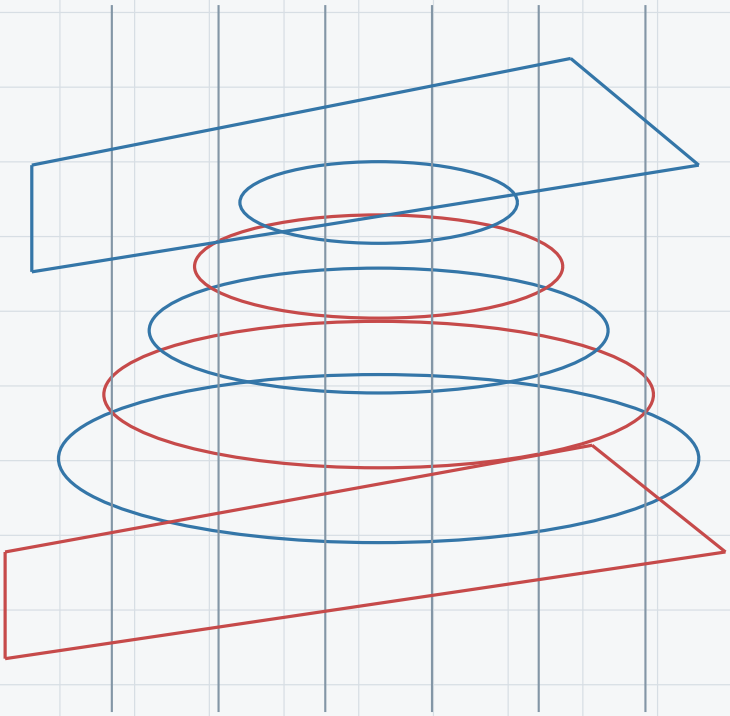
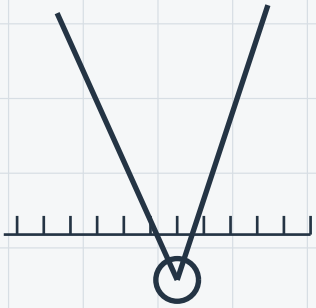
KOVÁCS HENRIETTE

KÓTÁS ÁBRÁZOLÁS





MAGYAR KULTÚRA EMLÉKÍVEK KIADÓ

Kiadó:
Magyar Kultúra Emlékívek Kiadó

Főszerkesztő:
Kollár Ferenc

Kovács Henriette
Kótás ábrázolás

ISBN:
978-615-5746-28-4

Minden jog fenntartva.
A kiadvány egyetlen részlete sem sokszorosítható
semmiféle formában a kiadó engedélye nélkül.

TARTALOMJEGYZÉK

I. BEVEZETÉS 4

II. TÉRELEMEK ÁBRÁZOLÁSA 5

A pont ábrázolása 7

Az egyenes ábrázolása 8

Az egyenes leforgatása 9

Az egyenes graduálása 13

Egyenes lejtője és rézsűje 15

Két egyenes viszonylagos helyzete 19

Egyenesre illeszkedő pontok 22

A sík ábrázolása 24

Síkra illeszkedő egyenesek és pontok 26

III. TÉRELEMEK HELYZET- ÉS MÉRETGEOMETRIÁJA 28

Párhuzamos térelemek szerkesztése 29

Két sík metszésvonala 32

Sík és egyenes döféspontja 35

Sík leforgatása szintsíkba 37

Egymásra merőleges térelemek ábrázolása 39

IV. TÁVOLSÁG – ALAPFELADATOK 42

1. Két pont távolsága 42
2. Pont és egyenes távolsága 42
3. Pont és sík távolsága 43
4. Két kitérő egyenes távolsága 44

V. SZÖG – ALAPFELADATOK 46

1. Két egymást metsző egyenes szöge 46
2. Két kitérő egyenes szöge 47
3. Sík és egyenes hajlásszöge 47
4. Két sík hajlásszöge 48

VI. TRANSZVERZÁLISOK SZERKESZTÉSE 50

1. Adott ponton átmenő összekötés 50
2. Adott iránnyal párhuzamos összekötés 53

VII. A TEREPFELÜLET ÁBRÁZOLÁSA 58

IRODALOMJEGYZÉK 62

I. BEVEZETÉS

A bányamérnök munkájának nagy része a föld felszínével, kőzetrétegeivel, illetve bányatérségekkel függ össze. Feladatai között megtalálható: művelési hálózatok kialakítása, valamint földmunkák tervezése. Így minden építés a természetes földfelszín megbontásával jár, vagyis földmunkát igényel. Munkája során egy sajátos ábrázolási módszert kell alkalmaznia, melynek elsősorban nagy kiterjedésű terepábrázolásra, másrészt a földmunkák legkedvezőbb feltüntetésére, valamint a méretekre vonatkozó feladatok szerkesztő megoldására kell alkalmasnak lennie.

Ez a módszer a **mérőszámos**, vagy más néven **kótás ábrázolás**.

Az ábrázolás képsíkjául válasszuk a vízszintes síkot, mely a természetben a nyugvó víz felszíne. A képsíkot célszerű a rajz síkjának tekinteni. Erre a képsíkra vetítjük merőlegesen a felszínt, a domborzatot és a különböző alakzatokat. Ez az egyetlen vetület azonban az egyértelmű rekonstrukcióhoz nem elegendő. Ezért a terep ill. az alakzatok lényeges pontjai mellé a függőleges magasságuk számértékét, mérőszámát vagy kótáját írjuk. Mivel vetülettel és mérőszámmal ábrázolunk, ezért ezt a módszert **számozott vetület**nek vagy **kótás projekció**nak is mondjuk.

Előzetes matematikai, ábrázoló- és térgeometriai ismereteket feltételezve kerül bemutatásra ez az ábrázolási módszer. Az egyes fejezetek magyarázó szövegeket és ábrákat tartalmaznak. Az ábrák jellegüket tekintve síkbeli és térbeli szemléltetést szolgáló ábrák. A térbeli ábrák elősegítik a probléma megértését, általuk jobban elképzelhető a feladatok szerkesztésének menete.

A kótás ábrázolás jelölésrendszere megegyezik más ábrázolások jelöléseivel:

Szövegben alkalmazott jelölések:

Pont: A, B_2, ..., E, F_1, ...

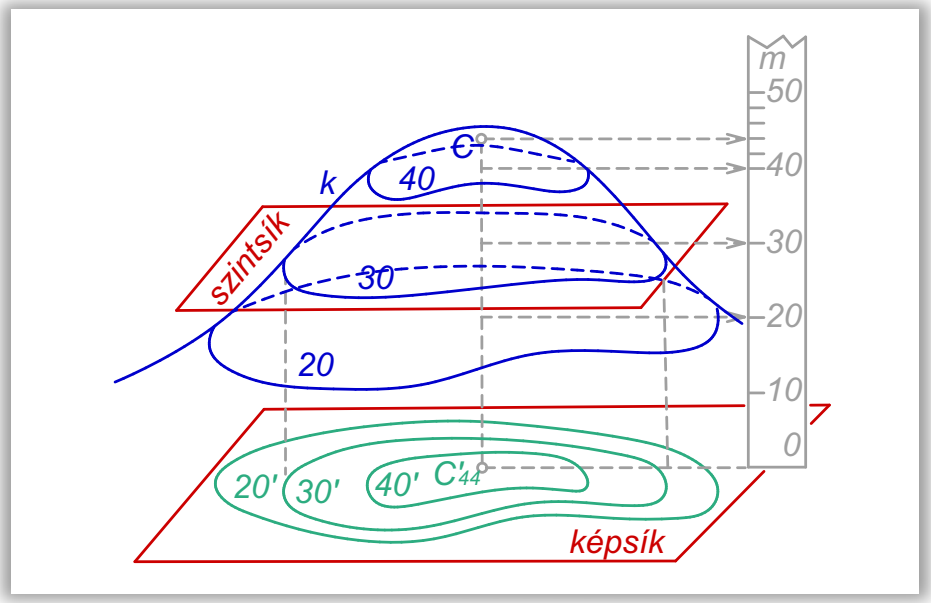
Egyenes: a, b, ..., e, f, ...

Sík: S, ..., [a, b], ..., ‚bP', ...

Az egyes térelemek vetületei mellett csak akkor látható vessző, ha az ábrán feltüntetésre kerül a hozzátartozó térelem is.

II. TÉRELEMEK ÁBRÁZOLÁSA

Az 1. ábrán egy hegyidom vetítését láthatjuk.



1. ábra

A terepet a k kontúrral határolva tüntetjük fel. A kótás vetület értelmezésének megfelelően a képsík minden pontjához kótát kellene írnunk. Az áttekinthetőség kedvéért azonban csak a lényeges pontokhoz írunk kótát. A természetben mértékegységül az 1 m-t választjuk. Így C_{44} azt jelenti, hogy a C pont a tenger szintje felett 44 méter magasan van. A 10 méterenként feltüntetett vízszintes síkok az ún. szintsíkok, melyek az ún. szintvonalakban metszik a felszínt. A szintsíkok között megkülönböztetjük a zérusszintsíktól egész méterekre fölötte a pozitív, alatta pedig a negatív főszintsíkokat. Egy-egy alakzatnak a különböző szintsíkokra eső vetületei fedésben vannak, így bármely szintsíkon elképzelhetjük a vetületet. A szintvonalak önmagukba záruló görbe vonalak, melyek a terepet nagyon jól jellemzik. A szintvonalak vetületeikkel egybevágó görbék, amelyek összessége a felszín szintvonalas képét (a térképet) adják. Egy-egy szintvonal mellé a magasságát jellemző kótát általában egyszer írjuk le.

A kótás vetület - a terület nagy kiterjedése miatt - eredeti nagyságban nem készülhet el. Az ábrázolást ezért rendszerint kicsinyítve végezzük. Hasonlósági kicsinyítést alkalmazunk. A rajz tartozéka a kicsinyítés mértéke, a méretarány, ill. ennek rajzi kifejezője, a lépték (mérce).

A terep H hosszúsága és annak h rajzi hossza közötti arány: H/h = a. Az a hányadost arányszámnak vagy módosításnak nevezzük. Ennek reciprok értéke, M a méretarány (módosítási arány) M = 1 : a. Például M 1 : 350 azt jelenti, hogy ami a rajzon 1 cm, az a természetben 350 cm, azaz 3,5 m.

Érdemes külön megemlítenünk még a következő aránypárt:

h : H = 1 : a.

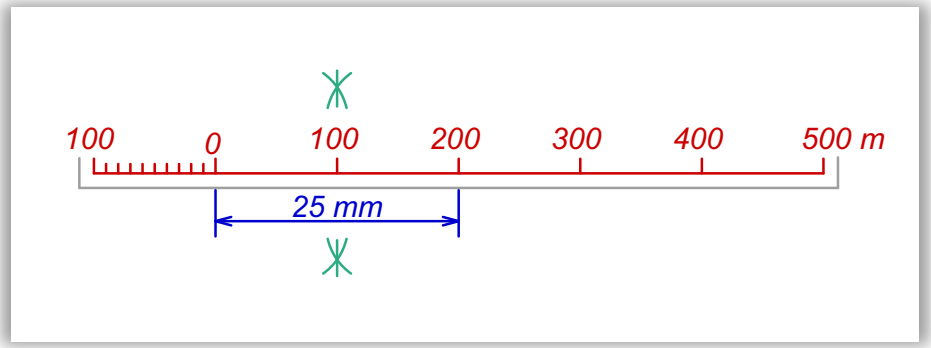
A M-t méterben, a h-t mm-ben mérjük. Ezért a dimenzió nélküli puszta szam. (A Föld felszínének gömb alakja miatt H nem a természetbeni hosszúságot, hanem annak a vetületbeni hosszát jelenti.)

Ha a kótás vetületről egymás után több hosszúságot kell lemérnünk, vagy a természetből számos mérési adatot kell a rajzra rávinnünk, akkor a számítások megtakarítása érdekében a méretaránynak megfelelően léptéket alkalmazunk. A lépték kétféle lehet:

a) vonalas
b) átlós

Először a mértékegységet választjuk meg, majd annak alapján a szerkesztőegységet határozzuk meg. A mértékegység a lépték számára választott egység: 1 m, 10 m, 100 m, 1 km. Vagyis 10 egész hatványai közül bármelyik. A szerkesztőegység a választott mértékegységnek a rajzi hosszúsága.

A 2. ábrán a vonalas mértékkel ismerkedhetünk meg.



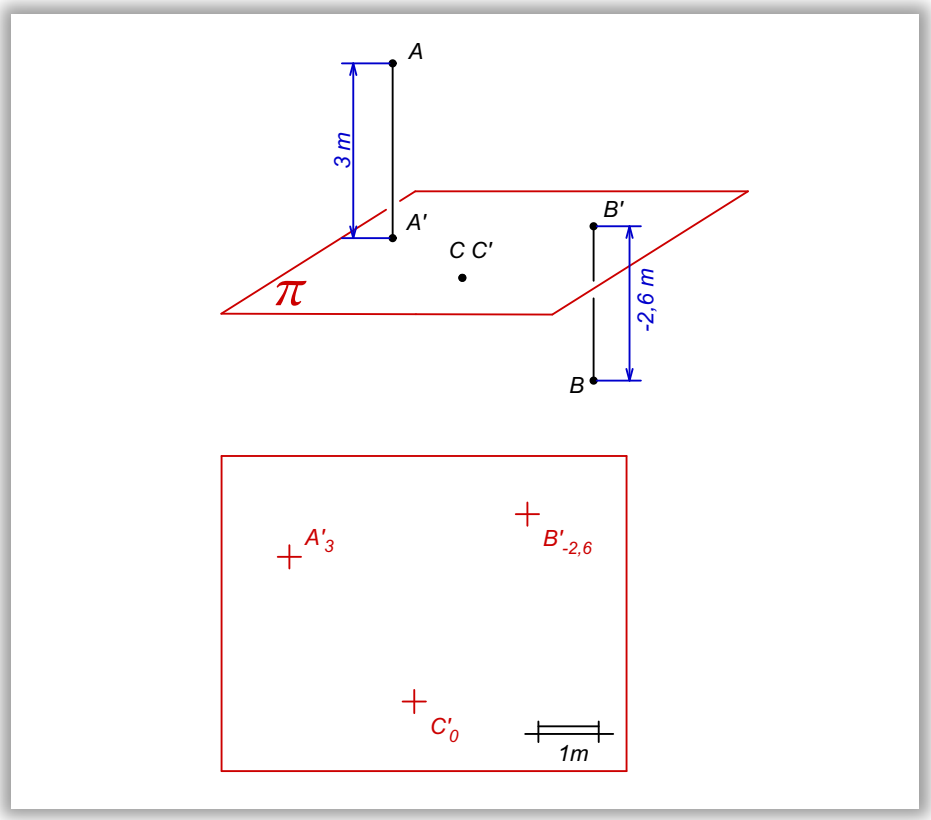
2. ábra

Legyen a méretarány M 1 : 8000. A méretarány szerint 1 cm-nek a terepen 8000 cm = 80 m felel meg. A térkép mértékegységének tehát 100 m-t választunk. Ennek a rajzi hossza, 100 m : 8000 = 12,5 mm a szerkesztőegység. Az átlós lépték a vonalas lépteknél az átlós mezővel gazdagabb és annál pontosabb leolvasást enged meg.

A pont ábrázolása

A pontot merőleges vetületével és a méterben kifejezett magasságával, kótájával ábrázoljuk. Ha a pont a képsík felett van a térben, akkor mérőszáma pozitív, ha a képsík alatt helyezkedik el, akkor mérőszáma negatív előjelű. A pozitív előjelet nem írjuk ki.

Ha a képsík a könyv síkja, akkor a 3. ábrán vetületeikkel és mérőszámaikkal ábrázolt pontok egyértelműen megkereshetők a térben.

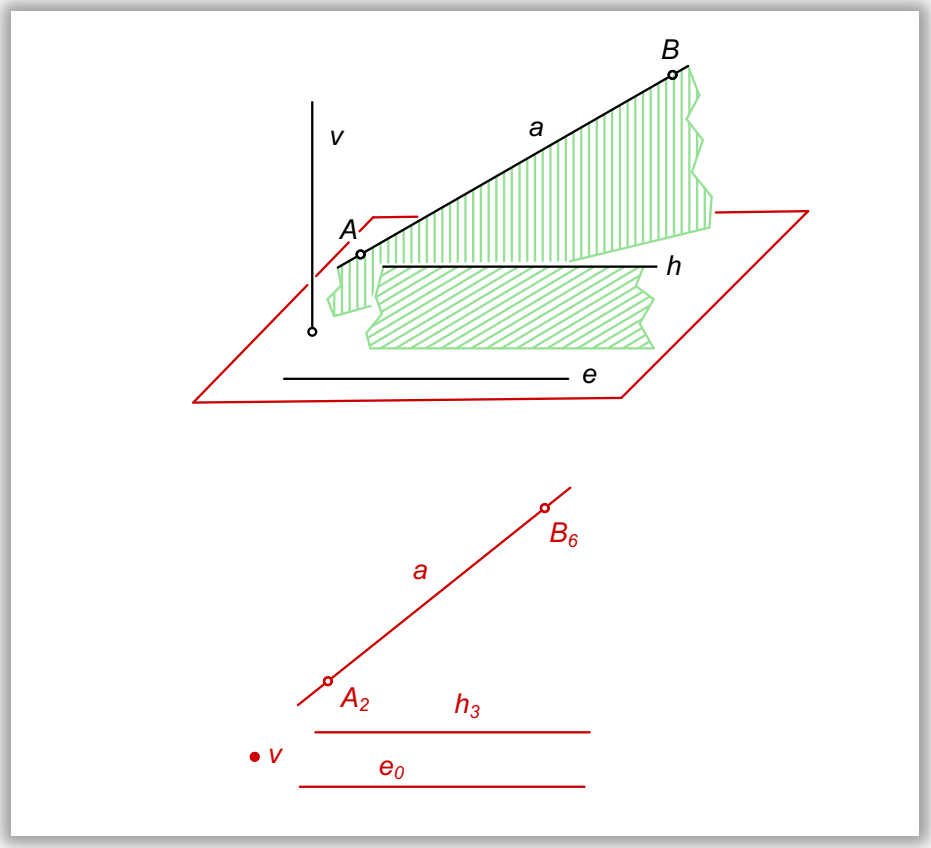


3. ábra

A rajz síkjára merőlegesen felállítjuk a vetítősugarakat és ezekre a képsíktól kezdve felmérjük a mérőszámukkal adott magasságukat. A magasságok felméréséhez ismerni kell a mértékegységet is.

Az egyenes ábrázolása

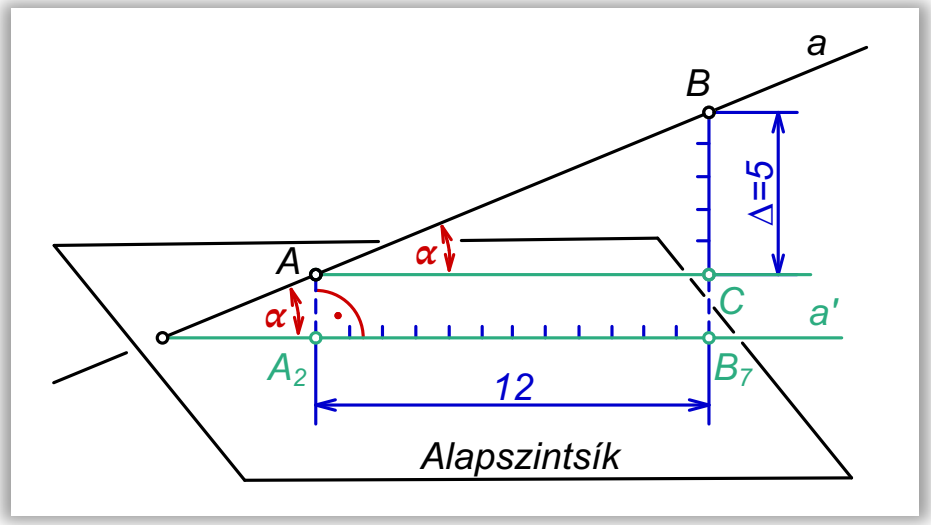
Az egyenes vetületét az egyenes vetítősíkja metszi ki a képsíkul választott szintsíkból (4. ábra).



4. ábra

A horizontális egyenes minden pontjának ugyanaz a mérőszáma, és ezt az egyenes neve mellé indexül írjuk. Függőleges egyenes (vetítősugár) vetülete egyetlen pont, kótát nem írunk melléje, mert valamennyi magassági pontjának vetülete egybeesik. Függőleges szakasz képe mellé a végpontok mérőszámát írjuk. Általános helyzetű egyenest általában két pontjával adhatunk meg.

Az egyenes első vetületével az első képsíkszöget, alfát zárja be (5. ábra).



5. ábra

Ezt a szöget dőlésszögnek, lejtszögnek, ill. emelkedési szögnek nevezzük. Ugyanezt a szöget találjuk az ABC ún. különbségi vagy lejtháromszög A csúcsánál. A BC befogó a két pont delta magasságkülönbsége vagy függőleges távolsága. Az AC befogó az AB szakasz képhossza vagy a két pont vízszintes távolsága. Az AB átfogó a két pont távolságának valódi nagysága.

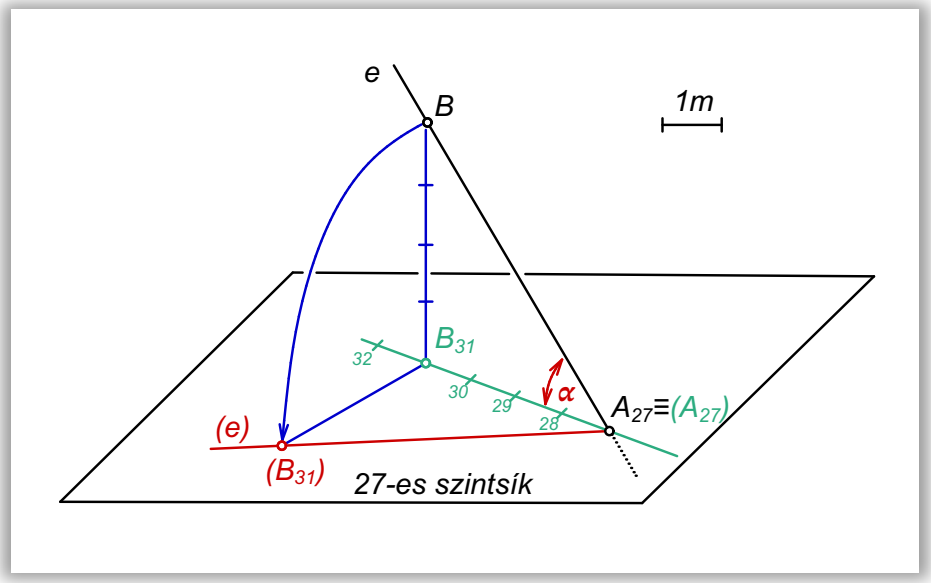
Tehát

$$AB = \sqrt{AC^2 + BC^2}\,.$$

A kótás ábrázolásban az alakzat vetülete és kótái együtt szerepelnek. Ennek megfelelően a feladatok mind szerkesztéssel, mind számolással elvégezhetők.

