságú – méréssel ellenőrizzük.

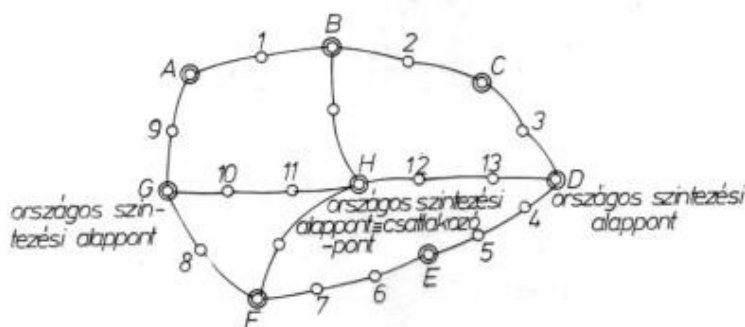


4-8. ábra önálló szintezési hálózat egy országos hálózati ponttal

Mozdulatlansága esetén nyilvántartott magasságát változatlanul kell elfogadni és ebből kiindulva kell a hálózat többi pontjának a magasságát számítani. Ha a pont elmozdult, akkor ellenőrző méréssel meg kell keresni a legközelebbi mozdulatlannak tekinthető országos magassági alappontot, s ennek a pontnak magasságából kiindulva kell a csatlakozó pont magasságát számítani.

Ha a beruházás területén egynél több országos magassági alappont található, akkor ezeknek az országos szintezési hálózathoz, valamint egymáshoz viszonyított mozdulatlanságát ellenőrizni kell olyan módon, hogy azokat az önálló hálózatrészt rendűségének megfelelő pontossággal mérjük össze.

Ha a területre eső országos szintezési szakaszok közül legalább egy kielégíti a mozdulatlanság feltételét, akkor az országos hálózattal az összhang meglevőnek tekinthető. A szakasz bármelyik végpontján levő országos alappont csatlakozó pontnak választható, és magassága alapján számítjuk a hálózat többi pontjának a magasságát.



4-9. ábra önálló szintezési hálózat több országos hálózati alapponttal

Ha a beruházás területén mozdulatlan országos magassági alappont nem található, akkor a legközelebbi országos magassági alapponthoz kell csatlakozni.

A beruházás területére eső országos szintezési szakaszok közül mindazok nyilvántartott magasságkülönbségét változatlanul kell elfogadni, amelyek az ellenőrző mérések során alkalmazott pontossági követelményeket (a rendűségükre megengedett észlelési differenciát) kielégítik. Az ilyen magasságkülönbségek változatlanságát a kiegyenlítő számítás során kényszerfeltételként kell kezelni.

5. 4.5 Magassági alapponthálózat épületen belül

A fejezet tárgyalás előtt, mint azt már néhányszor hangsúlyoztuk, ilyen feladatok elsősorban nagy ipari létesítmények (pl. egy paksi erőműhöz hasonló beruházás) nagyméretű épületeinek megvalósítása során jelentkeznek. Ennek ellenére a következőkben leírt megoldások más, kisebb építmények építésekor is alkalmazhatók (pl. a ma oly gyakori foghíj beépítésekkor).

Épületeken belüli magassági alapponthálózatok létrehozásának célja, hogy az épület belső tereiben felmerülő magassági kitézések, magassági részlet- és ellenőrző mérések számára egységes rendszert teremtsen. Ezzel a célszerűen kialakított hálózattal lehet a felsorolt feladatokat az előírt pontossággal, és gazdaságosan megoldani. A hálózatnak egyúttal lehetővé kell tennie, hogy az épületen belül végzett magasságméréseket szükség esetén a beruházás építményen kívül létesített rendszerébe technikai nehézségek nélkül bekapcsolhassuk.

Az alapponthálózat tervezése és állandósítása.

Az épület bejárása során kell megtervezni a magassági hálózatot. Célszerű szerkezeti rajzokat, kiviteli terveket is beszerezni a bejárás előtt. Az alappontok helyének a kiválasztásakor a következő általános szempontokat kell figyelembe venni:

- az alappont fennmaradása lehetőleg hosszú időn át biztosított legyen,
- szabatosan megjelölhető legyen,
- magassága ne változzék, még üzemi körülmények között se,
- az épületen belül minden kitézendő vagy bemérendő részletcsoport közelébe (30m) alappont kerüljön,
- a magassági alappontok távolsága lehetőleg ne haladja meg az 50 métert,
- az alapponton a 3m-es invárbetétes szintezőlécc függőlegesen felállítható legyen (ha ezt a belső terek mérete esetleg korlátozná, akkor a műszergyártóknál opcionálisan beszerezhetők kisebb méretű, 1,7 - 2méter hosszúságú invárbetétes szintező lécek),
- a szintezés útvonalába eső, rendkívüli refrakciós viszonyokat okozó helyeket (pl. olvasztókemence) kerüljük el, az előre-hátra leolvasás lehetőleg azonos refrakció viszonyok között legyen elvégezhető,
- lehetőleg ne legyen kitéve állandó rázkódásnak, rezgésnek,
- az alapponthálózat legalább egy pontja, technikai nehézségek nélkül, a beruházás, esetleg az országos szintezési hálózatba bekapcsolható legyen.

Az alapponthálózat megtervezése után a mérések megkezdése előtt a magassági alappontokat meg kell jelölni. A pontjelölésnek olyannak kell lennie, hogy a pont magasságát szabatosan, egyértelműen kijelölje és az üzemeléssel járó valamint egyéb külső hatásokkal szemben azt megőrizze.

Burkolatlan felületen (talajba) betontömbbe helyezett félgömbfejű szegecs szolgálhat magassági pontjelként. A betontömböt érintetlen, vagy egy mesterségesen kialakított terepfelületen, csak jól leülepedett talajba szabad elhelyezni. A pontjelölésre csak teljesen hibátlan, ép fejű szegecs kötelező használni, amit a fejéig teljesen be kell betonozni. A pont későbbi felhasználásakor minden esetben meg kell győződni a szegecsfej épségéről. Célszerű a vízszintes és magassági alappontokat azonos betontömbbe elhelyezni.

Régi, konszolidálódott épületek falaiba, vagy épített pillérekbe (oszlopokba) szög- vagy más idomacélból készült konzolra hegesztett szegecsfejből, csapágygolyóból álló pontjelet lehet beépíteni. Acél vagy vasszerkezetű pillérekre (oszlopokra) hasonló jelet lehet hegeszteni. Összefüggő beton padlózatba cementezett szegecs is megfelel magassági pontjelölésnek, de kizárólag félreeső, forgalom- és rezgésmentes helyen (üzemben).

Fa, műanyag, mozaik stb. padlókba magassági pontjelölést elhelyezni nem szabad. Kerülni kell az olyan megoldásokat, mint pl. betonozott síncsavar, hegesztett gömbacél, mert azok kisebb-nagyobb szándékos (pl. kalapácsütés) vagy véletlen behatástól (munkagép figyelmetlen vezetője) is alakváltozást, deformációt

szenvednek, vagy akár tönkre is mehetnek. Adott szituációban a korábban felsorolt pontjelölésekkel is előfordulhat természetesen hasonló eset.

Építés alatt álló építmények oszlopaiba, alaptesteibe, más szerkezeti részeibe, nem célszerű pontjelöléseket elhelyezni, mert azok a növekvő terhelés hatására, illetve a teljes terhelés elérése után is sokáig mozgásban maradnak és jelentős süllyedést szenvedhetnek. Építés alatt álló épületek területén, illetve közelében az alppont szintezést a bekapcsoló ponttól minden későbbi magasságmérési művelet (pl. kitűzés, ellenőrző mérés stb.) előtt meg kell ismételni.

Az alppontokat a kitűzés sorrendjében, folyamatos számozással jelölhetjük, több szintes építménynél esetleg a szintekre utaló kiegészítő jelzést alkalmazva. A kitűzéssel egyidejűleg az alppont számát olajfestékkel célszerű megfesteni.

A magassági alppontról pontleírást kell készíteni. A pontleírásban a bemérési adatok mellett a pont számát, megjelölésének módját és az elhelyezésének időpontját kell még feltüntetni. Az épületen belül kitűzött alpponthálózatról szintenként, az épület méreteitől függően választott méretarányú vázlatot kell szerkeszteni. Ezen a szóban forgó épület, illetve szint egész magassági alpponthálózatát összefüggésben kell ábrázolni, és fel kell tüntetni a beruházási, illetve az országos hálózatnak a bekapcsolására, illetve az ellenőrzésére felhasznált magassági alppontjait, ezek számát és a tájékozódáshoz szükséges néhány adatot. A magassági alppont vázlat alapján, azzal lehetőleg azonos méretarányban szintezési tervet kell készíteni, amely ábrázolja az adott és meghatározandó magassági alppontokat, a meghatározás és számítás módját, a szintezési vonalakat és azok számát.

Mérési és számítási feladatok.