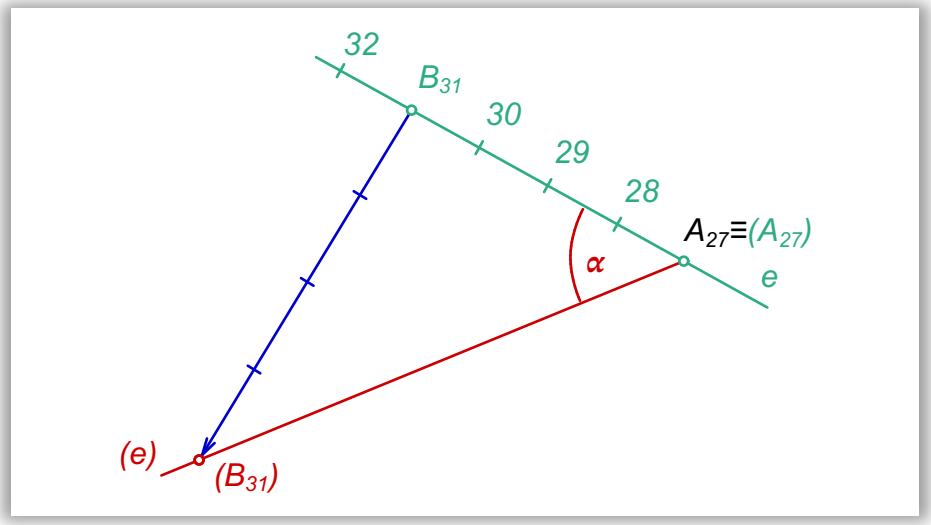
Az egyenes leforgatása

Az egyenes vetítősíkját az egyenessel együtt bármelyik szintsíkba beforgathatjuk, röviden: az egyenest leforgatjuk. Célszerű azt a szintsíkot tekinteni képsíknak, amelybe forgatunk. Ez esetben a forgatás tengelye az egyenes képe. A 6. ábrán az e egyenesnek a 27-es szintsíkba forgatását szemléltetjük.



6. ábra

A forgatásnál A_{27} helyben marad, B pont 4 m sugarú negyedkört ír le. (A térbeli B pont mellé nem írunk kótát, így különböztetjük meg a képétől, a B_{31} ponttól.) A szerkesztést a 7. ábrán mutatjuk be: $(A_{27}) \equiv A_{27}$; B_{31}-ben merőlegest állítunk az egyenes képére, és e merőlegesre rámérünk 4 m-t, Így nyerjük (B_{31})-et. A pontok magasságait a leforgatásban is indexbe írjuk.

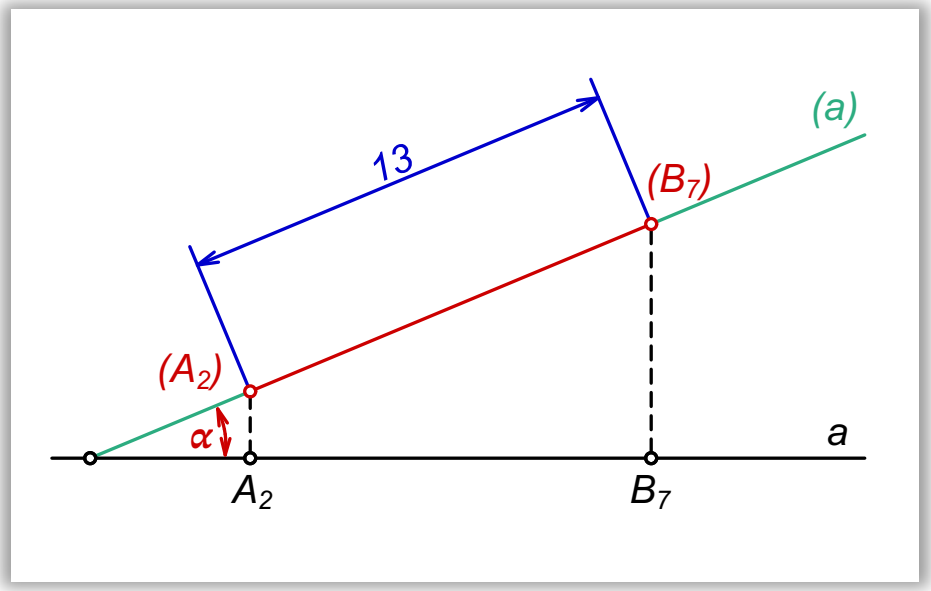


7. ábra

Az egyenessel kapcsolatban a következő feladatok oldhatók meg:

a) két pont távolsága

a 8. ábrán a-t vetítősíkjával a zérusszintsíkba forgatjuk.



8. ábra

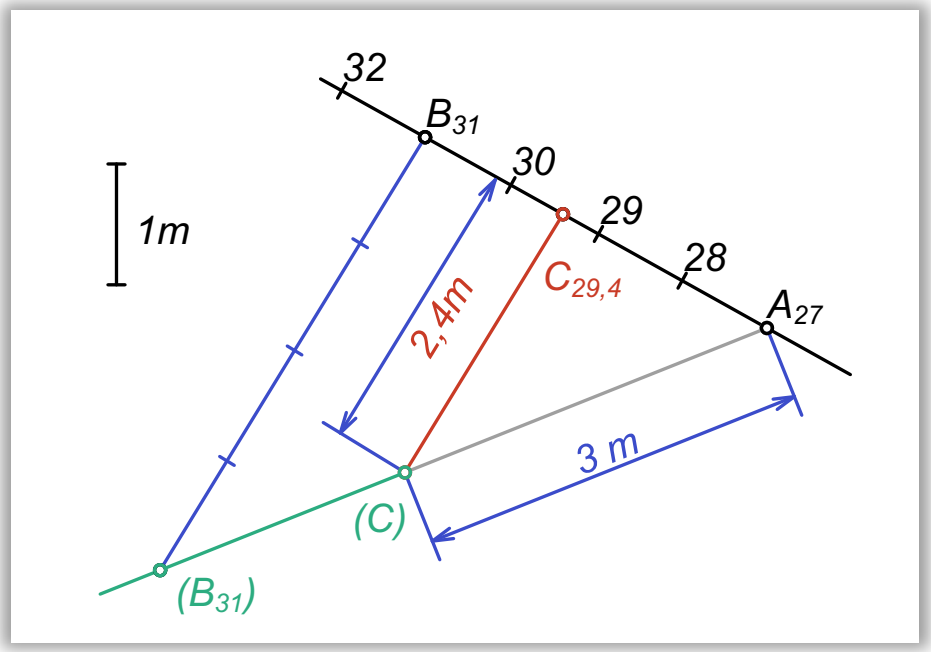
A leforgatott egyenesszakasz valódi nagyságban látszik. Az A_2B_7 szakasz valódi nagysága $(A_2)(B_7)$. Az (a)-n az $(A_2)(B_7)$ szakaszt lemérve, 13 m-nek találjuk.

b) a lejtszög szerkesztése

az a leforgatása az a vetülettel az alfa lejtszöget valódi nagyságban zárja be. (Lásd 6., 7. ábra.)

c) adott hosszúság felmérése

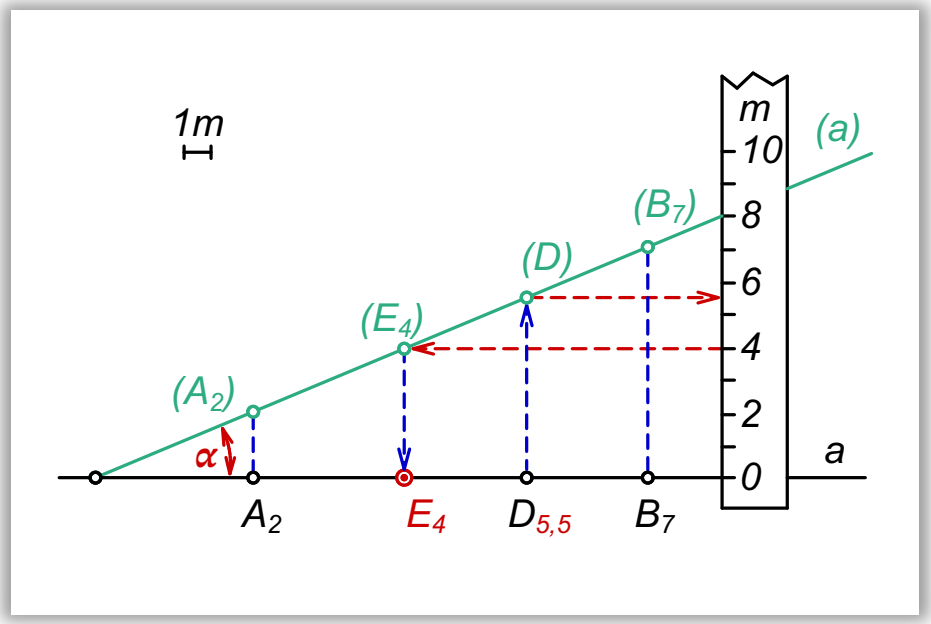
mérjünk rá az egyenesre az A_{27} ponttól felfelé 3 cm-t (9. ábra).



9. ábra

Az egyenest leforgatjuk, és a leforgatott egyenesre felmérjük a 3 m-t, az így nyert szakasz másik végpontját, (C)-t visszaforgatjuk. C pont forgatási körének sugara (C)C, melyet a léptéken lemerve 2,4 m-nek találunk, tehát C pont kótája 27 + 2,4 = 29,4.

d) egy pont mérőszámának a meghatározása (10. ábra)



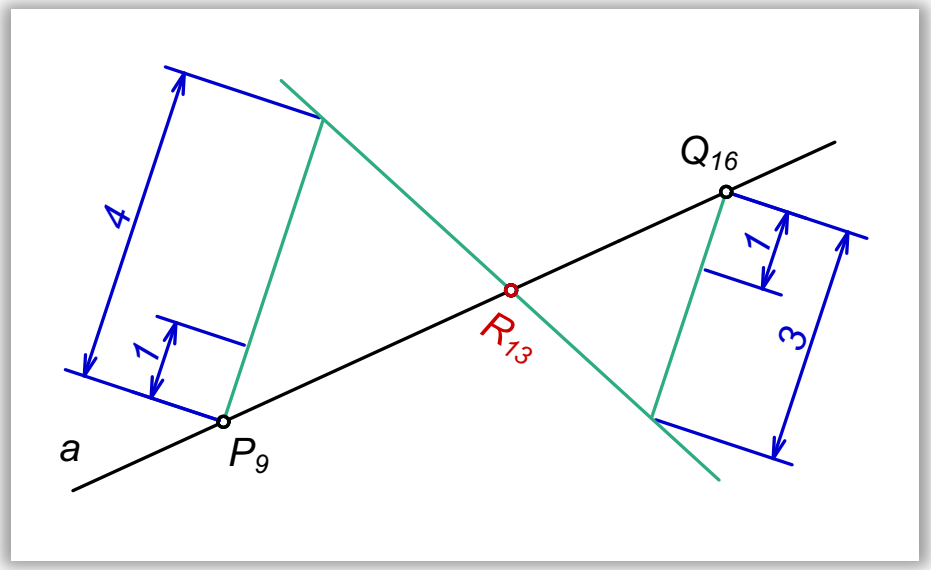
10. ábra

a pont leforgatottján keresztül párhuzamost húzunk azzal az egyenessel, melyre a pont illeszkedik. A mérőszámot hasonló háromszögek segítségével is ki tudjuk számolni.

e) adott mérőszámnak megfelelő pont ábrázolása (10. ábra) az a-n az E_4-es pontot úgy találjuk, hogy először a magassági lépték 4-es pontján keresztül az a-val párhuzamos egyenessel (a)-t elmetszük. Majd az így kapott (E_4)-et visszaállítjuk.

Egy egyenes két adott pontjához egy harmadik pontot közbeiktatással szerkeszthetünk.

A 11. ábrán a P_9-es és a Q_{16}-os pontjával adott a egyenesen az R_{13}-as pontot szerkesszük meg.



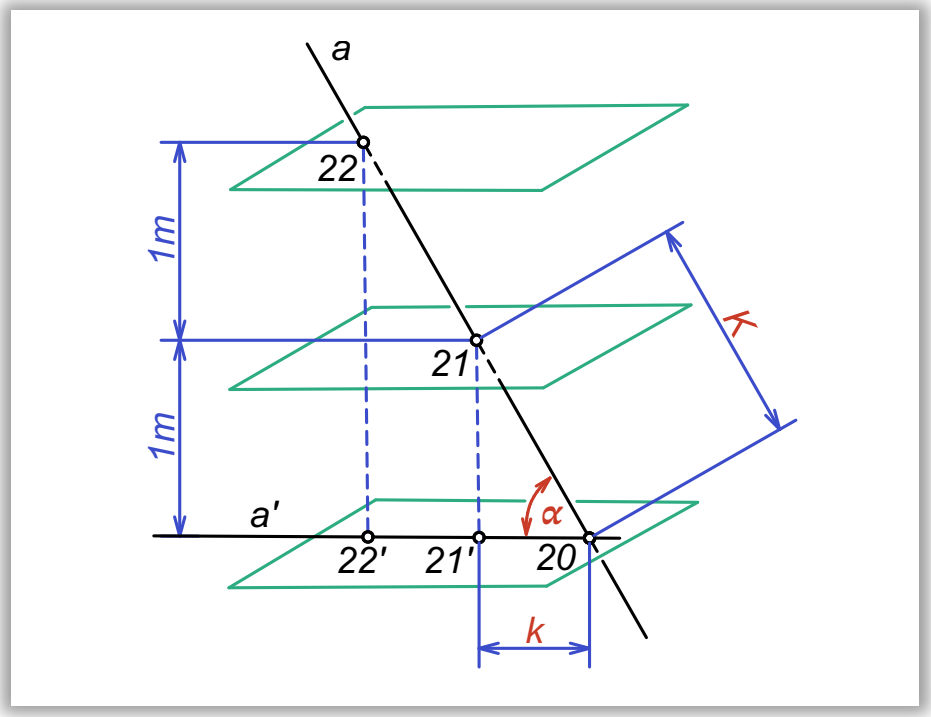
11. ábra

Rajzoljunk tetszőleges irányú, de egymással párhuzamos egyeneseket a P_9-es és a Q_{16}-os ponton keresztül. Mérjünk fel ezekre a pontoktól, ellenkező irányban egymás után annyi tetszőleges egységet, amennyi a keresett és egy-egy adott pont kótáinak a különbsége. Esetünkben ez 4, illetve 3 egység. Az így kapott végpontokat összekötő egyenes metszi ki a-ból az R_{13}-as pont vetületét. Ha a keresett pont a szakasznak külső pontja, akkor a felmérést megegyező irányban kell elvégezni!

Egyenest a térbe vagy két pontjával, vagy egy pontjával és pl. dőlésszögének figyelembevételével állítunk vissza.

Az egyenes graduálása

Az egyenes 1 m magasságkülönbségű két pontjával határolt szakasza vetületének hosszát az egyenes osztóközének nevezzük és k-val jelöljük (12. ábra).

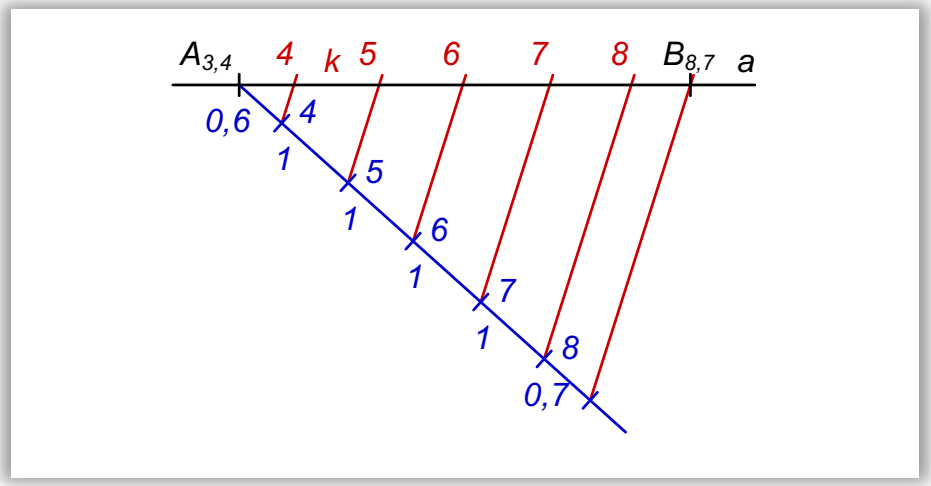


12. ábra

A k tehát azt mutatja meg, hogy az egyenes 1 m-es emelkedéséhez mekkora vízszintes távolodás tartozik. A 12. ábrán az osztóköz természetesen az eredeti osztóköznek a rajz méretarányával való kicsinyítettje.

Szokásos az egyenes vetületén feltüntetni az egész méter magassági pontok - azaz a főszintsíkokkal való metszéspontjainak, főszintpontjainak (magasságpontjainak) - vetületeit. Ezt az eljárást az egyenes graduálásának nevezzük. Ha az egyenes osztóköze túlságosan kicsiny, akkor az 1 m helyett graduálhatjuk 2, 5, 10, 100, ... méterenként, viszont túlságosan nagy osztóközű egyenest graduálhatunk pl. 0,1 méterenként.

A 13. ábrán az egyenest két nem egész mérőszámú pontjával adtuk meg: az A magassága 3,4 m, a B magassága: 8,7 m.

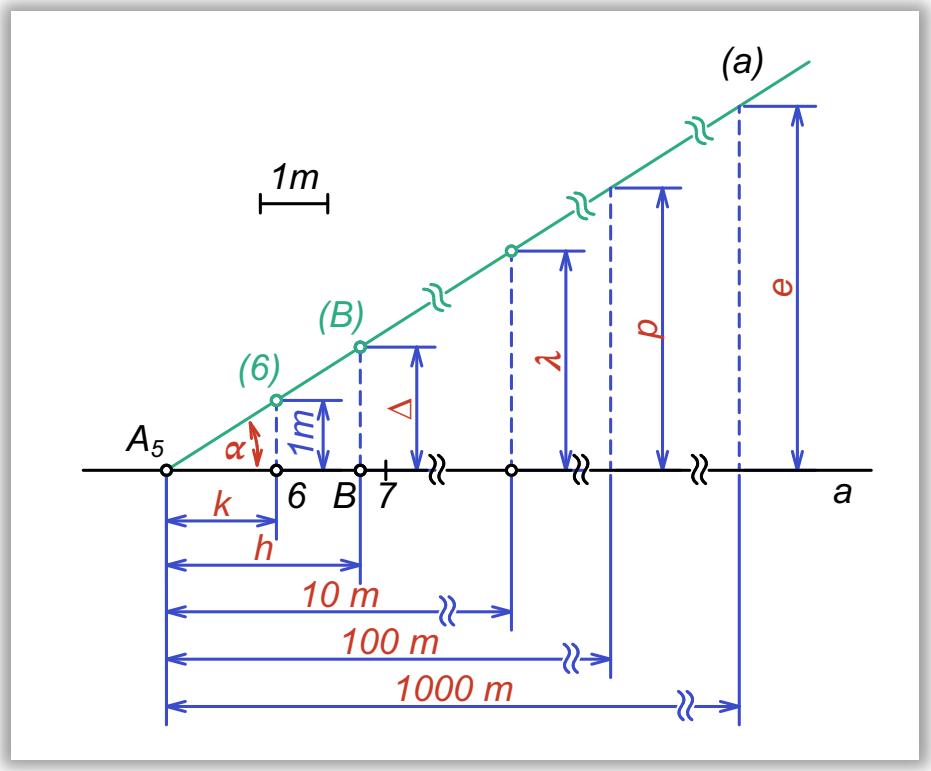


13. ábra

A főszintpontokat úgy kereshetjük meg, hogy az A-n keresztül húzott segédegyenesen A-tól kezdve tetszőleges egység segítségével megjelöljük az egész számokat 3,4-től 8,7-ig, és a kapott pontokon keresztül párhuzamosokat húzunk az utolsó osztáspontot B-vel összekötő egyenessel. Ezek a párhuzamos egyenesek kimetszik az a'-ből a főszintpontok vetületeit. Láthatjuk, hogy az egyenes graduálásához nincs szükségünk a méretarányra vagy léptékre.

Egyenes lejtője és rézsűje

Nézzük a 14. ábrát! Az a egyenest forgassuk vetítősíkjával 6-os pontja segítségével képe körül az 5-ös szintsíkba. Az így kapott (a) az egyenessel az alfa dőlésszöget zárja be.



14. ábra

A dőlésszög tangensét az egyenes lejtőjenek, illetve emelkedésének nevezzük, és l-lel jelöljük. Természetes terepfelület dőlését lejtőjével adjuk meg. Ha az egyenes két tetszőleges pontjának magasságkülönbsége, függőleges távolsága delta, vízszintes távolsága h, akkor az egyenes a h távolságon delta magasságot emelkedik.

Innen a lejtő:

$$l = tg\ \alpha = \frac{\Delta}{h} = \frac{1}{k}$$

A lejtő dimenzió nélküli mennyiség. A gyakorlatban 1-et földmunkáknál 10 m, utaknál 100 m, vasutaknál 1000 m vízszintes távolságra adjuk meg. Az ezekhez tartozó magasságokat jelöljük: λ, p (százalék), e (ezrelék).

$$l = \frac{\lambda}{10} = \frac{p}{100} = \frac{e}{1000}$$

Mesterséges terepfelületek esését a rézsűvel adjuk meg. A dőlésszög cotangensét nevezzük az egyenes rézsűjének vagy talpasságának, és r-rel jelöljük. A rézsű a lejtő reciprok értéke:

$$r = ctg\ \alpha = \frac{h}{\Delta} = \frac{k}{1}$$

A rézsű dimenzió nélküli mennyiség. A k osztóköz mértékegysége a milliméter. A rézsűből tehát úgy kapjuk az osztóközt, ha a méter rajzi hosszával szorozzuk:

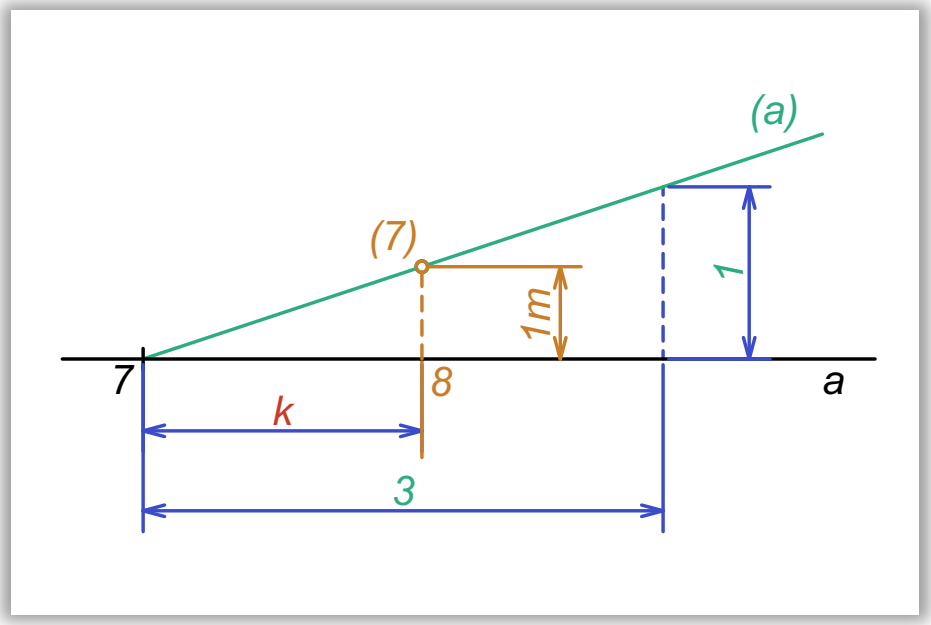
$$k = r \cdot (1\ m\ rajzi\ hossza) = r \cdot \frac{1000\ mm}{a},$$

ahol a arányszám.

Például: Legyen az a egyenes egy pontja 7, rézsűje 3 : 1, M 1 : 150. Számítással az osztóköz:

$$k = 3 \cdot \frac{1000\ mm}{150} = 20\ mm.$$

Szerkesztéssel eljárva (15. ábra): a cotangenssel kapjuk (a)-t, majd a méter rajzi hosszával a 8-as pontot, végül 7 és 8 között a k osztóközt, mely lemérve 20 mm.



15. ábra

Vizsgáljuk meg, hogy a dőlésszöggel a lejtő, a rézsű és az osztóköz hogyan változik! (M 1 : 1)

Ha $\alpha = 90°$, akkor $l = \infty$, $r = 0$, $k = 0$ mm,

ha $\alpha = 45°$, akkor $l = 1$, $r = 1$, $k = 1000$ mm,

ha $\alpha = 0°$, akkor $l = 0$, $r = \infty$, $k = \infty$ mm.

Az egyenes a gyakorlatban sokszor, mint valamilyen létesítmény tengelyvonala szerepel.

Ha nem graduált vetületével, akkor leginkább

- vetületével,
- egy pontjával,
- lejtési vagy emelkedési irányával, és
- lejtési szögével vagy lejtőjével vagy rézsűjével adjuk meg.

A lejtési szöget fokkal, a lejtést és a rézsűt hányadossal (százalékkal, ezrelékkel) adhatjuk meg. A feladat ilyenkor az, hogy graduáljuk az egyenest. Az ehhez szükséges osztóközt számítással vagy szerkesztéssel határozhatjuk meg.

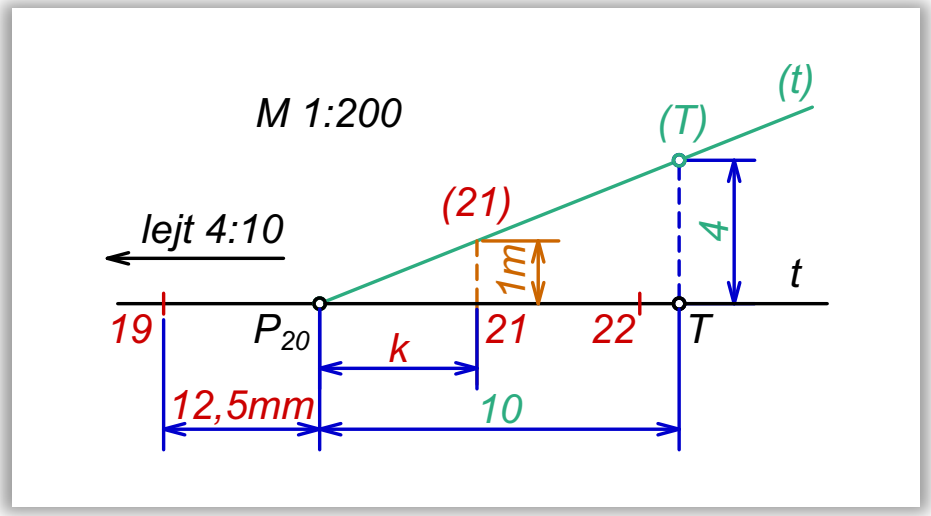
Tengelyvonalat adunk meg a P_{20}-as pontjával, t vetületével, lejtirányával és $l = 4 : 10$ lejtésével, (M 1 : 200). Lásd a 16. ábrát! Graduáljuk t-t!

Számítással:

az egyenes 10 m-es vízszintes szakaszon 4 m-t emelkedik, tehát 1 m-es emelkedéshez 2,5 m-es vízszintes hossz tartozik. Az egyenes osztóköze 2,5 rajzi méter, tehát 2,5 5 mm = 12,5 mm. Ha a 12,5 mm-t P_{20}—tól balra felmérjük, akkor az 1 m-rel alacsonyabb 19-es szintpont vetületét kapjuk.

Szerkesztéssel:

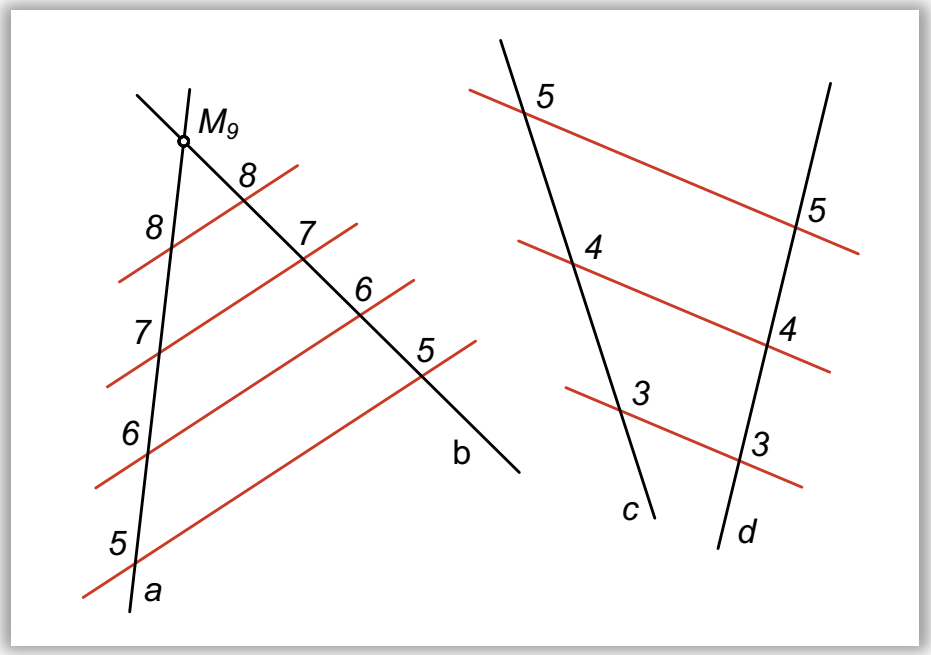
a lejtés ismeretében a 20-as szintbe t-t leforgatjuk. A méter rajzi hossza 5 mm. A t-től 5 mm-re t-vel párhuzamos egyenes metszi ki (t)-ből a (21) pontot. Majd ebből a t-re állított merőleges egyenes talppontja t-n a 21-es pont. P_{20} és 21 között találjuk k-t, amellyel graduálunk.



16. ábra

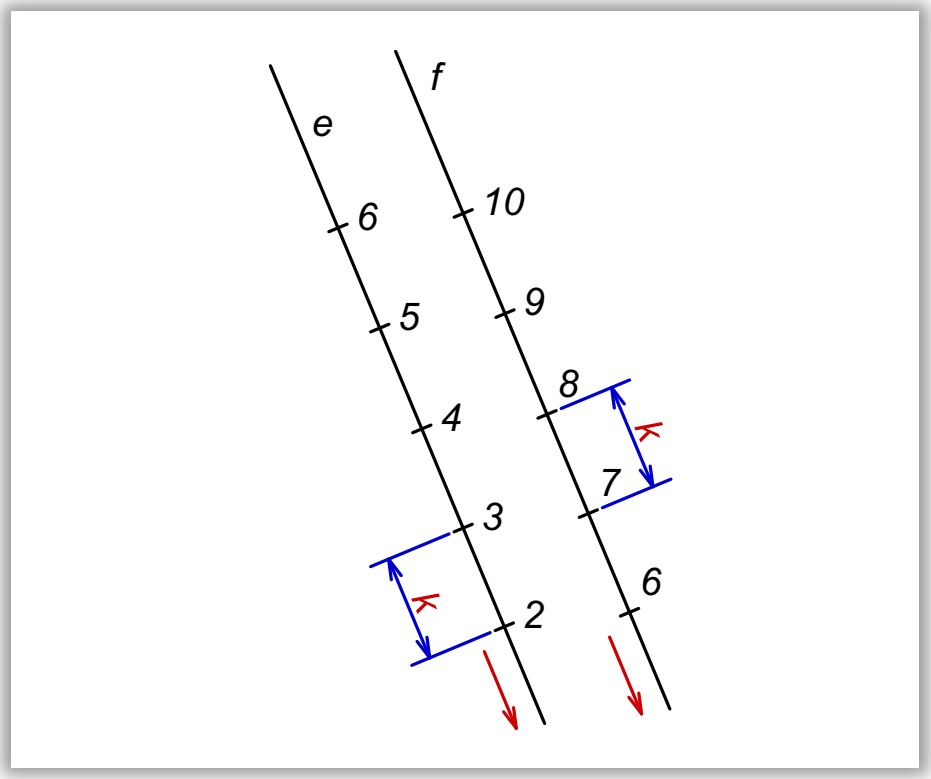
Két egyenes viszonylagos helyzete

Két egymást metsző egyenes síkot határoz meg, amelyet a szintsíkok párhuzamos egyenesekben metszenek, tehát: két egyenes akkor metszi egymást, ha az egyenlő magasságú pontjaikat összekötő egyenesek párhuzamosak. A vetületek metszéspontja egyetlen térbeli pont képe, azaz e pontnak ugyanaz a kótája, bármelyik egyenesre tekintjük illeszkedőnek (17. ábra).



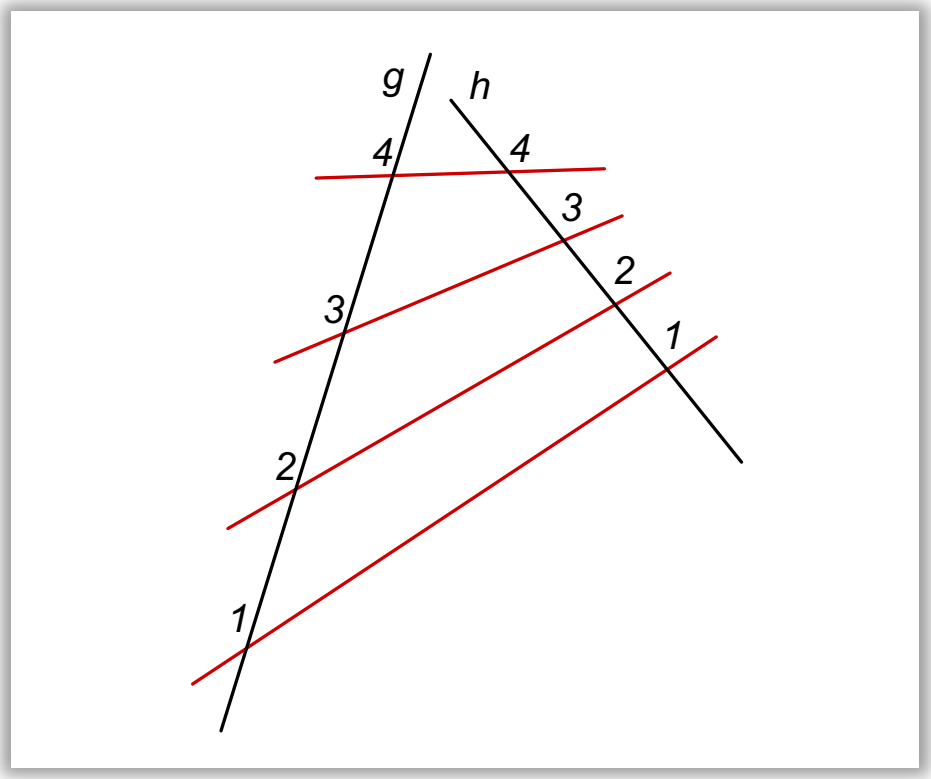
17. ábra

Párhuzamos egyenesek vetületei párhuzamosak (mert vetitősíkjuk párhuzamos és a képsík azokat párhuzamos egyenesekben metszi), lejtirányuk megegyező, osztóközük egyenlő (mert képsíkszögük, egyenlő) (18. ábra)



18. ábra

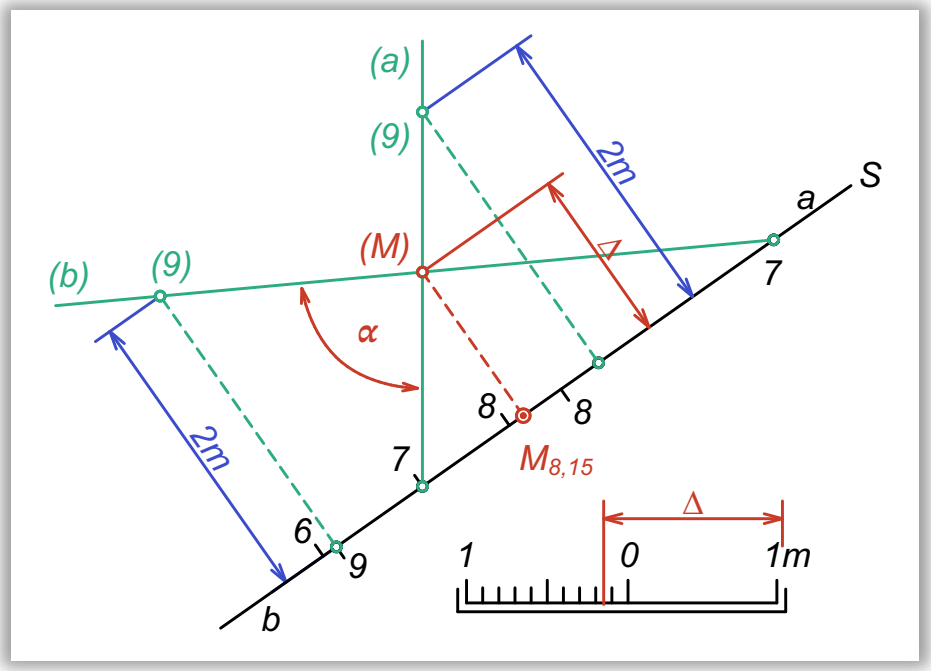
Két kitérő egyenes egyenlő magasságú pontjait összekötő egyenesek egymással nem párhuzamosak (19. ábra)



19. ábra

Ha két egyenes vetítősíkja közös, akkor a képük egybeesik, az ilyen egyeneseket fedőegyeneseknek nevezzük. A fedőegyenesek vagy metszők, vagy párhuzamosak. A 20. ábrán az a és b fedőegyenesek metszők.

Az a és b fedőegyenesek M metszéspontját S vetitősíkjuk 7-es szintsíkba forgatásával szerkesztjük. A (9)-es pontokon átmenő leforgatott egyenesek (M)-ben metszik egymást. M tehát a 7-es szintsík felett delta távolságra van, s így mérőszáma 7 + Δ = 8,15. A két egyenes alfa szögét (a) és (b) valódi nagyságban zárja be.

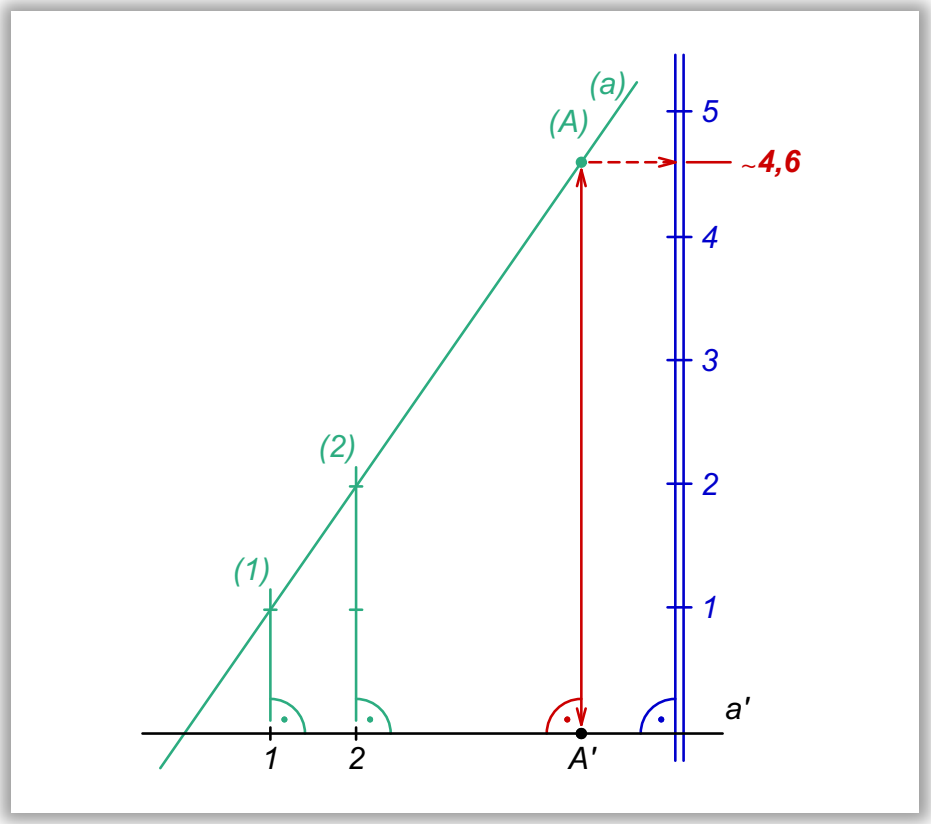


20. ábra

Egyenesre illeszkedő pontok

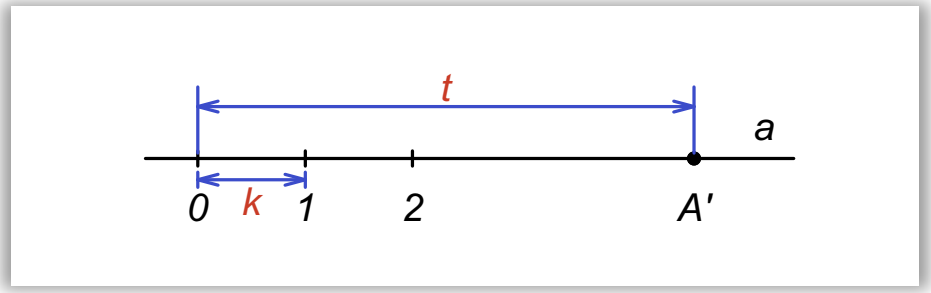
Ha egy pont illeszkedik egy egyenesre, akkor a pont vetülete is illeszkedik az egyenes vetületére.

A 21. ábrán adott az a egyenes vetülete, 1-es és 2-es pontjaival, valamint a rá illeszkedő A pont vetülete.



21. ábra

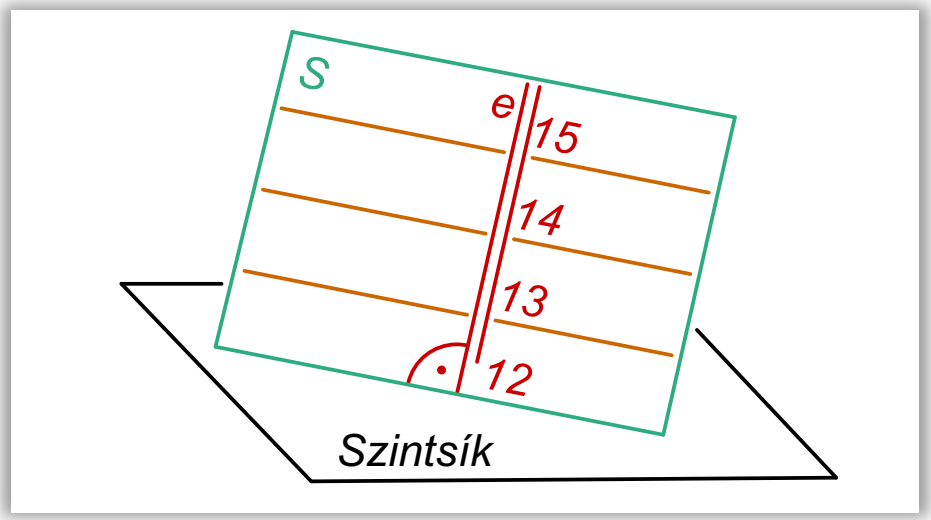
Feladat: az A pont magasságának a meghatározása. Az a egyenes vetítősíkját a képsíkba forgatjuk. A forgatás tengelye a vetítősík a'-vel azonos nyomvonala. Az (1) és (2) összekötő egyenese az a egyenes (a) leforgatottja, amin előállíthatjuk az A pont (A) leforgatottját is. A magasságát az A'(A) szakasz szolgáltatja. Az A pont mérőszámát más módszerrel is meghatározhatjuk. Valamilyen egységgel pontosan megmérjük 0 és A't távolságát, valamint a k osztóközt, és képezzük ezeknek a t/k hányadosát. Lásd a 22. ábrát!



22. ábra

A sík ábrázolása

Két egymást metsző egyenes síkot határoz meg (17. ábra). A 23. ábrán az S síkot a 12-es szintsíkhoz viszonyítva szemléltetjük.



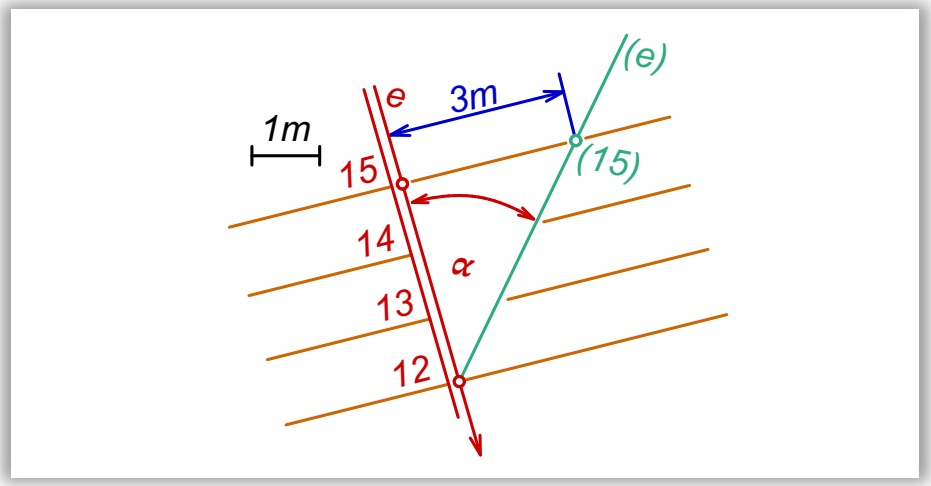
23. ábra

A szintsíkok az S síkot a 12, 13, 14, ... egymással párhuzamos szintvonalakban (nívóvonal, rétegvonal, csapásvonal) metszik. A szintvonalakra merőleges egyenesek a sík esésvonalai (dőlésvonal). Az ábrán az e esésvonalat tüntetjük fel, a szokásnak megfelelően kettősvonallal. Ezek közül azt, amelyikkel szerkesztést végzünk, a lejtés irányában nyílfejjel látjuk el. (A színezett rajzokon az esésvonalat piros színnel húzzuk ki.) Az esésvonalak vetületei a szintvonalak vetületeit derékszögben metszik.