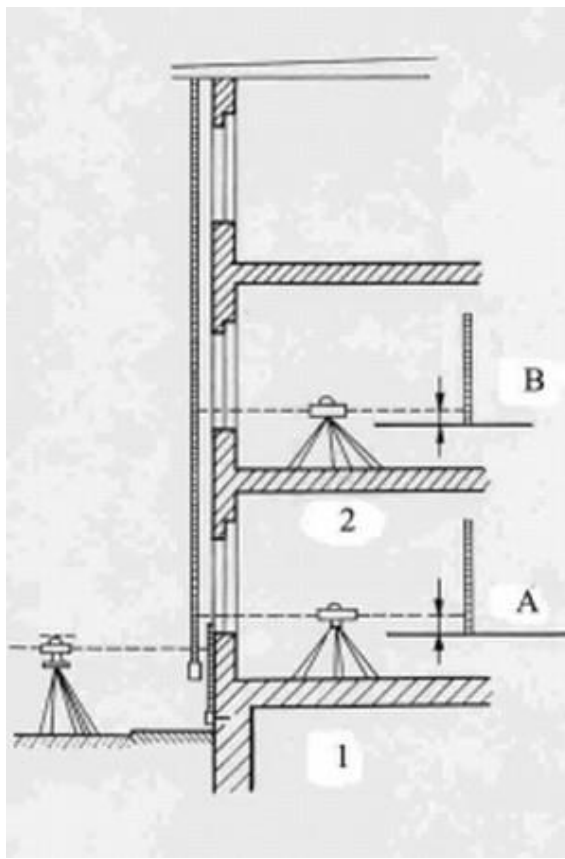
Az épületen belüli magassági alpponthálózatot is szabatos műszerrel kell megmérni. Főleg ipari épületekben jelent gátló tényezőt a szerkezetek állandó, erős rezgése. Ilyen épületben a kompenzátoros műszerek használatát lehetőleg kerülni kell.

Az épület egyes szintjein kiépített hálózatrészek mérése, főleg amikor még kevés akadály van, mert a térelhatároló részek (pl. falak) még nem épültek meg, a terepi mérésekhez hasonlóan végezhető. A mérést a hálózat tervezésekor elkészített vázlat alapján a legnagyobb gondossággal és körültekintéssel kell végrehajtani. Az épületen kívül végzett mérésekhez hasonlóan ki kell jelölni dm élességgel az álláspontok és a kötőpontok helyét. Műszerállást lehetőleg rezgésmentes, szilárd és süllyedésmentes helyen kell kiválasztani. Ellenőrizni kell a műszerállásban mért magasságkülönbségeket. Minden alppont közötti mérést oda-vissza kell végrehajtani.

Az egyes szintek közötti kapcsolat mérésekkel való megteremtése jelenti a nagyobb figyelmet és előkészületet jelentő munkát. A mérés helye lehet egy már kiépített lépcsőház, vagy más gyalogosan is járható szerkezeti része az épületnek. Ez azonban nagyon időigényes és kis pontosságú megoldás.

Kevesebb munkával és pontosabban végezhető el a szintek közötti kapcsoló mérések az ún. magasság átvitelével. Ennek előfeltétele, hogy legyen egy függőlegesen összefüggő szerkezeti része az építménynek (pl. egy üres liftakna), vagy a földemen olyan ideiglenes kialakított, kis átmérőjű, egy függőlegesben vezetett áttörések (Ilyen megoldást alkalmaztak pl. a paksi atomerőmű építkezése során.) Ezekben a helyeken szintezőléc helyett, felfüggesztett mérőszalagot használunk a mérésekhez. Ha ilyen lehetőségek nincsenek, akkor az épület egy lehetőleg szélvédett, olyan homlokzata előtt is felfüggeszthető egy mérőszalag, amelyen szintenként nyílászáró szerkezetek vannak.

A komparált, invár- vagy acél mérőszalagot felső végén, az épület egy arra alkalmas szerkezeti részén rögzítjük, majd alsó végén 98 N erővel megfeszítjük. A szél okozta lengések csillapítására, ha szükséges, akkor viszkózus folyadékba helyezzük a feszítő súlyt.