Különleges helyzetű síkok:

a) szintsík
   - nincs esésvonala
   - nincs szintvonala
   - minden pontjának ugyanaz a kótája

b) vetítősík
   - esésvonalának képei pontok
   - szintvonalai fedőegyenesek
   - egyenesben jelenik meg.

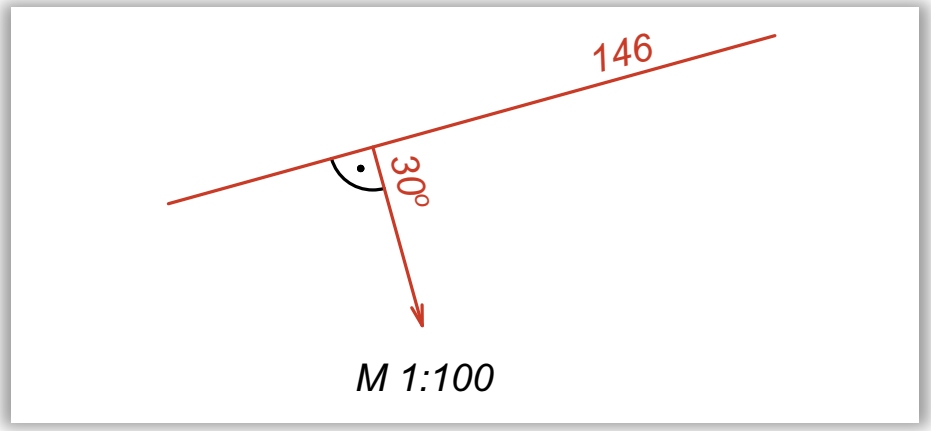


24. ábra

A síkot graduált esésvonala egyértelműen meghatározza (24. ábra). Az e esésvonalra a szintvonalak merőlegesek. Az esésvonal vetítősíkja mind a síkra, mind a szintsíkokra merőleges. Így az esésvonal dőlésszöge a sík és a szintsíkok szögével egyenlő, és ezt a sík dőlésszögének nevezzük. Ha e-t vetítősíkjával a 12-es szintsíkba forgatjuk le, akkor (e) az e-vel az alfa dőlésszög valódi nagyságát zárja be.

A sík dőlésszögének tangense a sík lejtője, cotangense a sík rézsűje.

A gyakorlatban a síkot egyik szintvonalával (esetleg egyik pontjával, dőlésirányával és dőlésszögével adjuk meg (25. ábra)

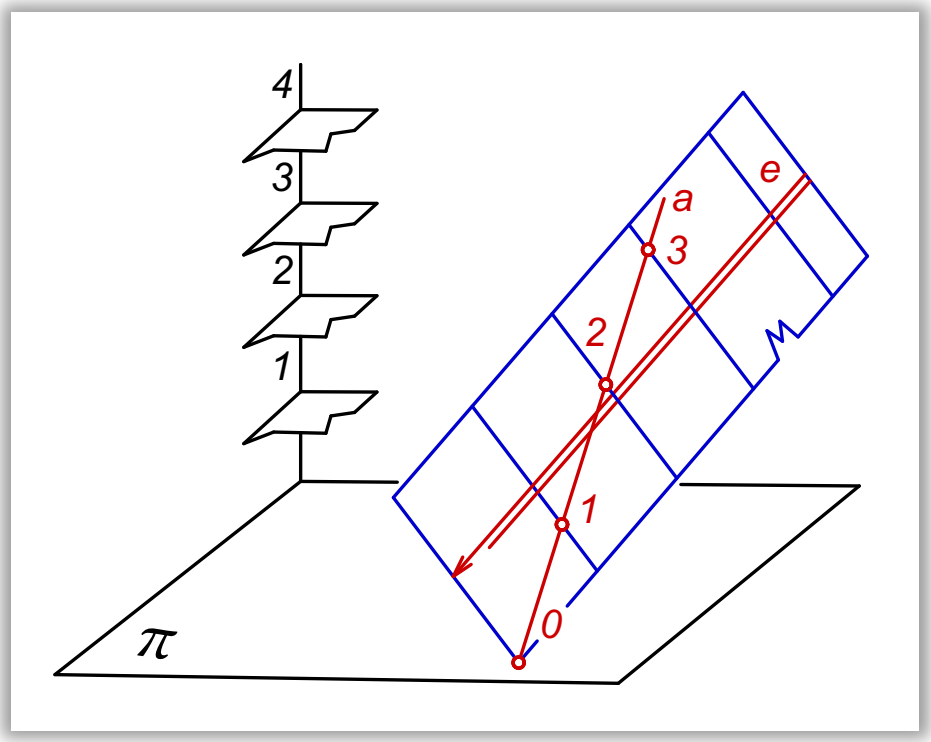


25. ábra

Síkot a térbe esésvonalával és dőlésszögének segítségével állítunk vissza.

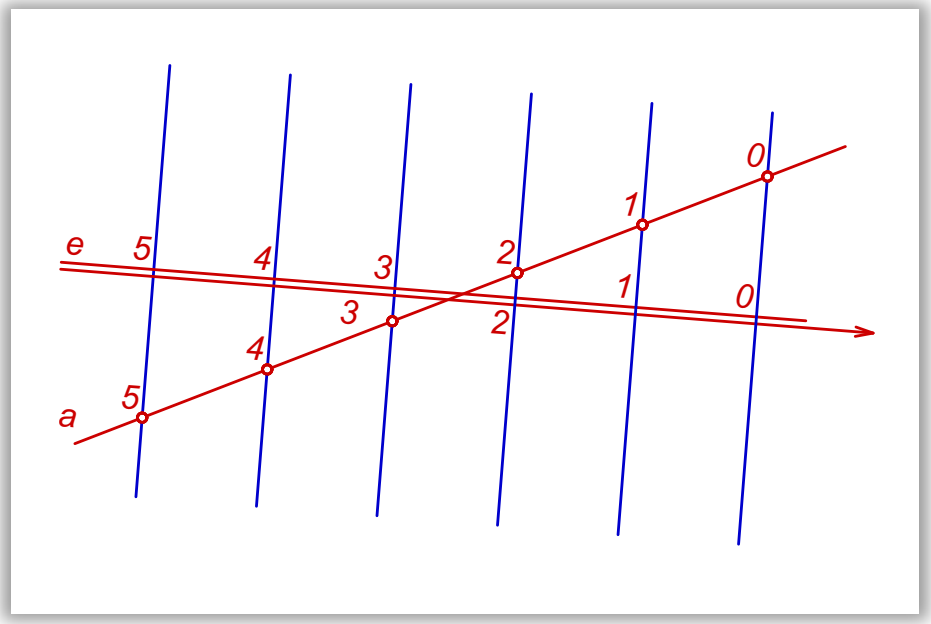
Síkra illeszkedő egyenesek és pontok

Ha egy egyenes illeszkedik egy síkra, akkor az egyenes a szintsíkok metszéspontjai illeszkednek a sík a megfelelő szintsíkok metszésvonalaira (26. ábra).



26. ábra

Tehát, szintvonalaival adott síkon vetületének megrajzolásával adhatunk meg egyenest, amelyet a sík szintvonalai azonnal graduálnak (27. ábra).

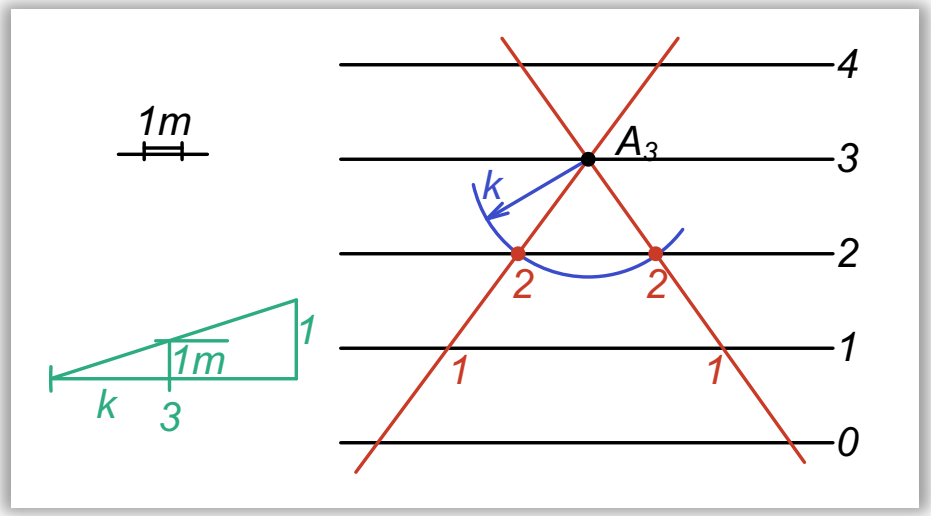


27. ábra

Adott magasságú pontot a sík megfelelő mérőszámú szintvonalán vehetünk fel.

Sokszor találkozunk azzal a feladattal, hogy valamely síkra adott lejtőjű egyenest kell fektetnünk. A 28. ábrán a szintvonalaival adott síkra az A_3 pontján keresztül l = 1/3 lejtőjű egyenest fektetünk.

Először megszerkesztjük az egyenes osztóközét, majd ezt körzőnyílásba véve, az A-ból elmetszük a sík 2-es főszintvonalát. A metszéspont a keresett egyenes 2-es szintpontja. Két metszéspont adódik, tehát két ilyen egyenes van.



28. ábra

III. TÉRELEMEK HELYZET- ÉS MÉRETGEOMETRIÁJA

Illeszkedés és összekötés

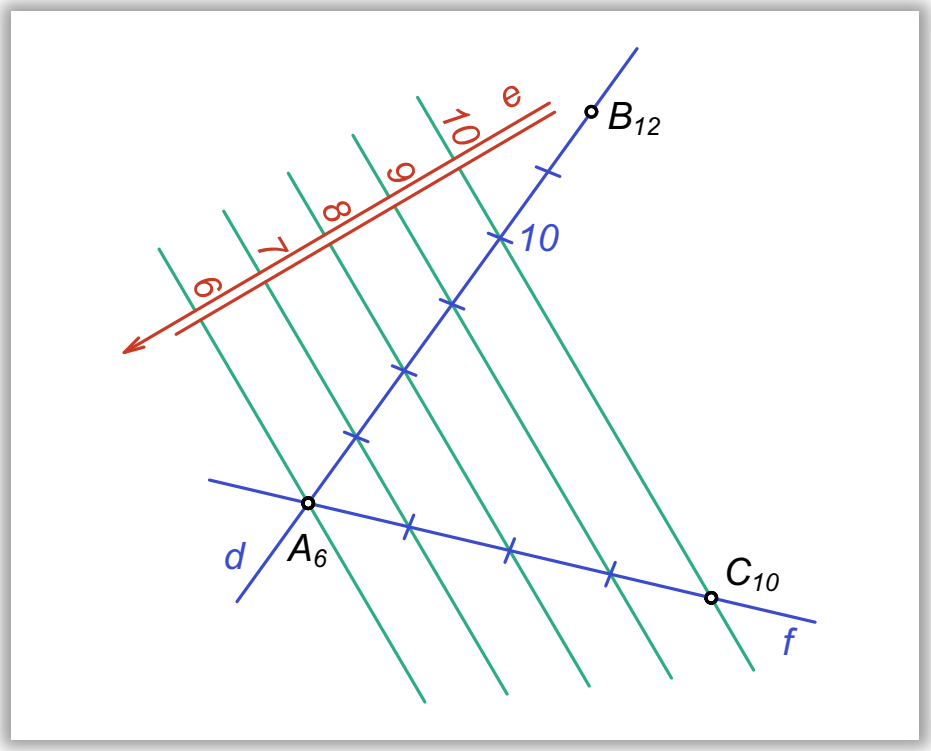
Egyenesre illeszkedő pontok, valamint síkra illeszkedő egyenesek és pontok ábrázolásával már az előző fejezetben megismerkedtünk.

Adott egyenesen átmenő síksor síkjainak szintvonalai az egyenes szintpontjain mennek keresztül. Egy síksor síkjainak szintvonalai az egyenes szintpontjai körül sugársort alkotnak. Ponton keresztül egyenest, illetve a síkot a pont körüli sugárpont, illetve síkpont elemei közül választhatunk. A ponton keresztül tetszőlegesen rajzoljuk meg az egyenest, illetve a sík esésvonalát. Azután a ponttól kezdve ezeket tetszőlegesen graduáljuk.

Két pont összekötő egyenesére az egyenes graduálásánál láttunk példát.

A 29. ábrán három pont (A_6, B_{12}, C_{10}) összekötő síkjának esésvonalát szerkesztjük meg. Az A_6-os és a B_{12}_es ponton átmenő d, továbbá az A_6-os és a C_{10}-es ponton átmenő f egyenes határozza meg a síkot. Ezután graduáljuk az egymást metsző d és f egyenest. Majd az egyenlő magasságú pontokat összekötő szintvonalak vetületeire tetszőleges helyen merőlegesen megrajzoljuk a sík esésvonalának a vetületét. E feladatban választ kapunk arra is, hogyan kell megszerkesztenünk két egymást metsző egyenes összekötő síkjának esésvonalát, és arra, miként határozzuk meg pont és egyenes összekötő síkjának esésvonalát.

Ha az összekötésre kerülő térelemek közül egyik vagy másik a végtelenben van, akkor lényegében párhuzamos térelemek ábrázolását jelenti az összekötési feladat.



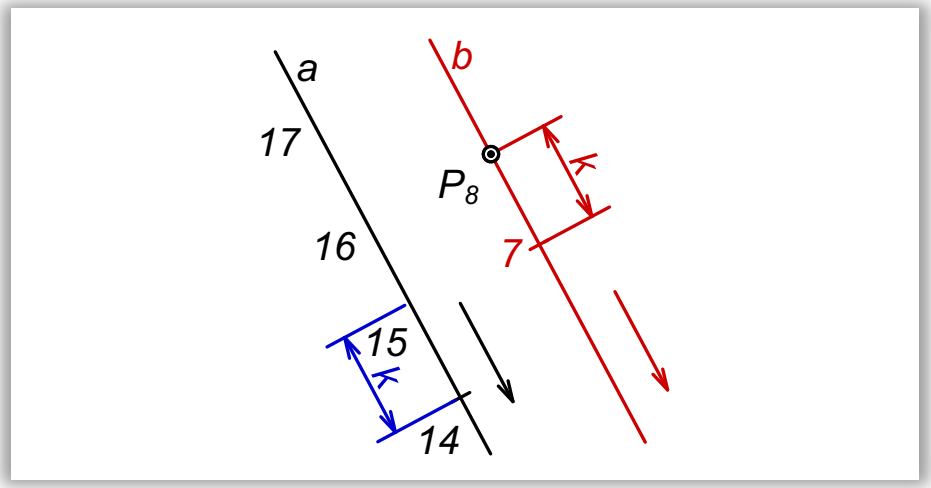
29. ábra

Párhuzamos térelemek szerkesztése

Adott ponton át adott egyenessel párhuzamos egyenes szerkesztése (30. ábra) (Petrich: 342. old./486. ábra).

Szerkesszünk az adott P_8 ponton át az a egyenessel párhuzamos b egyenest.

A keresett b egyenes képe P pont képére illeszkedik és párhuzamos a-val. A két egyenes lejtiránya és osztóköze egyenlő, ezeket tudva, b-t graduálhatjuk.

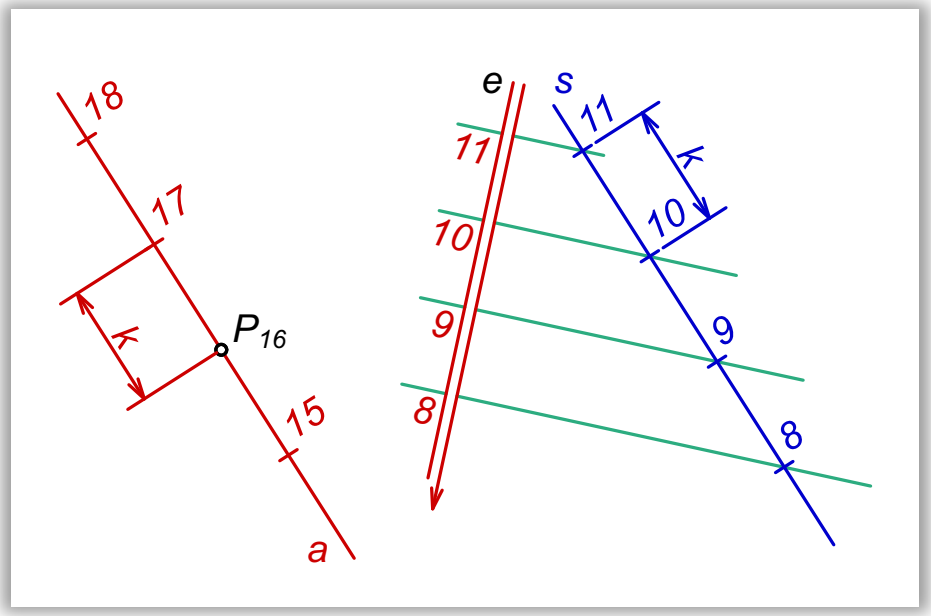


30. ábra

Adott ponton át adott síkkal párhuzamos egyenes szerkesztése (31. ábra).

Szerkesszünk az adott P_{16} ponton át az adott síkkal párhuzamos egyenest (a sík graduált esésvonala e).

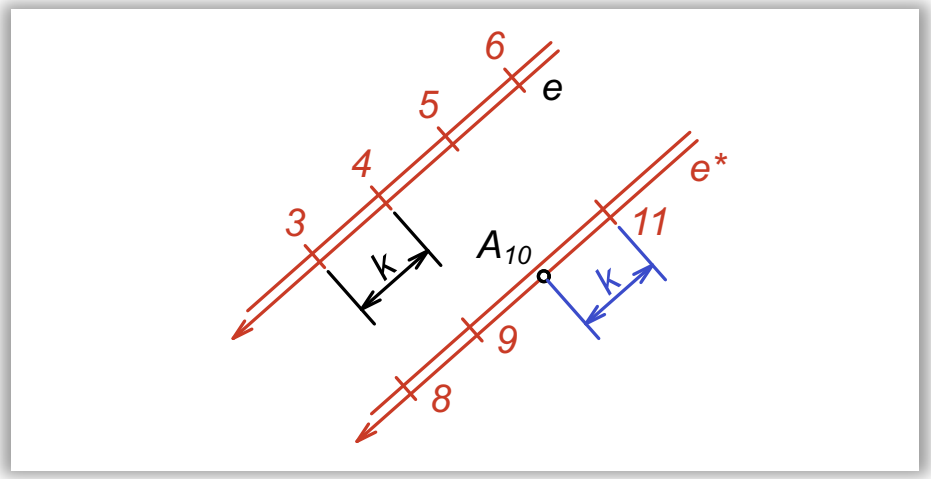
Adott ponton át, mint tudjuk, végtelen sok olyan egyenest fektethetünk, melyek egy adott síkkal párhuzamosak. Ezek egyiket úgy nyerjük, hogy felvesszük a sík tetszőleges s segédegyenesét, majd ezzel párhuzamos egyenest szerkesztünk az adott P_{16} ponton át.



31. ábra

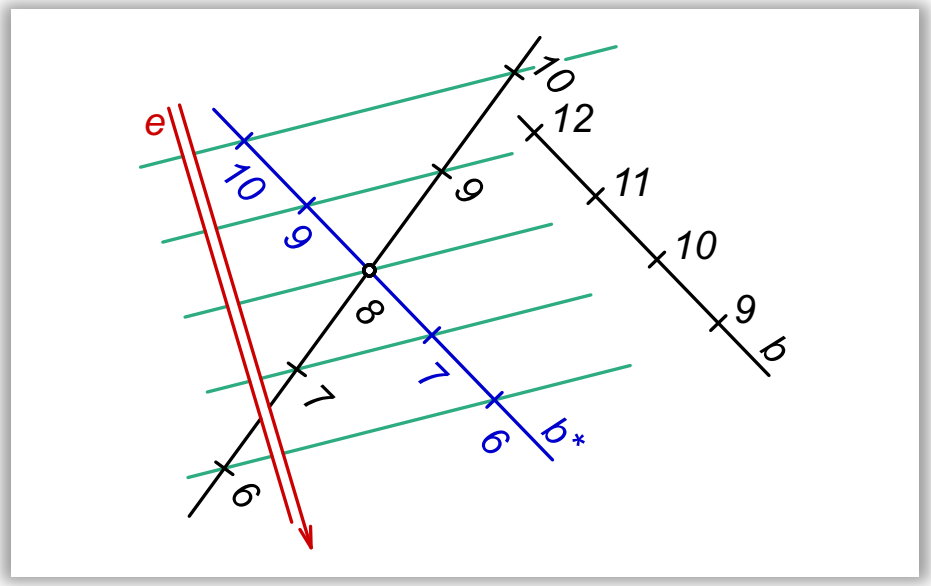
Adott ponton át adott síkkal párhuzamos sík szerkesztése (32. ábra).

Szerkesszünk az adott A_{10}-es ponton keresztül az adott e esésvonalú síkkal párhuzamos síkot. Mivel párhuzamos síkok esésvonalai párhuzamosak, ezért a keresett sík e* esésvonalának vetületét az A_{10}-en keresztül e vetületével párhuzamosan rajzoljuk meg. Az esésvonalak ugyanazon irányba lejtenek, és osztóközük egyenlő.



32. ábra

Illesszünk az adott a egyenesre az adott b egyenessel párhuzamos síkot (33. ábra).



33. ábra

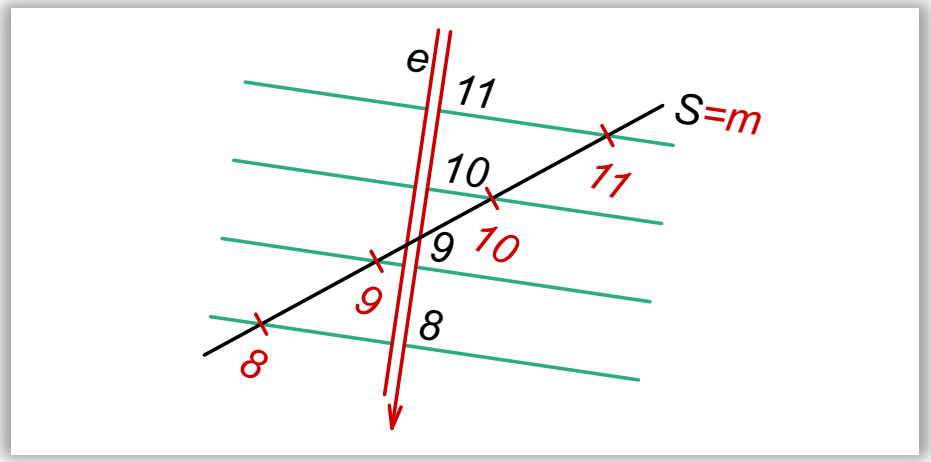
Felvesszük az a egyenes tetszőleges, pl. 8-as pontját és megszerkesztjük az e ponton átmenő b-vel párhuzamos b* egyenest. A keresett sík a és b* összekötő síkja, melynek szintvonalait a és b* azonos mérőszámú pontjainak összekötésével nyerjük.

Két sík metszésvonala

Szintsík minden más síkot szintvonalban metsz.

Két szintsík a végesben nem metszi egymást.

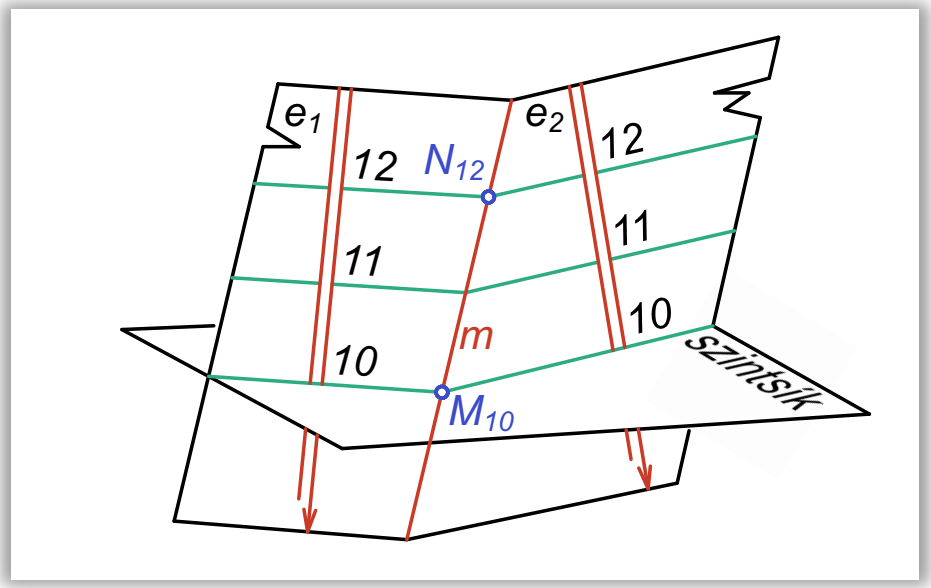
Vetítősík és általános sík metszésvonalának képe a vetítősík élben látszó képébe esik, a metszésvonalat az általános sík szintvonalai graduálják (34. ábra).



34. ábra

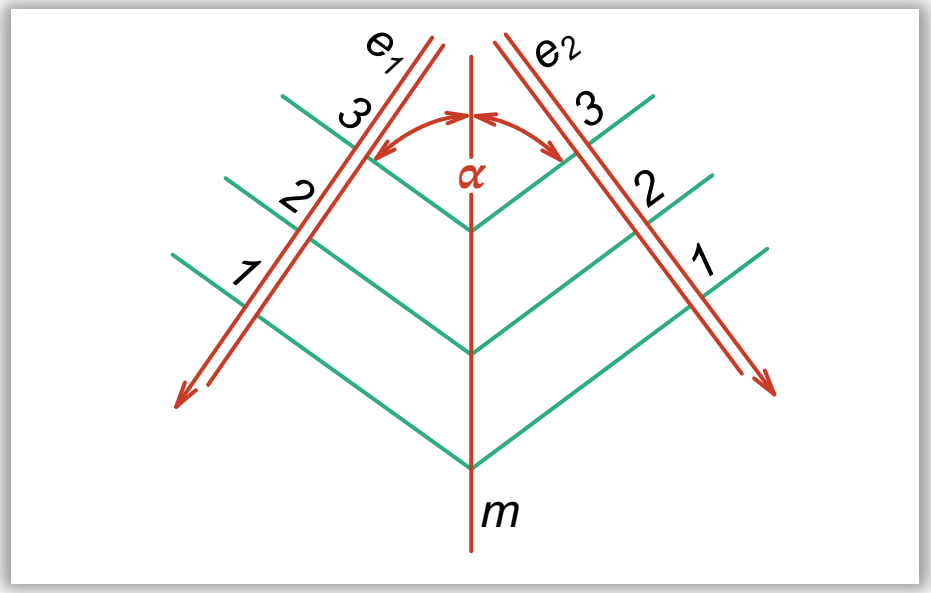
Két vetítősík metszésvonala vetítősugár, melynek pontszerű képe az élben látszó síkok képének közös pontja.

Két általános helyzetű sík metszésvonala a síkok egy magasságban levő szintvonalainak metszéspontjait köti össze, tehát a síkok szintvonalai a metszésvonalat graduálják (35. ábra).



35. ábra

Az m metszésvonal megrajzolásához két szintvonalpár közös pontja, pl. M_{10} és N_{12} elegendő. Ha a két sík egyenlő esésű, tehát esésvonalaik osztóköze megegyezik, akkor metszésvonaluk vetülete az egynevű szintvonalak vetületének szögét felezi. Pl. a 36. ábrán m felezi az alfa szöget.



36. ábra

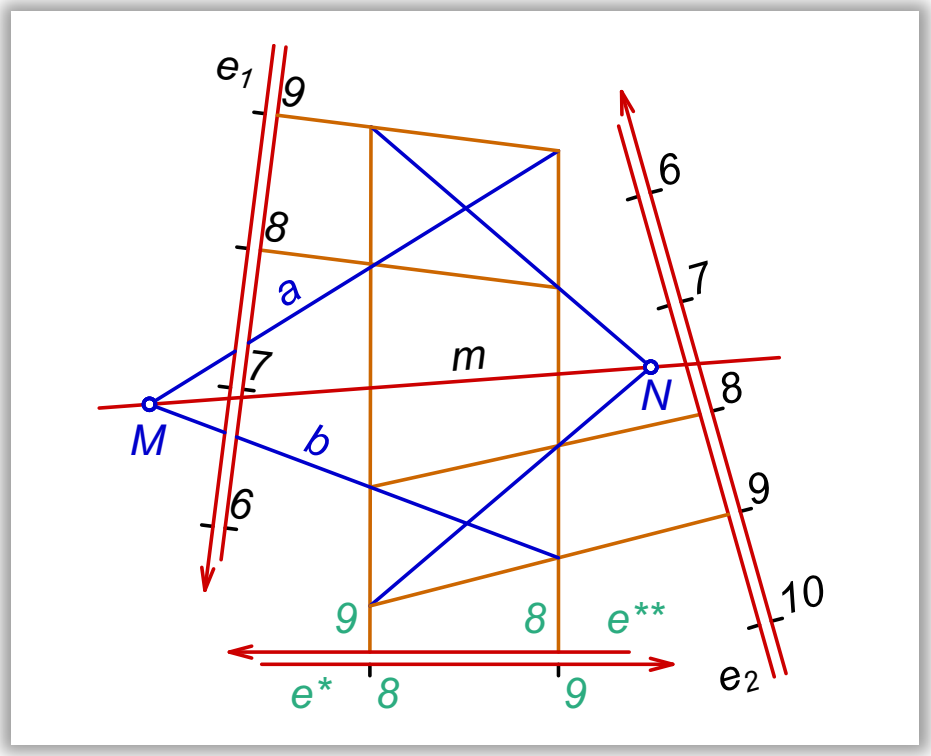
Általános síkok metszésvonalát a 35. ábrán bemutatott eljárással nem tudjuk megszerkeszteni, ha a síkok esésvonalainak vetületei közel párhuzamosak (37. ábra e_1 és e_2). Ilyenkor felveszünk egy általános helyzetű segédsíkot (esésvonala e*) és megszerkesztjük a segédsík

metszésvonalát mind a két síkkal, a-t és b-t. A két egyenes közös pontja, M rajta van a két adott sík metszésvonalán.

A szerkesztést egy másik segédsíkkal megismételve N pontot nyerjük. A két sík metszésvonala M és N összekötő egyenese. (A második segédsíkot legcélszerűbb úgy felvenni, hogy esésvonala ráessék az első segédsík esésvonalára, a két esésvonal osztóköze is egyenlő legyen, csak lejtirányuk különbözzék.) Ilyen esetben a metszésvonal a szintvonalakkal nem graduálható, mert a metszések kicsiny szöge folytán ez nem végezhető el kielégítő pontossággal.

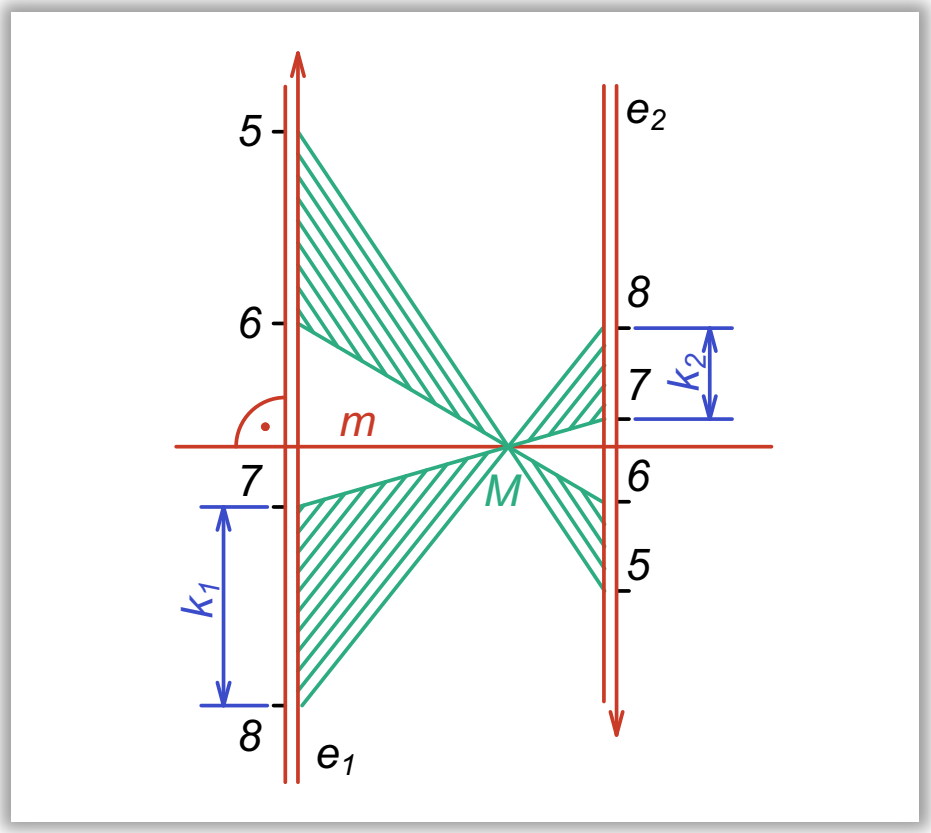
Ezért először M, illetve N kótáját a rajtuk átmenő segédegyenesek segítségével határozzuk meg, majd azok alapján graduálunk.

Ha a két sík esésvonala párhuzamos, akkor a két sík metszésvonala a végtelenben van.



37. ábra

Ha csak az esésvonalak vetületei párhuzamosak, és maguk az esésvonalak nem, akkor a két sík szintvonalban metszi egymást, mert két egymást metsző síkban fekvő párhuzamos egyenesek párhuzamosak a két sík metszésvonalával. A 38. ábrán két sík esésvonalának vetülete, e_1 és e_2 egymással párhuzamos.



38. ábra

Ekkor a két sík szintvonalban metszi egymást. Ha az esésvonalak párhuzamos képeinek pl. a 7 és 8 szintben fekvő pontjait összekötjük, az összekötő egyenesek és az esésvonalak képei hasonló háromszögeket határoznak meg. A közös M ponton az esésvonalak többi azonos magasságban fekvő pontjait összekötő egyenesek képei mind átmennek.

Fordítva is igaz: ábránk M-en átmenő bármely egyenese a két esésvonalból azonos magasságú pontok képeit metszi ki. Ezért az M ponton átmenő és az esésvonalakra merőleges m egyenes a két síknak közös szintvonala.

Könnyen belátható, hogy ha a 38. ábra esésvonalain $k_1 = k_2$, tehát a síkok egyenlő esésűek, akkor M az esésvonalak vetületétől egyenlő távolságra van.

Sík és egyenes döféspontja

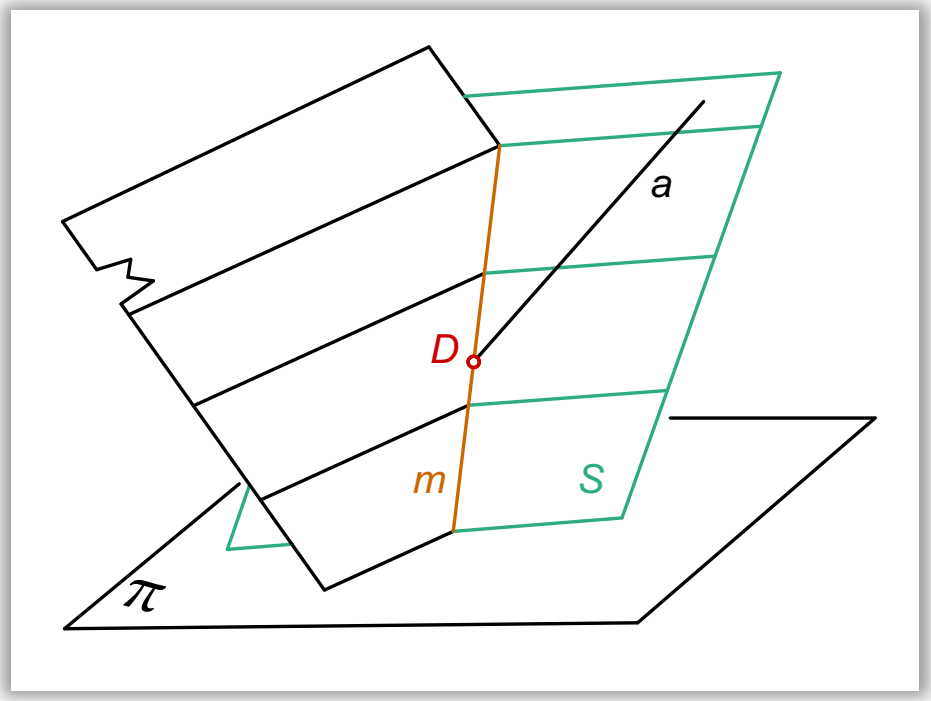
Szintsík és egyenes döféspontja az egyenesnek a szintsík magasságával megegyező magasságú pontja.

Vetítősík és egyenes döféspontjának vetületét a sík egyenesben megjelenő képéből az egyenes vetülete metszi ki. A döféspont kótáját a graduált egyenes segítségével nyerjük.

Szintes egyenes és sík döféspontja a síknak az egyenessel megegyező magasságú szintvonalán van.

Vetítősugár és általános helyzetű sík döféspontjának vetülete a vetítősugár pontként megjelenő vetületére esik. Kótáját úgy állapítjuk meg, mint a síkban fekvő pont vetületéhez a hiányzó kótát.

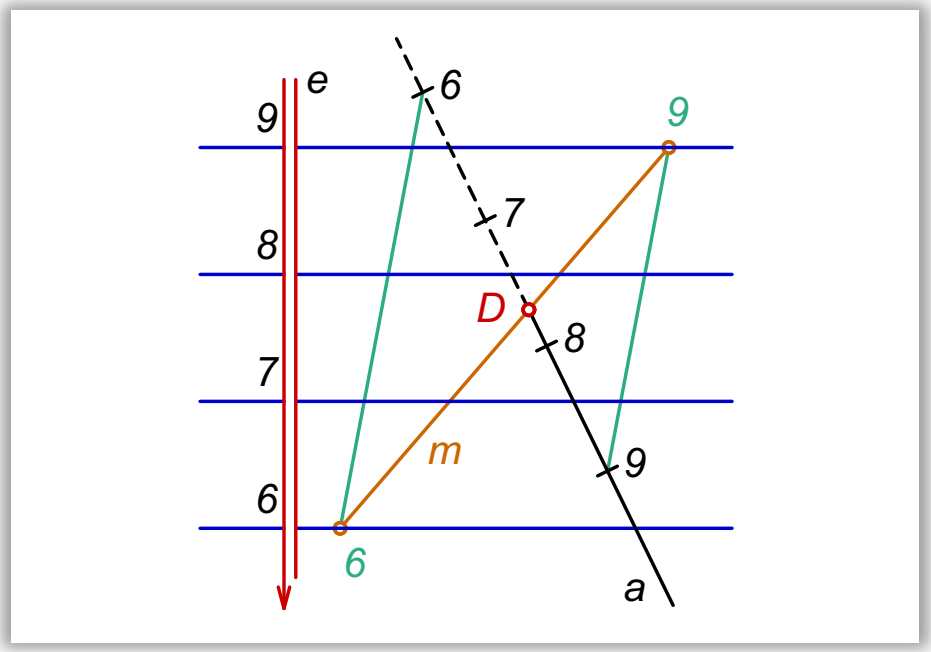
Általános helyzetű sík és általános helyzetű egyenes döféspontját az egyenesen keresztül fektetett segédsíkkal szerkesztjük. A segédsík az adott síkból azt az egyenest metszi ki, amelynek az adott egyenessel közös pontja a keresett döféspont (39. ábra).



39. ábra

A 40. ábrán az a egyenesen keresztül általános helyzetű segédsíkot fektetünk.

Ennek pl. a 6-os és a 9-es szintvonalait rajzoljuk meg. A segédsík és az adott e esésvonalú sík m metszésvonala az egyenlő magasságú szintvonalak közös 6-os és 9-es pontját köti össze, és az a egyenesből kimetszi a D döféspontot. A döfésponttól balra az egyenes a sík alatt van.



40. ábra

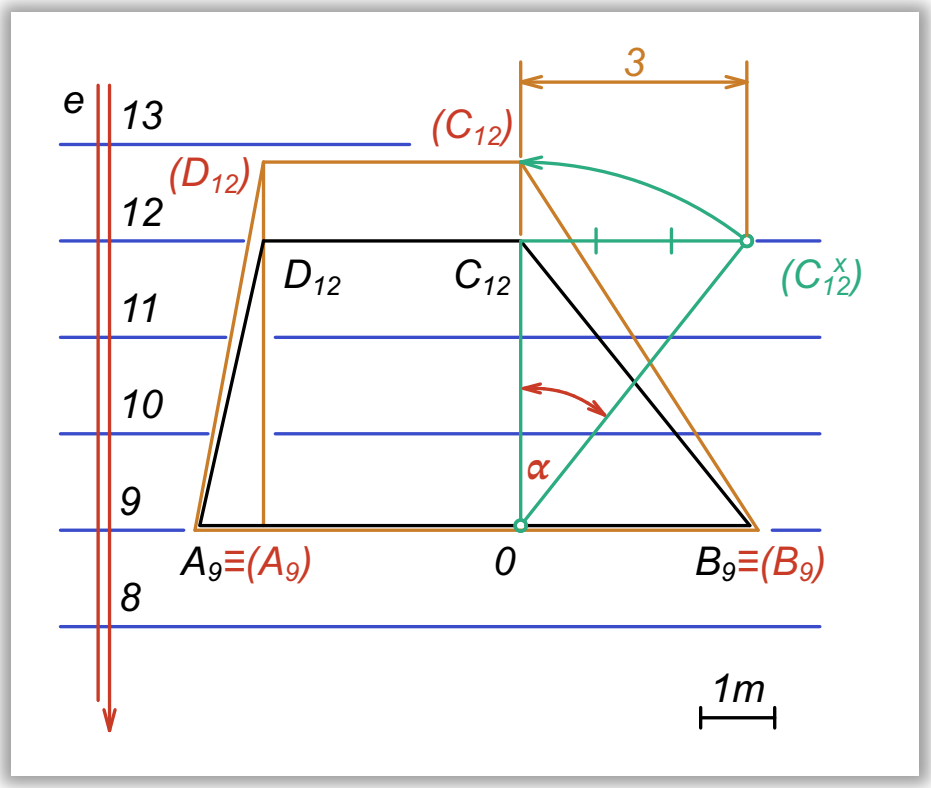
Sík leforgatása szintsíkba

A mérőszámozott vetület tulajdonképpen felülnézet. Ezért a mérőszámos ábrázolásra a merőleges vetítés törvényei érvényesek.

Merőleges vetítés mellett síkidom akkor látszik valódi nagyságban, ha a síkja a képsíkkal párhuzamos vagy éppen maga a képsík. Kótás projekcióban a szintsíkokban fekvő idomok képe látszik valódi nagyságban (eltekintve a méretarány szerinti kicsinyítéstől).

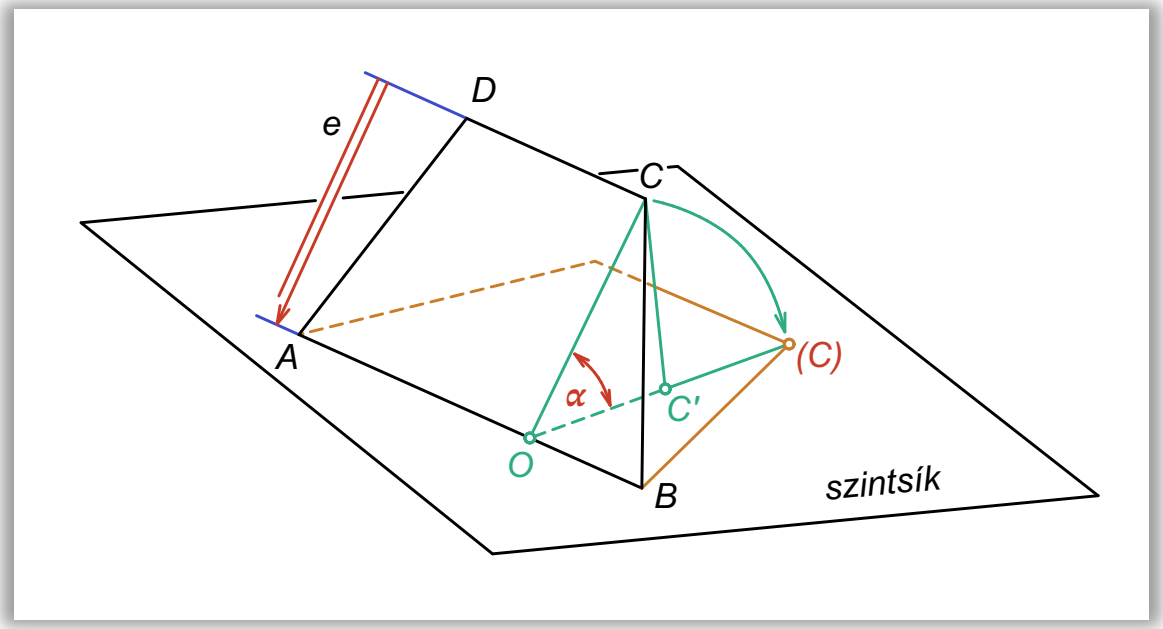
Ha a síkidom síkja nem szintsík, akkor az idom valódi nagyságát úgy nyerjük, hogy a síkját a síkidommal együtt beleforgatjuk valamelyik szintsíkba, röviden: a síkidomot leforgatjuk.

A 41. ábrán az adott síkban fekvő ABCD trapézt a 9-es szintsíkba forgatjuk.



41. ábra

A leforgatást a 42.ábrán szemléltetjük.



42. ábra

A forgatás tengelye a sík 9-es szintvonala. A forgatásnál a tengelyen fekvő pontok, pl. A_9 és B_9, helyben maradnak. Minden más pont, pl. C_{12} körívet ír le. A kör síkja merőleges a forgatás tengelyére, tehát a kör képe a szintvonalakra merőleges egyenesszakasz. A kör középpontja az a pont, amelyben a kör síkja metszi a forgatás tengelyét, a 9-es szintvonalat; C pont forgatási körének középpontját O-val jelöljük (42. ábra). A kör sugara a C pontból kiinduló esésvonalnak a forgatás tengelyéig terjedő szakasza, CO.