4-10. ábra Épületen belüli magassági alpponthálózat kapcsoló mérésének elrendezése

A mérés megkezdésekor az összekapcsolandó két szinten felállítunk egy-egy műszert. Leolvasunk az A ponton felállított szintezőlécc 0-val kezdődő beosztásán az 1-gyes műszerrel. Ezután a mérőszalagon végzünk egyidejű leolvasást mindkét műszerrel. Közben áttelepítjük a léccet a B pontra és a szalagleolvasás után leolvasunk a 2-es műszerrel az átvitt lécc 0-val kezdődő beosztásán. Ezután elmozdítjuk a mérőszalagot hosszirányban. Most a 2-es műszerrel kezdjük a mérést a B ponton álló lécc eltolt beosztásán végzett leolvasással. Következik a mindkét műszerrel egyidejűleg végzett leolvasás az elmozdított mérőszalagon, miközben visszavisszük a szintezőléccet az A pontra. A mérés az 1-es műszerrel az A ponton álló szintezőlécc eltolt beosztásán végzett leolvasással fejeződik be. A módszer alkalmazása során nem kell a lécc talpponti hibájával számolni (a lécc egyszer a H leolvasásban, egyszer az E leolvasásban szerepel, és tudjuk, hogy ilyenkor a talpponti hiba kiesik a magasságkülönbség számítása során). A szalag eltolásával (noha az acél mérőszalagokon nincs kettős osztás) ellenőrizni tudjuk a mért magasságkülönbséget. Acél mérőszalaggal végzett méréskor a méréskori hőmérsékletet is rögzíteni kell a mérési jegyzőkönyvben.

A mért nyers magasságkülönbséget (amelyet a két mérésből kapott értékek számtani közepeként számítunk) javítani kell a mérőszalaggal végzett méréseket terhelő szabályos hibákból származó értékekkel. Részletesebben a tantárgy következő, MGE 5 moduljában foglalkozunk a témával. Előzetesen annyit kell tudnunk, hogy számítani kell:

- a szalag komparáláskori és méréskori hőmérséklete közti különbségből származó hosszváltozását,
- a méréskori és komparáláskori feszítőerő közti eltérésekből származó hosszváltozást, ezzel együtt számíthatjuk a szalag önsúlyából származó javítást
- a szalag valódi és névleges hossza közti eltérésekből származó (un. komparálási) javítást.

Az alappontok így javított magasságkülönbségét használjuk fel az épületen belüli magassági hálózat számításához.

A pontok országos hálózatbeli magasságát az épületben vagy az épület környezetében található, és ellenőrzött hálózati pontról kell meghatározni, legalább kétszer ismételt oda-vissza végzett méréssel.

A pontokról koordinátajegyzéket kell összeállítani, amelyben a szokásos adatokon kívül: az alappont száma, állandósítási módja, helyi és országos magassága, a mérés időpontját is fel kell tüntetni.

6. 4.6 Összefoglalás:

Ebben a modulban az építési beruházások magassági alpponthálózatát tárgyaltuk. Megfogalmaztuk a hálózat létesítésének a célját. A hálózat szerkezeti felépítését, jellemzőit tárgyaló rész után foglalkoztunk a hálózat meghatározásával. Pontosságát az építési tűrésekből vezettük le. Bemutattuk a hálózati mérésekre alkalmas műszerek egy részét, a magassági alppontok meghatározásának módját. A méréseket és a számításokat leíró részek után az épületen belüli magassági hálózat meghatározásával foglalkoztunk.

Önellenőrző kérdések:

1. Milyen célt szolgál a beruházások magassági alpponthálózata? (3. oldal)
2. Milyen részekből áll a magassági alpponthálózat? (4. oldal)
3. Melyik alap munkarész szolgál a tervezési vázlat elkészítéséhez? (5. oldal)
4. Milyen előírásai vannak az M1 szabályzatnak a beruházás területi kiterjedésétől függő alppont sűrűsége? (6. oldal)
5. Hogyan függ a magassági alpponthálózat pontossága a létesítmény megengedett magassági elhelyezési pontosságától? (7. oldal)
6. Miként kell előkészíteni a terepen végrehajtandó méréseket? (12. oldal)
7. Mi a leolvasás sorrendje egy szabatos szintezőléc alkalmazásakor, és hogyan kell ellenőrizni a műszerálláson belül mért magasságkülönbséget? (13. oldal)
8. Mi a célja az épületen belüli magassági alpponthálózat létrehozásának? (18. oldal)
9. Milyen módjai lehetnek az épületen belül különböző szinteken található alppontok összekapcsolásának? (20-21. oldal)

Irodalomjegyzék

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

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

Busics Gy.: *Geodéziai hálózatok*, Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar, Székesfehérvár, 2010

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

Deumlich F. - Staiger R.: *Instrumentenkunde der Vermessungstechnik*, Wichmann Verlag, Heidelberg, 2002

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