A CO esésvonalszakasz valódi nagyságát úgy nyerjük, hogy a COC' forgatási háromszöget C' képe körül a szintsíkba forgatjuk (a 41. ábrán ezzel a forgatással C_{12} pont a (C_{12}^*)-vel jelölt pontba kerül; a 42. ábrán csak a forgatási háromszöget tüntetjük fel).

Ezután $O_9(C_{12}^*)$-t O_9-től kezdve felmérjük a szintvonalra merőleges egyenesre, így nyerjük (C_{12})-t, C_{12} pont leforgatottját.

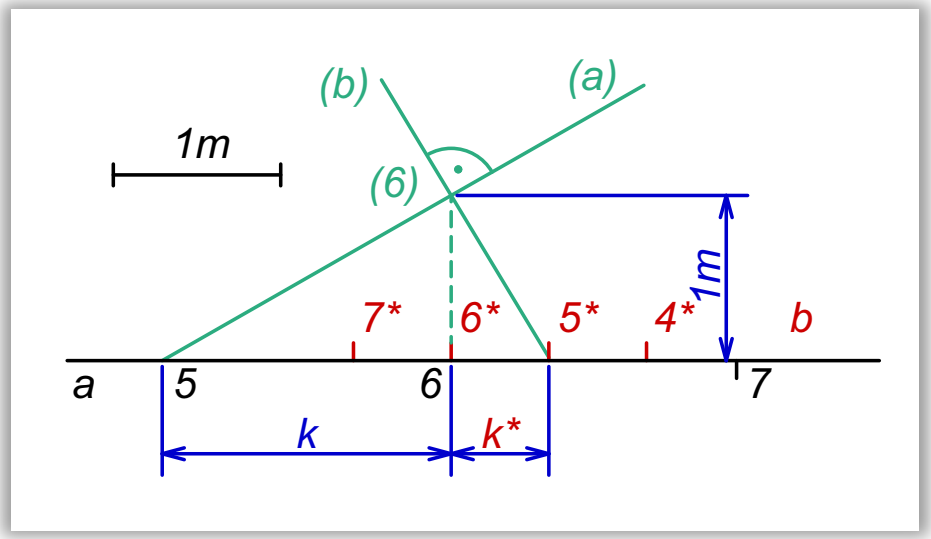
Összefoglalva: Adott síkot tetszőleges szintsíkba szintvonala körül forgatunk. A sík valamely pontjának forgatása úgy történik, hogy a pont képéből merőlegest bocsátunk a forgatás tengelyére, és erre a forgatás tengelyétől kezdve rámérjük a forgatási háromszög átfogóját. E háromszög egyik befogója a pont képének a forgatás tengelyétől mért távolsága, a másik befogója a pont magassága a kérdéses szintsík fölött. A forgatási háromszög alfa szöge a képsíkszöge.

Egymásra merőleges térelemek ábrázolása

Kótás vetületekben merőleges térelemek ábrázolását merőleges fedőegyenespár ábrázolására vezetjük vissza.

A 43. ábrán az a egyenes graduált vetületét és a méter rajzi hosszát adjuk meg.

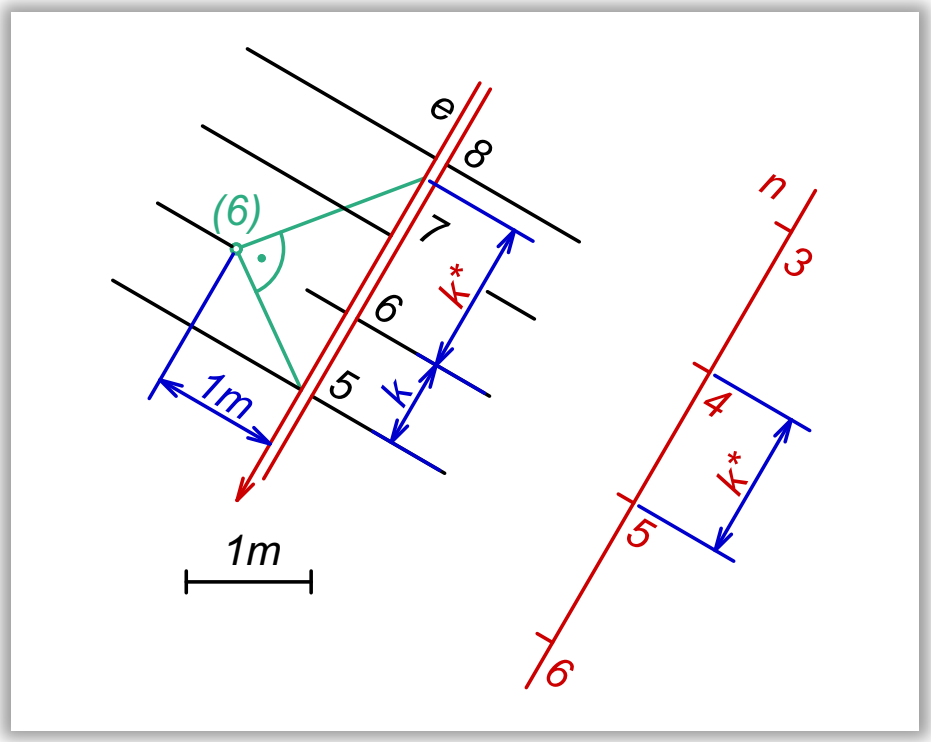
Szerkesszünk a-ra merőleges, pl. a 6-os pontján átmenő fedőegyenest. Az a vetítősíkját a-val együtt az 5-ös szintsíkba forgatjuk, majd annak (6) pontján át meghúzzuk a keresett a-ra merőleges fedőegyenes leforgatottját, (b)-t. Ez a forgatás tengelyét a b egyenes 5* pontjában metszi. Ezzel a b egyenes k* osztóközét is megszerkesztettük, és a graduálását 5*-tól jobbra és 6*-tól balfelé folytathatjuk. Az 55*(6) háromszög a szerkesztés szerint derékszögű. Magassága egységnyi, a magasság talppontja az átfogót a k és a k* szeletekre osztja. Ezért k k* = 1. Tehát két egymásra merőleges fedőegyenes, ill. a velük párhuzamos bármely egyenespár rajzi méterben mért osztóköze egymásnak reciprok értéke. Egymásra merőleges fedőegyenesek ellenkező irányba lejtenek!



43. ábra

Sík és egyenes merőleges helyzetét szerkesztjük a 44. ábrán.

Az e esésvonalával adott síkra merőleges n egyenes képét a csapásokra merőlegesen rajzoljuk meg. A fentebbiek szerint n osztóköze a vele fedésben lévő esésvonal osztóközének reciproka. Ezt a k*-ot a 43. ábra szerint szerkesztjük, és n-et ezzel graduáljuk. A graduálást n bármelyik pontjától kezdhetjük, és a pont mérőszámát még tetszőlegesen adhatjuk meg. Legyen ez pl. 4-es pont. Az n dőlésiránya azonban e-vel ellenkező! A 44. ábra egyben az n egyenesre merőleges sík ábrázolására is felvilágosítást ad. Az esésvonal képe, e párhuzamos n-nel, k osztóköze k*-nak reciproka, és n-nel ellenkező lejtésű. Egyébként e képét és egy pontját még tetszőlegesen vehetjük fel.



44. ábra

Két síkot, ill. egyenest merőleges helyzetben csak közvetve ábrázolhatunk. Az adott és a rá merőlegesen szerkesztendő térelem közé tőlük különnevű térelemet iktatunk.

Két út lehetséges:

1. Először az adott térelemre illesztjük a különnevű térelemet, és másodszor erre közvetlenül merőlegesen szerkesztjük a keresett térelemet.

2. Először az adott térelemre merőlegesen vesszük fel a különnevű térelemet, és másodszor erre illesztjük a keresett térelemet.

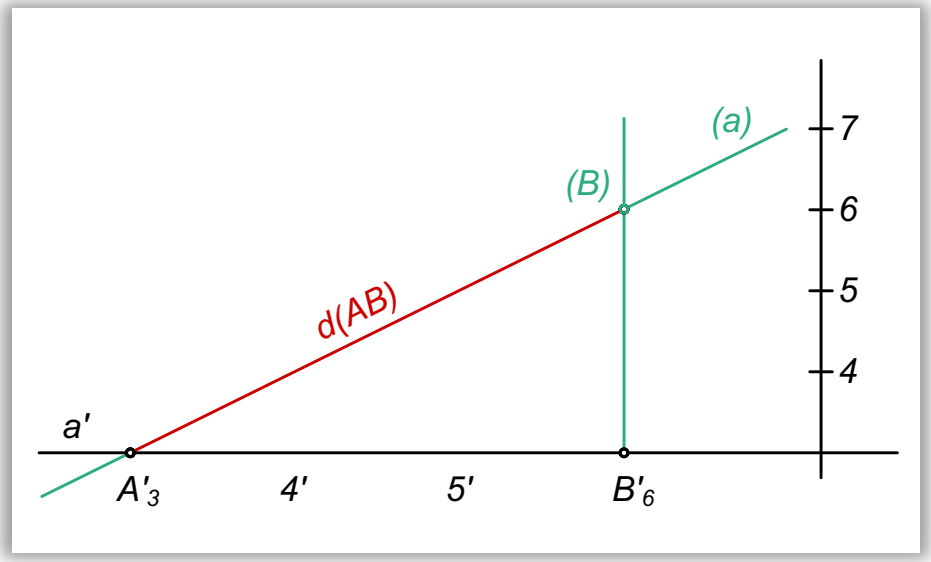
IV. TÁVOLSÁG – ALAPFELADATOK

1. Két pont távolsága

Két pont távolsága a két pontot összekötő egyenes-szakasz hossza.

Szakasz valódi hosszát vetítősíkjának szintsíkba forgatásával határozhatjuk meg.

A megoldás síkbeli menete a 45. ábrán.



45. ábra

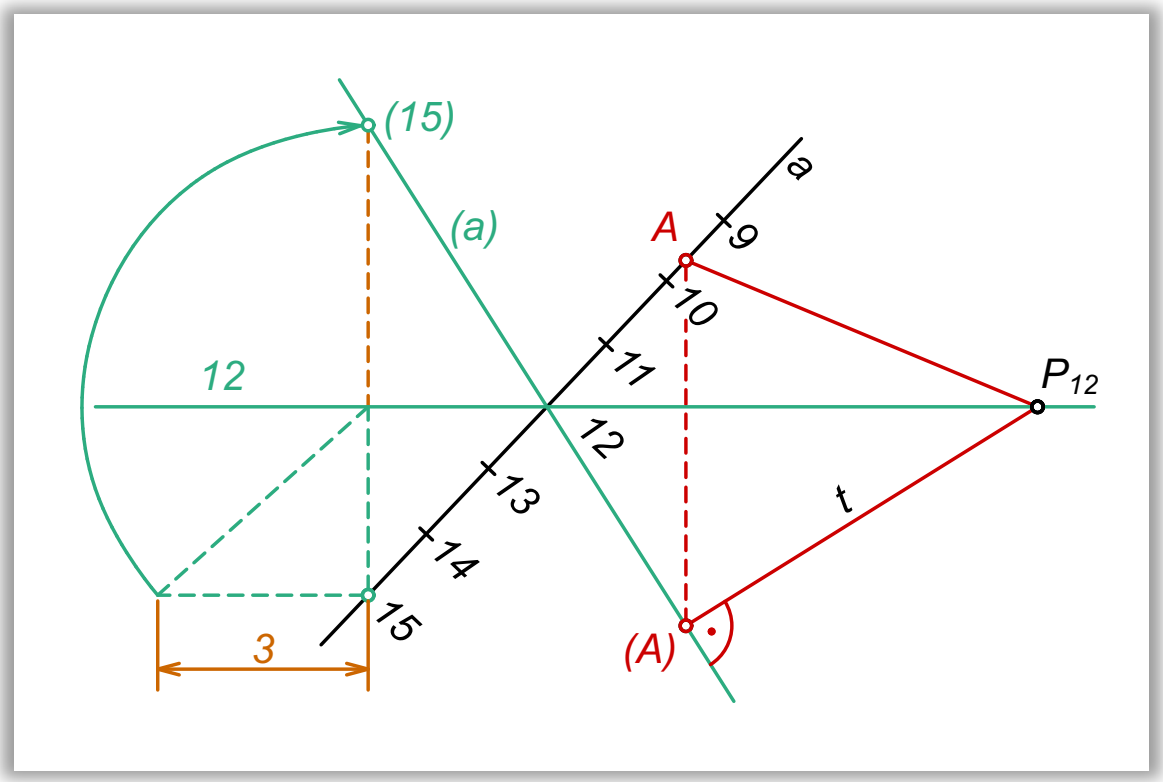
Az AB szakasz vetítősíkját a 3-as szintsíkba forgatjuk a 3. szintvonal körül. Az A_3 pont a forgatás során helyben marad, a B_6 pont pedig egy 3 m sugarú köríven mozog. Állítsunk merőlegest AB szakasz vetületére, mely illeszkedik B_6 vetületére. A szintkülönbség fölmérésével megkapjuk (B) leforgatottat. Az AB szakasz valódi hosszúságában látszik.

2. Pont és egyenes távolsága

Pont és egyenes távolsága a pont és belőle az egyenesre állított merőleges egyenes talppontja által határolt szakasz hosszúsága.

Pont és egyenes távolságát a legegyszerűbben úgy szerkeszthetjük meg, hogy a pont és egyenes összekötő síkját leforgatjuk.

A 46. ábrán az adott P_{12} pontot összekötjük az adott a egyenes 12-es pontjával, így nyerjük összekötő síkjuk 12-es szintvonalát.



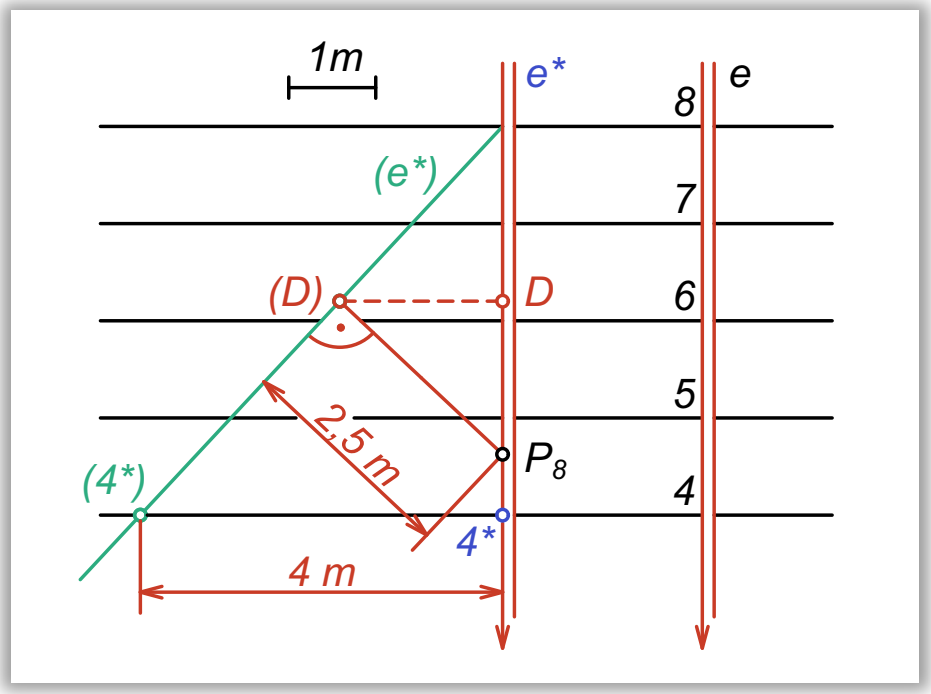
46. ábra

Ezután a 12-es szintsíkba forgatunk. A forgatásnál P_{12} helyben marad, a-t 15-ös pontja segítségével forgatjuk le. A leforgatásban a távolságot megadó t egyenesszakaszt megrajzoljuk, majd A végpontját visszaállítjuk az egyenes képére.

3. Pont és sík távolsága

Pont és sík távolsága a pontból a síkra bocsátott merőleges egyenes talppontja és az adott pont által határolt szakasz hossza.

A P_8-as pont és az e graduált esésvonalával adott sík távolságát szerkesztjük meg a 47. ábrán.



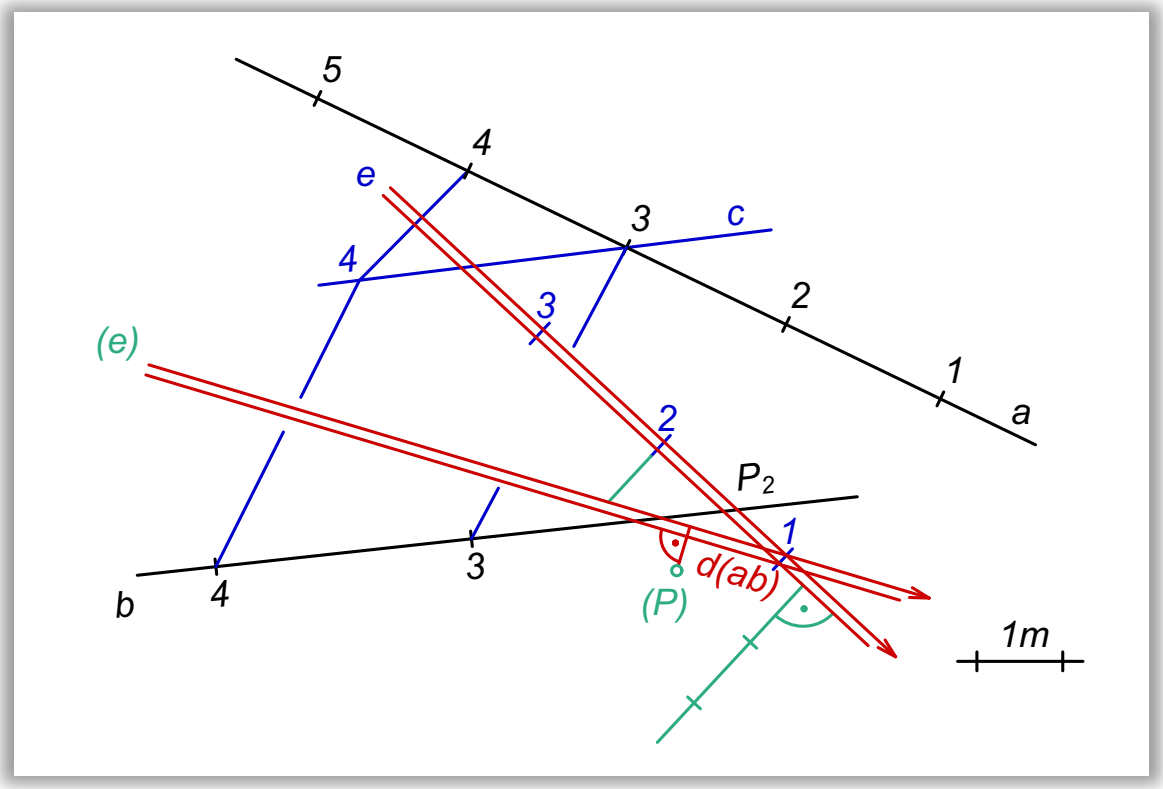
47. ábra

Tekintsük a síknak az adott pont vetítősugarára illeszkedő e* esésvonalát, majd forgassuk be e* vetítősikját az adott ponttal együtt pl. a 8-as szintsíkba. A pont és sík távolsága, PD a leforgatásban valódi nagyságú, lemérve 2,5 m-nek találjuk.

4. Két kitérő egyenes távolsága

Két kitérő egyenes távolsága annak a szakasznak a hossza, mely mindkét egyenesre merőleges és egy-egy végpontja a kitérő egyenesekre esik.

Tekintsünk két olyan egyenest a térben, melyek kitérőek. Ha az egyik egyenesre olyan síkot illesztünk, amely párhuzamos a másik egyenessel, akkor könnyen belátható, hogy az egyenesnek minden pontja ugyanolyan távolságra van a síktól, mint amekkora a két kitérő egyenes távolsága. A feladat tehát pont és sík távolságának meghatározására egyszerűsödik (48. ábra).



48. ábra

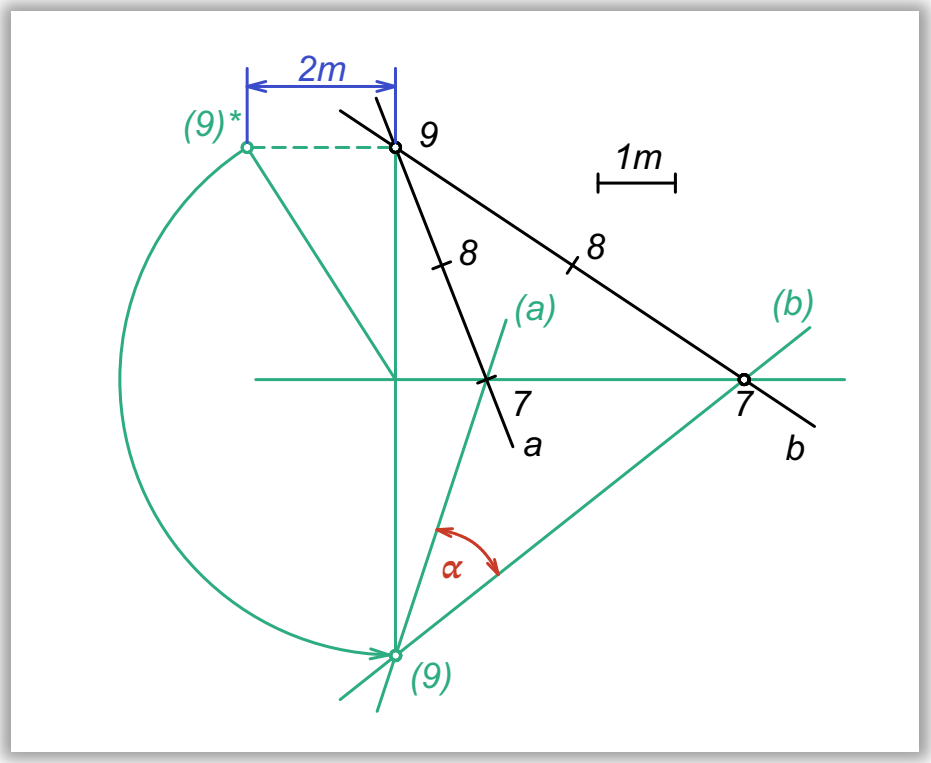
Vegyünk fel a síkban két, graduált képével megadott kitérő egyenest (a és b). Húzzunk b-vel párhuzamos a-t metsző c egyenest. Az ac sík így párhuzamos lesz b egyenessel. Vegyük fel a sík azon tetszőleges esésvonalát, - a könnyebbség miatt - mely fedésben van a b egyenes valamely főszintpontjával, majd az esésvonal vetítősíkját a b egyenes P pontjával együtt forgassuk képsíkba. A leforgatott képen a P pont és az e' esésvonal távolsága meghatározható, ami megegyezik a két kitérő egyenes távolságával.

V. SZÖG – ALAPFELADATOK

1. Két egymást metsző egyenes szöge

Két metsző egyenes hajlásszögének a létrejövő szögek közül a kisebbiket, a hegyesszöget (vagy derékszöget) nevezzük.

Az a és az azt metsző b egyenes szögét szerkesztjük meg a 49. ábrán.



49. ábra

A szöget valódi nagyságban látjuk, ha a szögszárak szintsíkban vannak. Ezért a szögszárak összekötő síkját pl. a 7-es szintvonal körül a 7-es szintsíkba leforgatjuk. Célszerű a szög csúcspontját, a 9-es pontot leforgatni. Feltüntetjük a forgatási háromszöget. A szárak helyben maradó 7-es pontján megy át (a), ill. (b), amelyek a keresett alfa szöget zárják be.

2. Két kitérő egyenes szöge

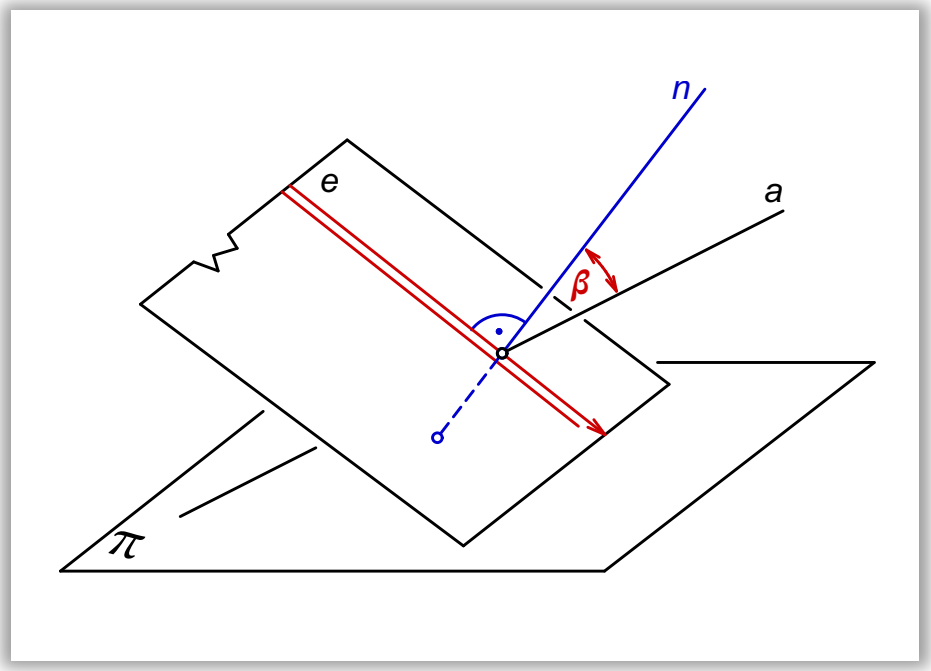
Kitérő egyenesek szögén értjük a tér tetszőleges P pontján átmenő, a két adott egyenessel párhuzamos két egyenes szögét.

Kitérő egyenesek szögének meghatározását a metsző egyenesek szögének meghatározására vezetjük vissza, a következő módon: fölveszünk az egyik egyenessel párhuzamos, a másik egyenest metsző segédegyenest. E metsző egyenesek szöge lesz a két kitérő egyenes szöge.

3. Sík és egyenes hajlásszöge

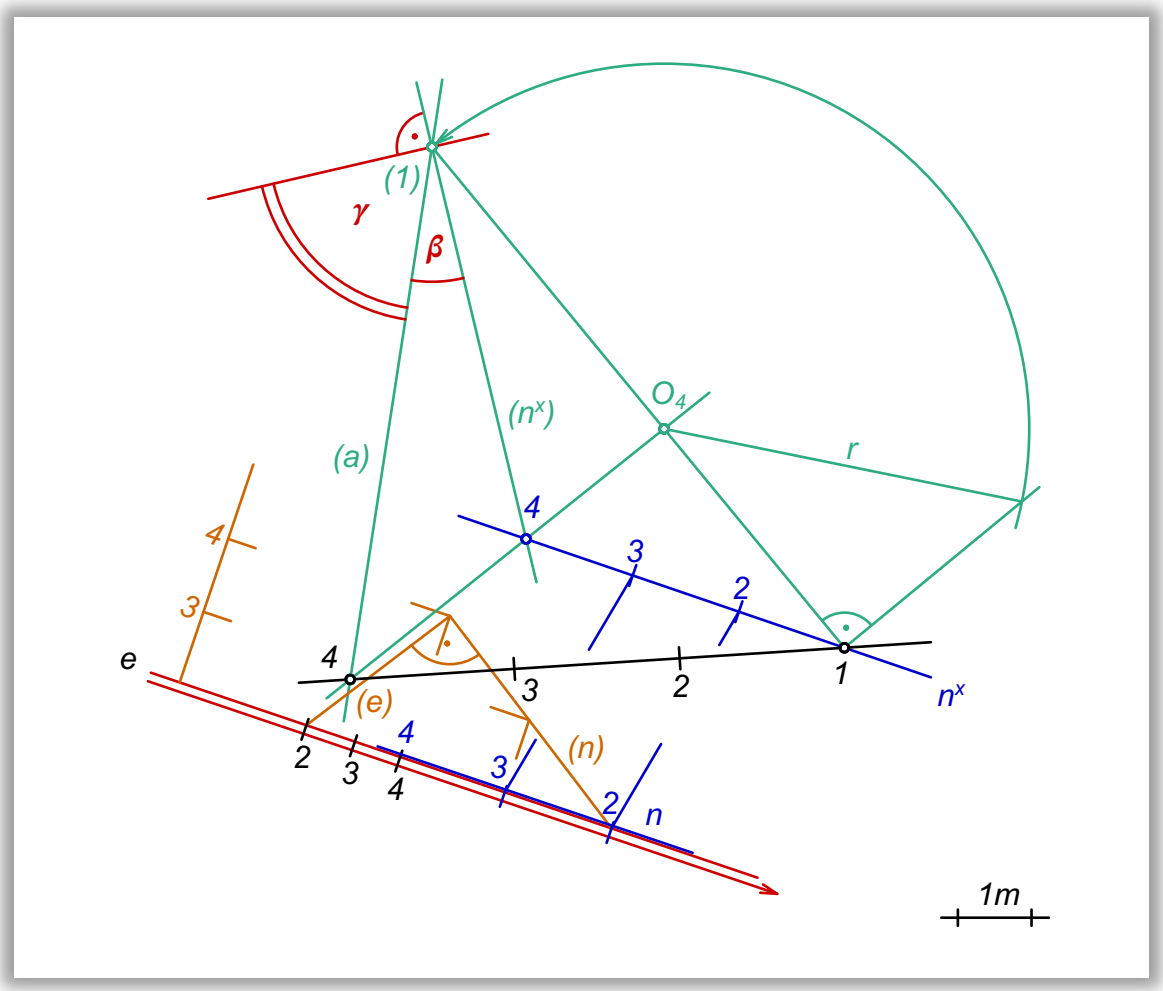
Egyenes és sík hajlásszögén azt a hegyesszöget értjük, amelyet az egyenes a síkra eső merőleges vetületével alkot.

A szög pótszögét az egyenes és a sík normálisa zárja be (50. ábra).



50. ábra

Az 51. ábrán a síkbeli kivitelezést látjuk. Adott az alfa sík e esésvonalának vetületével és az a egyenes graduált vetületével. Állítsunk az alfára tetszőleges n merőleges egyenest. Abban az esetben, ha a merőleges n egyenes és az adott a egyenes nem metszi egymást, toljuk el n egyenest, amíg lesz metszéspontjuk. Így kapjuk n* egyenest. Majd a két egyenes (a, n*) által meghatározott síkot forgassuk szintsíkba a 4. szintvonala körül.



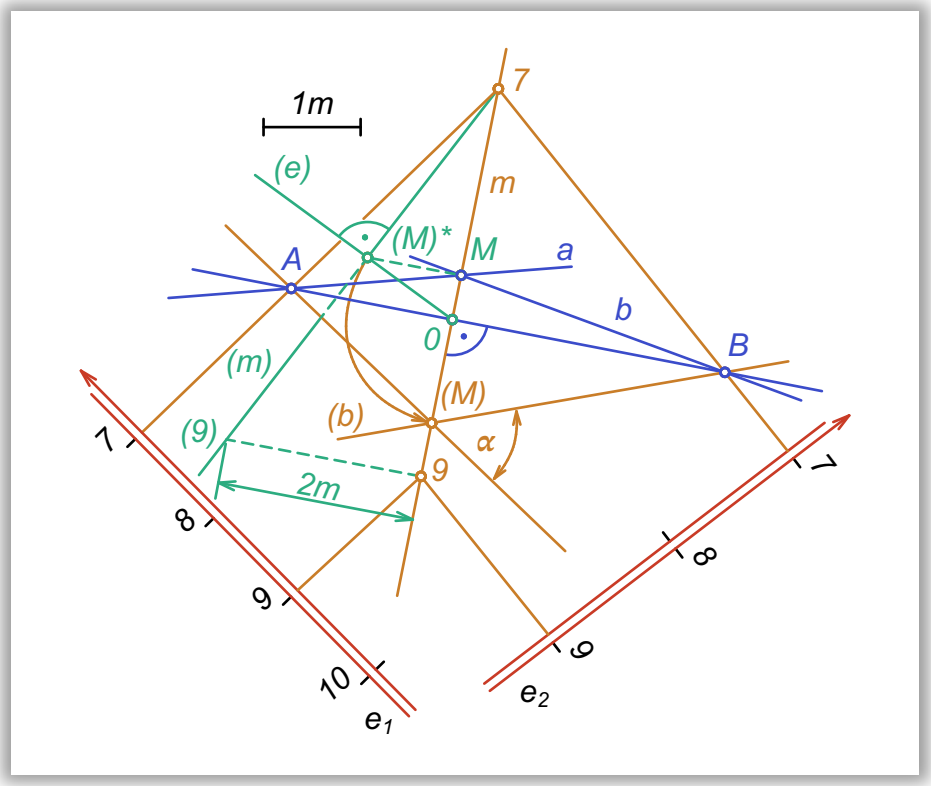
51. ábra

A 4. szintsíkon a béta szög valódi nagyságban látszik. Meghatározva pótszögét, megkapjuk a sík és az egyenes hajlásszögét, gammát.

4. Két sík hajlásszöge

Két sík szögének szárait a két sík metszésvonalára merőlegesen állított sík metszi ki a síkokból.

Az e_1 és e_2 graduált esésvonalával adott síkok szögét szerkesztjük meg az 52. ábrán.



52. ábra

Először a 7-es és 9-es szintsík segítségével a két sík m metszésvonalát szerkesztjük meg. Azután m-en tetszőlegesen felvesszük M-et, és abban m-re merőleges síkot állítunk. A sík M-en átmenő esésvonalának a 7-es szintbe eső pontját m vetítősíkjának a 7-es szintbe forgatásával keressük meg.

Az (m)-en találjuk (M*)-ot, és azon megy keresztül (m)-re merőlegesen (e). Az m-et az (e) az O-ban metszi. Ezen megy keresztül m-re merőlegesen a merőleges sík 7-es csapása. A merőleges sík az adott két síkot az a, ill. a b szögszárban metszi, melyek egyrészt M-en, másrészt a 7-es csapások közös A, ill. B pontján mennek át. Végül a-t és b-t síkjuk 7-es csapása körül a 7-es szintbe forgatjuk le. A két sík szögét, alfát itt találjuk valódi nagyságban.

VI. TRANSZVERZÁLISOK SZERKESZTÉSE

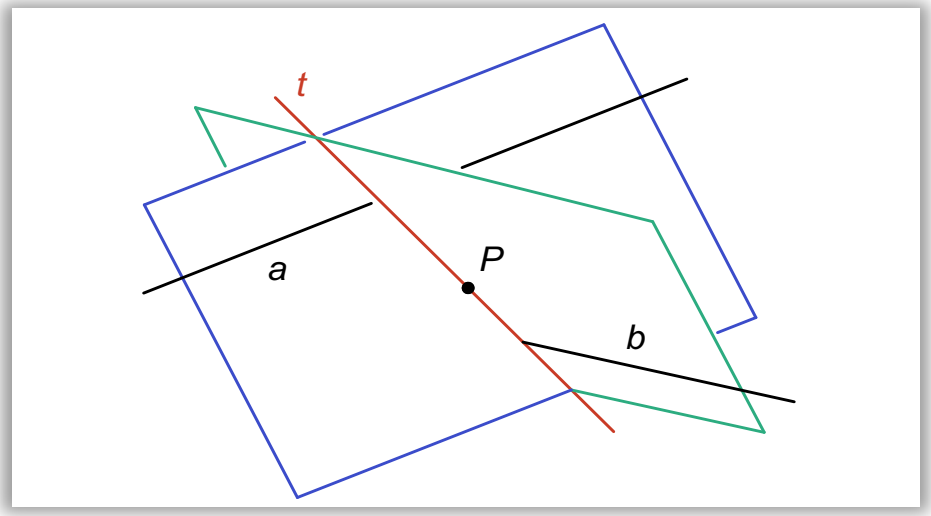
A bányatérségekben a kőzetréteg megközelítésére, a kifejtett anyag elszállítására, szellőztetési célra közlekedési vonalakat, bányafolyosókat, járatokat építünk. Elegendő nagy méretarány esetén e létesítmények hosszméreteihez mérten egyéb méreteik elenyésznek. A rajzi munkában a létesítmények tengelyvonalai kapnak elsősorban szerepet. A meglévő folyosók között összekötő, bekötő folyosókat nyitunk. Ezek állhatnak egyetlen szakaszból, esetleg csatlakozó szakaszokból, tört vonalakból.

A műszaki gyakorlatban sokszor előfordul, hogy két kitérő helyzetű egyenes közé egy harmadik egyenest kell szerkeszteni. Ezt a kitérő egyenesek összekötőjének, vagy transzverzálisának nevezzük. Két kitérő egyenesnek ilyen összekötő egyenese igen sok van; tehát megadott két kitérő tengelyű folyosó között különféle feltételek mellett szerkeszthetünk összekötő folyosót. Most két esettel foglalkozunk: az adott ponton átmenő és az adott iránnyal párhuzamos transzverzálissal.

1. Adott ponton átmenő összekötés

Két esetet tárgyalunk: az adott pont a) a kitérő egyenespár egyikén sincs rajta, b) az egyik egyenesen rajta van.

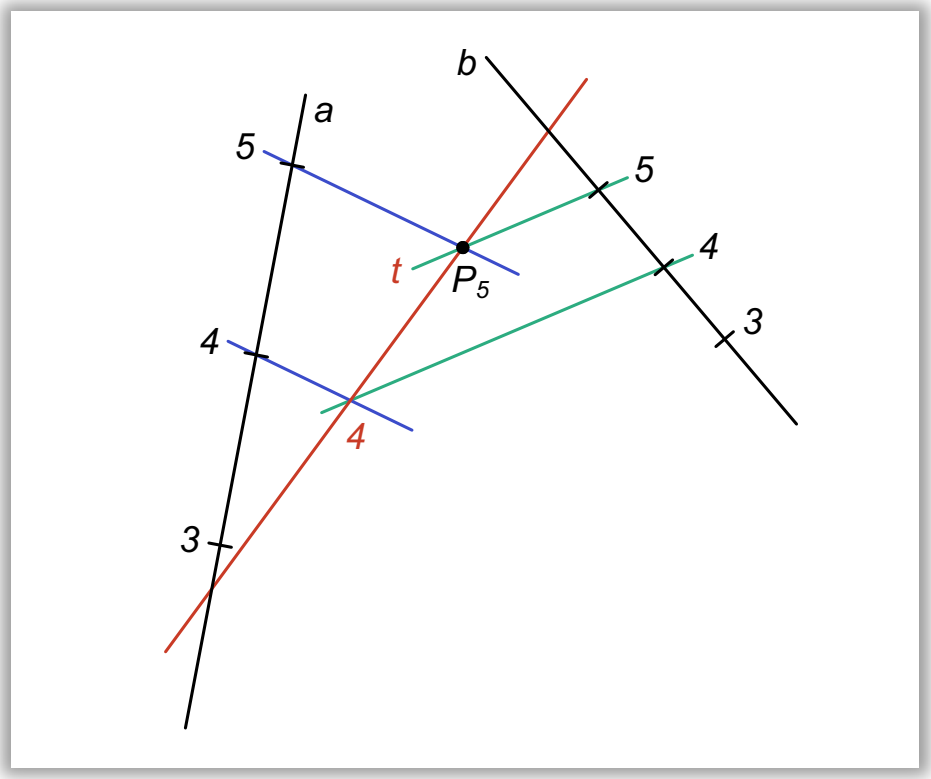
a) Az 53. ábra két kitűnő egyenes adott ponton átmenő transzverzálisa szerkesztésének elvét mutatja, ha az adott pont a kitérő egyenespár egyikén sincs rajta.



53. ábra

A t transzverzális metszi a-t és átmegy P-n, tehát benne fekszik az ‚aP' síkban. Másrészt a t metszi b-t is, tehát benne fekszik a ‚bP' síkban is. Ezek szerint a t az ‚aP' és a ‚bP' síkok metszésvonala. Az 54. ábrán adottak az a és b kitérő egyenesek graduált vetületei és az 5 m magasan levő P pont vetülete.

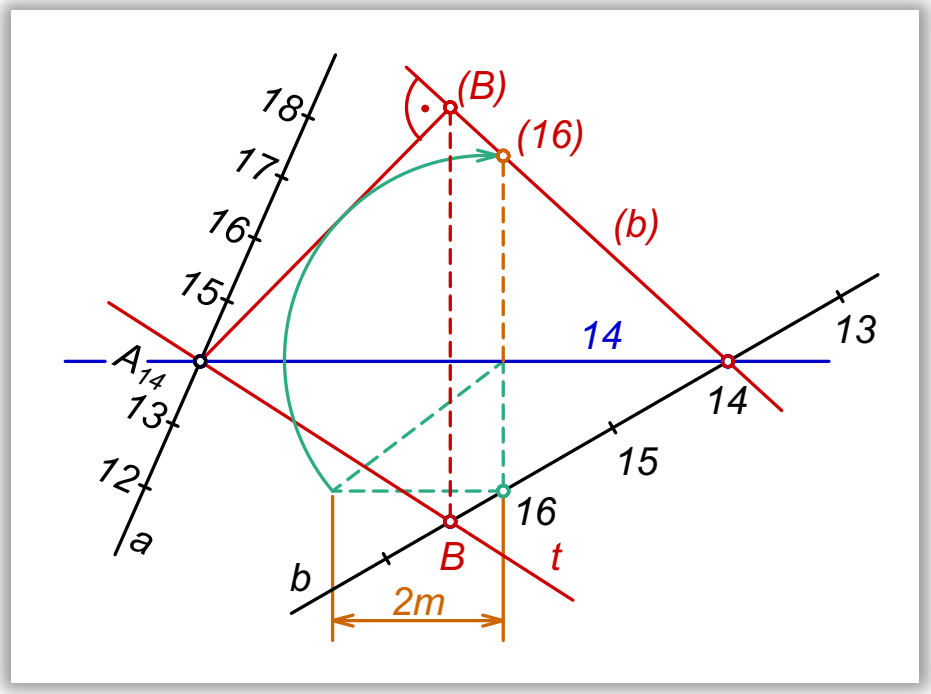
A P-t összekötve az a és b 5-ös főszintpontjaival az ‚aP' és ‚bP' síkok 5-ös főszintvonalait kapjuk. A többi szintvonalak ezekkel párhuzamosak. A két sík metszésvonala a t transzverzális, amit azonnal graduálva kapunk.



54. ábra

b) Az 55. ábrán graduált a és b tengelyvonalával megadtuk a két kitérő folyosót. Az a tengelyvonal A_{14}-es pontjából szerkesszünk a b tengelyvonalhoz legrövidebb összekötőt. Könnyen belátható, hogy a keresett t tengelyvonal az A_{14} és b által meghatározott S síkban fekszik, és b-re merőleges. Először megrajzoljuk az S sík 14-es csapását, majd akörül a b-nek 16-os pontját a 14-es szintsíkba forgatjuk. A helyben maradó A_{14}-ről (b)-re rajzolt merőleges a keresett tengelyvonal t leforgatása, annak valódi hossza. (B) visszaforgatásával t-t megrajzoljuk.

Megjegyezzük, ha az összekötő folyosó h hosszát adjuk meg, akkor a feladatot hasonlóan adjuk meg. A_{14}-ből h sugarú körrel metsszük be (b)-t.

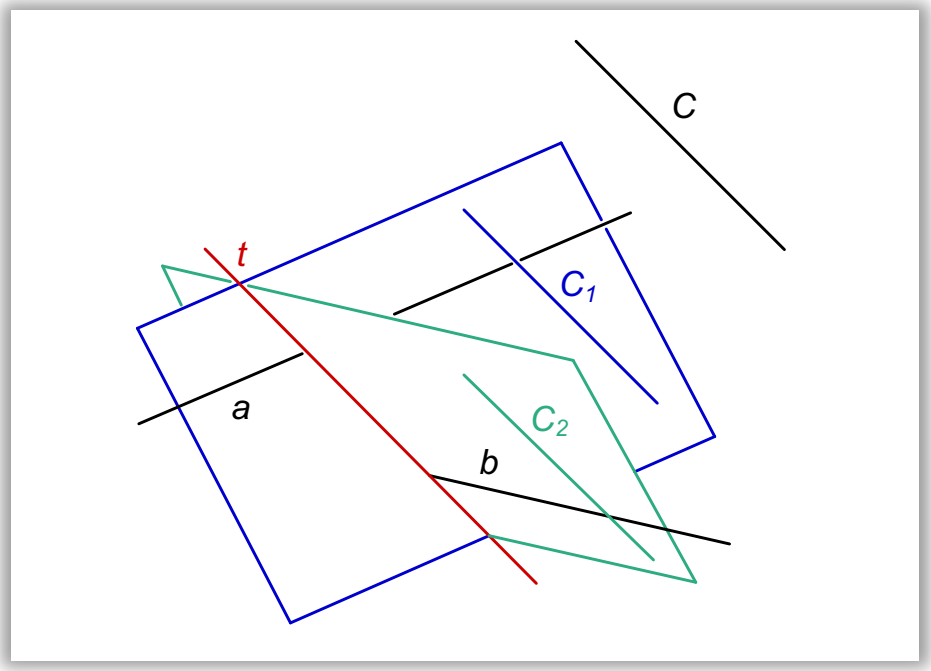


55. ábra

2. Adott iránnyal párhuzamos összekötés

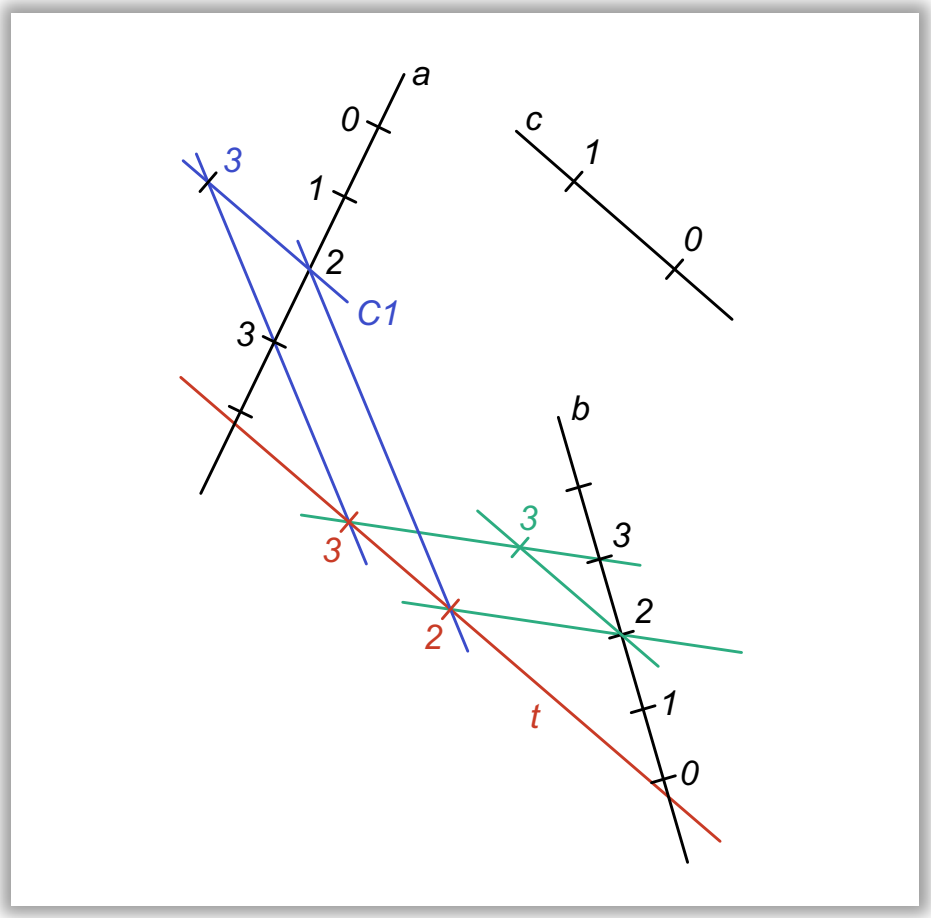
Itt is két esetet tárgyalunk.

a) Az 56. ábra két kitérő egyenes adott irányú transzverzálisa szerkesztésének elvét mutatja. A transzverzális irányát a c egyenessel adjuk meg. A t transzverzális metszi a-t és párhuzamos c-vel, tehát az at sík párhuzamos c-vel. Másrészt a t metszi b-t is, tehát a [bt] sík is párhuzamos c-vel. Ezek szerint a t az a-ra illeszkedő c-vel párhuzamos és a b-re illeszkedő c-vel párhuzamos síkok metszésvonala.



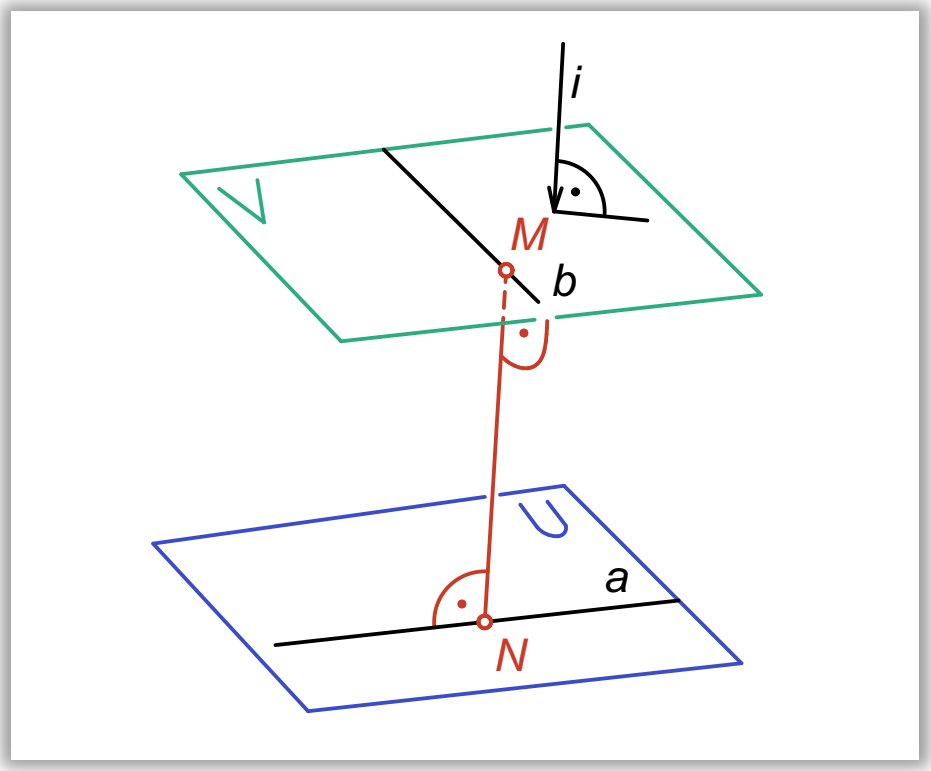
56. ábra

Ezeknek a síkoknak a meghatározása úgy történhet, hogy az a és b egy-egy tetszőleges pontján keresztül c-vel párhuzamos c_1 és c_2 egyeneseket húzunk. Az 57. ábrán adottak az a, b és c páronként kitérő egyenesek graduált vetületei. Az a egyenes 2-es főszintpontján keresztül c-vel párhuzamos c_1-et rajzolunk. A c és c_1 lejtésiránya és osztóköze megegyezik. Az a és a c_1 egyenlő magasságú szintpontjait összekötő egyenesek az $[ac_1]$ sík szintvonalai. A b egyenes 2-es főszintpontján keresztül c-vel párhuzamos c_2-t rajzolunk és megkeressük a $[bc_2]$ sík szintvonalait. Az $[ac_1]$ és a $[bc_2]$ síkok metszésvonala a t transzverzális.



57. ábra

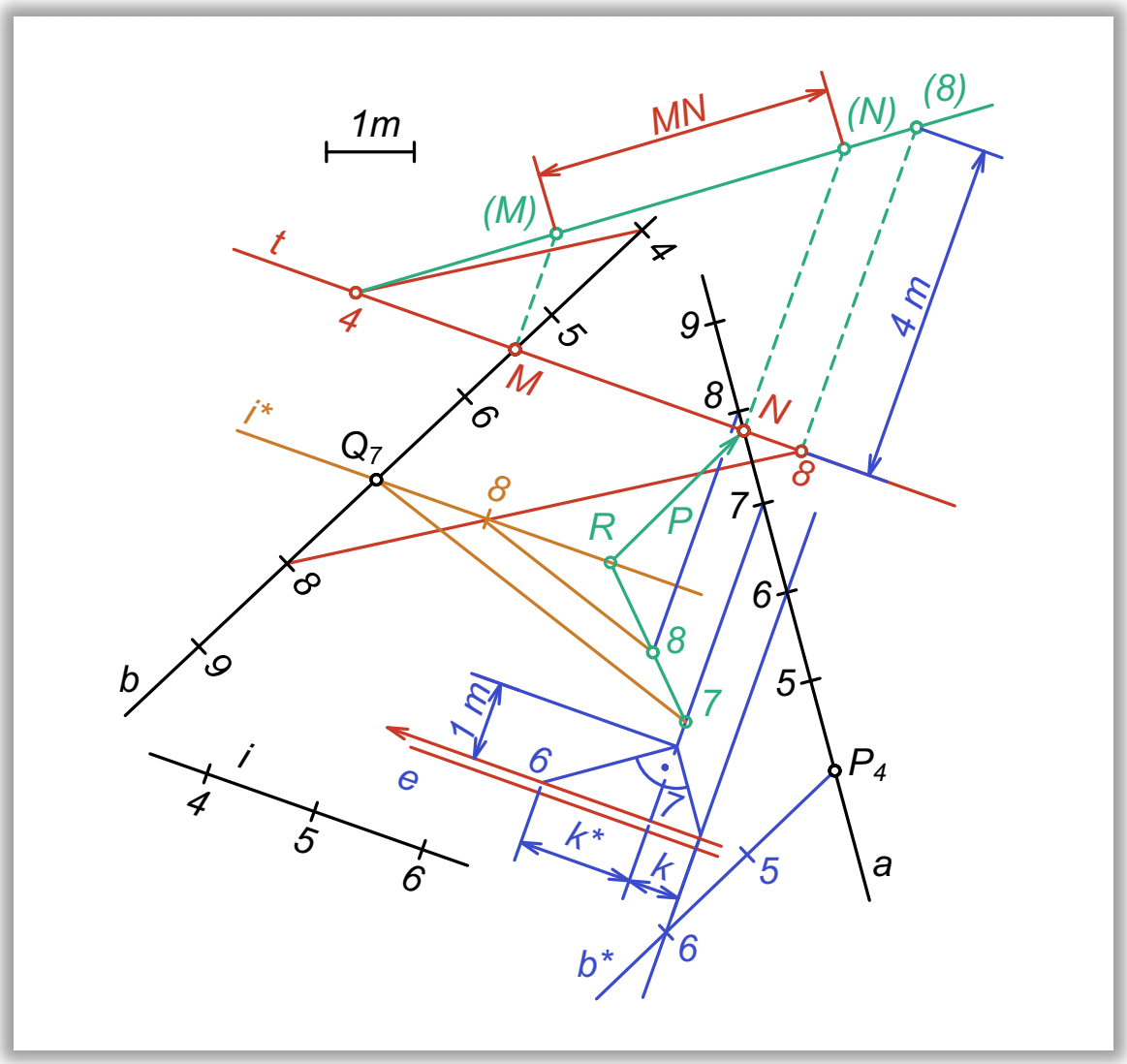
b) Azt az esetet vizsgáljuk, amikor az irány mindkét kitérő egyenesre merőleges. A megoldás ez esetben a kitérő egyenespár normáltranszverzálisa. Ha az 58. ábrán a V-re merőleges i irányt választjuk, akkor a vele párhuzamos MN összekötés a lehető legrövidebb.



58. ábra

Ez a két kitérő egyenes távolsága. Graduált képével adott a és hozzá képest kitérő b egyeneshez legrövidebb összekötést szerkesztjük az 59. ábrán.

Először mindkét egyenesre merőleges irányt veszünk fel. Az a-nak tetszőleges P_4 pontján keresztül a b-vel párhuzamos b* egyenes a-val az U síkot alkotja. A síkra merőleges irányt a tetszőleges e esésvonal segítségével szerkesztjük meg. A merőleges i irány osztóköze k*, és képe e-vel párhuzamos. Azután a b egyenes tetszőleges Q_7 pontján keresztül az i-vel párhuzamos i* egyenesnek és U-nak döféspontját, R-et a 7 és 8-as szintvonalakkal szerkesztjük meg. A kapott R-en keresztül a b-vel párhuzamos p egyenes kimetszi a-ból N-t. Ezen keresztül i-vel párhuzamos a legrövidebb összekötés. Ez b-t M-ben a metszi. A t-t a b és i* összekötő síkjának 8-as és 4-es csapásával graduáljuk, majd a 4-es szintbe forgatással kapjuk az MN valódi nagyságot.


1m
MN
(N)
(8)
(M)
t
4
5
M
6
9
8
N
4 m
i*
Q7
8
8
8
R
P
7
6
b
9
8
8
7
5
1 m
6
i
4
5
6
e
7
P4
k*
k
5
a
b*
6

59. ábra

VII. A TEREPFELÜLET ÁBRÁZOLÁSA

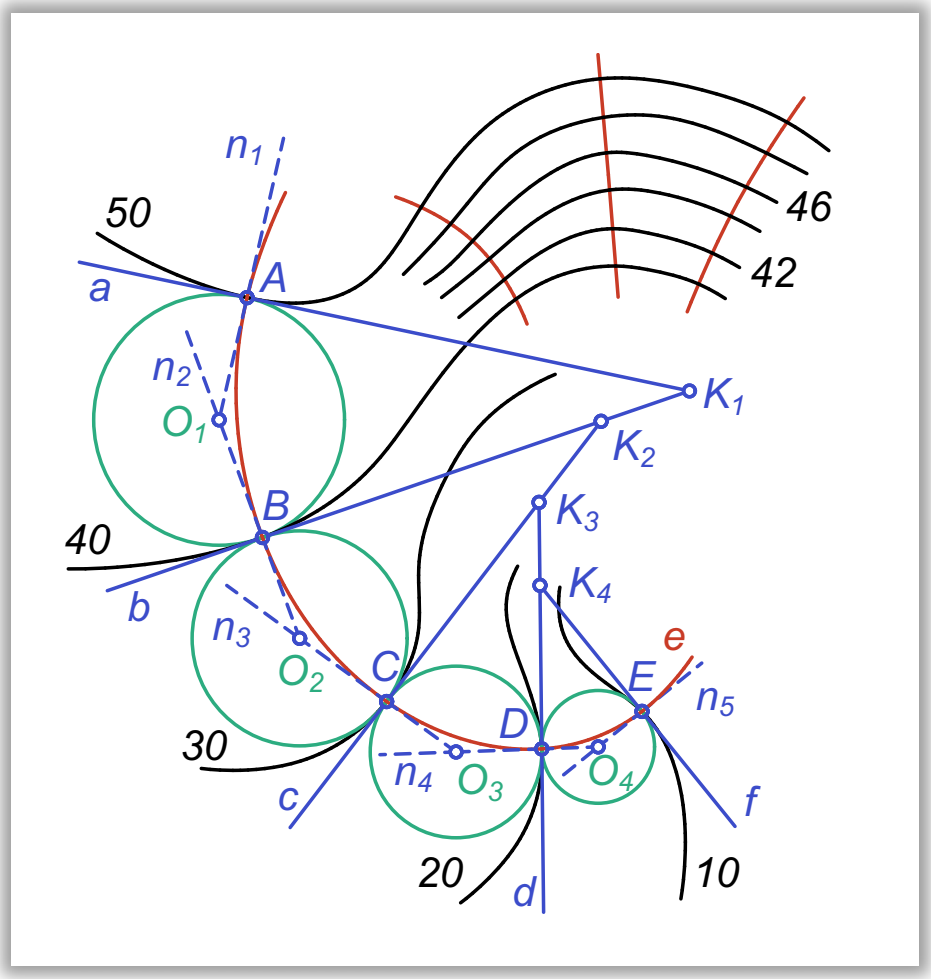
A természetes földfelszín az ún. terep-, ill. topografikus felület, röviden terep vagy domborzat. A természetes terepfelület ritkán írható le geometriai törvényekkel. A terepet általában minden vetítősugár egy pontban és röviden szintsík szintvonalban metszi. A szintvonal tehát síkgörbe. A különböző magasságban levő szintvonalak vetületei általában nem metszik egymást.

Terepfelületet a főszintsíkok metszeteivel, terepszintvonalakkal, röviden szintvonalakkal ábrázolunk. Az ilyen rajzot a terep szintvonaltervének nevezzük. A szintvonalak egymástól való vízszintes távolsága általában attól függ, hogy milyen a terep függőleges tagoltsága, és milyen méretarányban ábrázolunk. Minél kisebb a szintvonalak magasságkülönbsége, annál jobban megközelítjük vele a terepet, annál pontosabb és részletesebb a róla készített rajz.

A szintvonalak megrajzolását geodéziai munkálatok előzik meg. Mérésekkel megállapítják a terep lehetőleg nagyszámú és lényeges pontjának kótáját. A szintvonalak rajzolása kényelmesen történhet fotogrammetriai úton. A terepről készített fényképekből előállítják a terep kicsinyített, térhatást keltő képét, majd egy rögzített írószerszám segítségével megrajzolják a térképet.

A terepnek a szintvonalakra merőleges vonalait esésvonalaknak nevezzük. Az általában szabálytalan terepfelületeket a rajtuk húzódó szint-, és esetleg esésvonalakkal adjuk meg.

A 60. ábrán terepfelületet adunk meg néhány szintvonalával.



60. ábra

1) Az A pontból kiindulóan rajzoljunk a terepen esésvonalat! (A szintvonalak közötti terepsávokról a tapasztalat szerint csak annyit tételezhetünk fel, hogy általában törés nélküli folytonos görbe felületek.) Az esésvonalak közelítő megrajzolásához: 1. segédköröket alkalmazunk; 2. az esésvonal képe két szintvonal között első közelítésben körív legyen; 3. feltesszük, hogy az esésvonalnak két szomszédos szintvonal közé eső szakasza állandó lejtésű. Először A-ban a szintvonal a érintőjét, majd az n_1 normálisát rajzoljuk meg. Azután olyan kört rajzolunk, amelynek O_1 középpontja a normálison van, és az 50-es, valamint a 40-es szintvonalat érinti. A kör középpontját és B érintési pontját becsléssel jelöljük ki. Folytatva a műveletet, kapjuk a C, D és E pontot. A normálisok az esésvonal érintői. Két érintkező körív középpontja két szomszédos szintvonal érintőjének a metszéspontja; pl. a és b adja K_1-et.

2) Az 50-es és 40-es szintvonalak közé 2 m-enként iktassunk be újabb szintvonalakat.

Rajzoljunk meg néhány esésvonalat. Graduáljuk azokat 2 m-enként (osszuk öt egyenlő részre).

Majd az egy magasságú pontokat kössük össze folytonos szintvonalakkal úgy, hogy azok az esésvonalakat derékszögben messék.

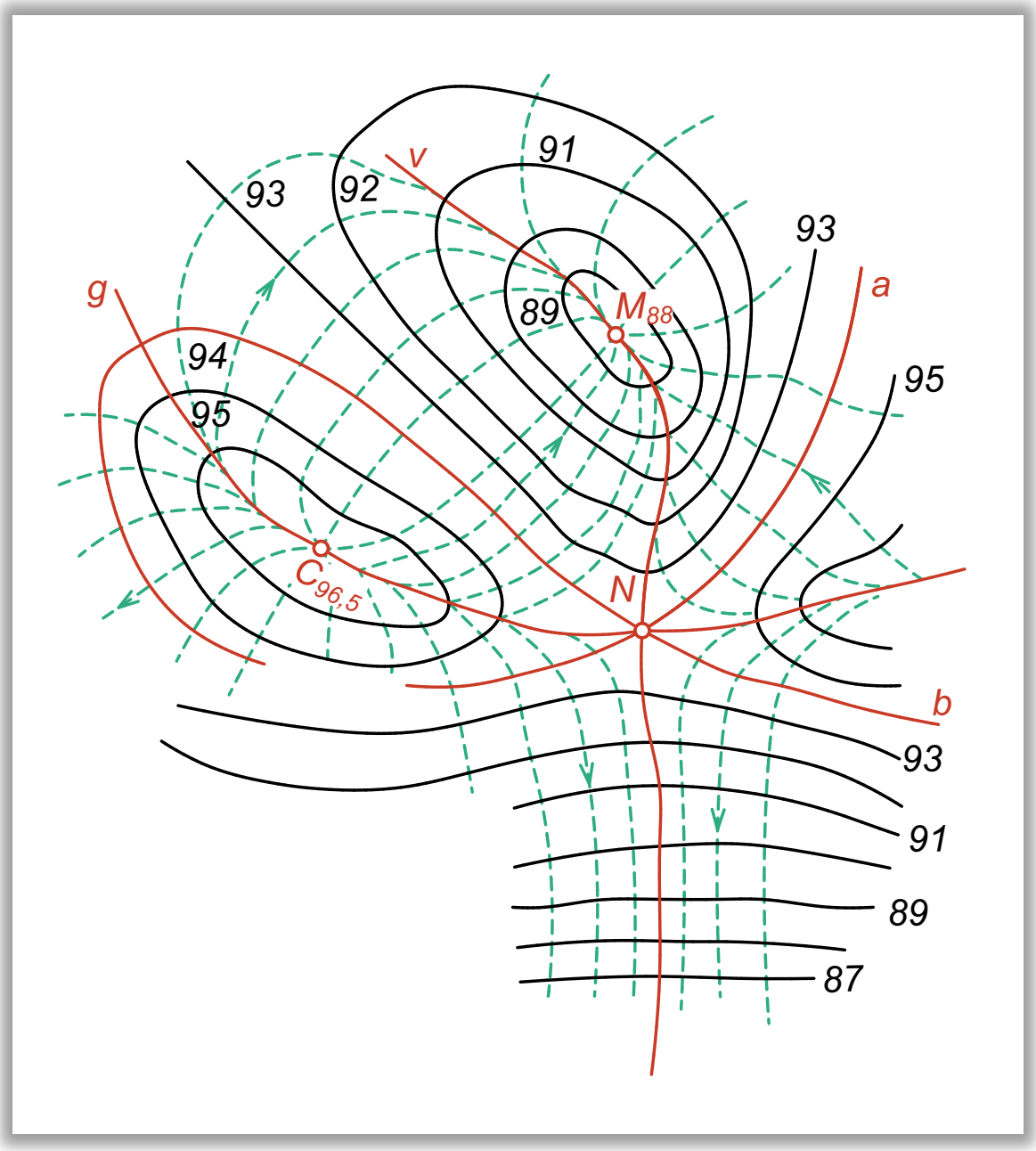
Egy tereprész szintvonaltervét mutatjuk be a 61. ábrán. A terepfelületnek jellegzetes pontjai vannak.

Ilyenek:

1) C az a pont, amelynek mérőszáma a környezetébenlévő összes pont mérőszámánál nagyobb, ez a terepfelület csúcspontja. Benne a terep érintősíkja vízszintes.

2) M az a pont, amelynek mérőszáma a környezetében lévő összes pontok mérőszámánál kisebb, ez a terepfelület mélypontja, medencepontja. Benne a terep érintősíkja vízszintes.

C és M mérőszámát külön meg kell adnunk, mert ezeknek értéke a szintvonalak segítségével nem becsülhető meg.



61. ábra

3) N pontban a 94-es szintvonal önmagát metszi, tehát e ponton a szintvonalnak két ága, a és b halad át. N a felület nyeregpontja, vagy járompontja. N pontban az érintősík vízszintes. N a nála magasabb C és T pont között a legmélyebb pont, de az M és C pont között a legmagasabb pont.

Az esésvonalak közül különleges a C-n átmenő g gerincvonal és az M-en átmenő v völgyfenékvonal. A gerincvonal (hegyhátvonal) és a völgyfenékvonal (teknővonal) az összes esésvonalak közül a legkisebb lejtésű. A gerincvonaltól a víz eltávolodik, ez vízválasztó. A teknővonalban a víz betorkollik, ez vízgyűjtő.

I R O D A L O M J E G Y Z É K

Dr. Petrich Géza: Ábrázoló geometria, Tankönyvkiadó, Budapest, 1969.

Dr. Petrich Géza: Mérőszámos ábrázolás, Az ipari technikumok számára, Tankönyvkiadó, Budapest, 1958.

Hajós Gy.: Bevezetés a geometriába, Tankönyvkiadó, Budapest, 1987.

Kárteszi F.: Ábrázoló geometria, Tankönyvkiadó, Budapest, 1962.

Kólya Dániel: Gyakorlati ábrázoló geometria, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987.

Lőrincz-Petrich: Ábrázoló geometria, Tankönyvkiadó, Budapest, 1985.

Strommer Gy.: Ábrázoló geometria, Tankönyvkiadó, Budapest, 1974.

Zigány F.: Ábrázoló geometria, Tankönyvkiadó, Budapest, 1964.