

## A TALAJOK HASZNOSÍTÁSA, STATIKAI ELEMKÉNT VALÓ MEGHATÁROZÁSA

A talaj mint építőanyag, a kővel és a fával együtt a legősibb építkezésre használt anyagok egyike. Jelentősége ugyanakkor nemcsak építőanyag minőségében mutatkozik meg, hanem abban is, hogy gyakorlatilag – a vízépítési és a bányászati tevékenységek speciális körét nem számítva (mely utóbbi esetekben az alapkőzet tulajdonságai meghatározók) – az egyetlen olyan közeg, mely mindenképpen kapcsolatba kerül a mérnöki létesítményekkel. A talaj az a közeg, melyben a létesítmények „gyökereznek”, és a talajnak ebben az esetben a más hasznosítási (ld. mezőgazdasági) formáktól eltérően speciális tulajdonságai kerülnek előtérbe. A talaj az egyik legfontosabb statikai elem, melynek ismerete elengedhetetlen a mérnöki és építészeti létesítmények megvalósításához. A talajok statikai és dinamikai tulajdonságainak, terhelhetőségének, felhasználhatóságának vizsgálatával a geotechnika, a talajmechanika tudományága foglalkozik.



Nagy kiterjedésű „talajomlás” (forrás: [www.google.com](http://www.google.com))

Jellemzően az alsóbb, de akár a felszínközeli talajrétegekben a talaj- és/vagy a rétegvízáramlásban, a vizek mennyiségében bekövetkezett változások a talajok tulajdonságainak, szemeloszlás, hézagterfogat és hézagtenyező, térfogatsúly stb. megváltozásával járnak. Ezek a változások olyan folyamatokat indítanak el, melyek a talaj mechanikai tulajdonságainak megváltozásához vezetnek. A megváltozott mechanikai tulajdonságok eredményeképpen a talajok szerkezete összeomlik, teherbíró, „tartószerkezeti” tulajdonságukat elvesztik, ami szélsőséges esetben a felettük található talajrétegek okozta terhelés miatt omlásokat, roskadásokat, megcsúszásokat stb. idézhet elő.

A talajok tartó-, támasztószervezeti, mechanikai tulajdonságainak leírásával, az egyes, a talajok szervezeti tulajdonságait leíró folyamatok és az azok közötti kapcsolatok vizsgálatával foglalkozó tudomány a talajmechanika és a geotechnika.

## **Talajmechanika**

Nincs olyan mérnöki szerkezet, melynek ne volna valamilyen kapcsolata a talajjal. A talaj vagy körülveszi, vagy hordozza, vagy alkotja a mérnöki szerkezetet. Ezt a legszorosabb összefüggést egészen a 20. század kezdetéig inkább csak a szerkezet oldaláról vizsgálták, ugyanakkor csak egyszerűen tudomásul vették, hogy van „föld”, vagy „talaj”, esetleg „altalaj” és nem törődtek azzal, hogy ez a „jól ismert” közeg miképpen viselkedik a mérnöki szerkezetekkel szemben, vagy miképpen viselkedik önmagában mérnöki szerkezetként. Olybá tekintették a földet (talajt) is, mint a vizet vagy a levegőt, mely a mérnöki szerkezettel ugyancsak kapcsolatban van.

A talajmechanika tudományágának fel nem ismeréséért azonban nem szabad kizárólag a mérnököket felelőssé tenni. Legalább akkora, ha nem nagyobb, felelősség terheli ezért a fizikusokat, akik megalkották a hidro- és aerosztatika és -dinamika törvényeit, csak éppen a föld maradt ki az érdeklődésük köréből. Még legközelebb jártak a hiányzó tudományos munkához a geológusok, akik a föld őstörténeti múltját kutatva tettek értékes felfedezéseket.

Két dolog volt, ami már a 19. század mérnökét is gondolkodásra kényszerítette a földdel-talajjal-altalajjal kapcsolatban. Az egyik az, hogy az árvédelem érdekében épített töltés anyaga olyan föld legyen, amely nem eresztí át a vizet, a másik pedig az, hogy a földbe mélyített gödör, vagy a hegybe vágott táro ne omoljon be és ne törje össze a védő ácsolatot. Erre a két {IV-219.} tényezőre a mérnökök igenis felfigyeltek és ennek kapcsán a talaj vízáteresztő képességét és a földnyomást a legegyszerűbb eszközeikkel – a beépítések előtt vagy közben – meg is vizsgálták. De még ebben a két tárgykörben is csak a 20. század eleje hozott tudományosan értékelhető magyarázatokat, ill. a jövőbe mutató megállapításokat.

A vízzel szembeni viselkedés fontossága volt az első szempont, mely a részletesebb vizsgálatok igényével lépett fel. Kiderült, hogy a talajszemcsék nagyságának ebben döntő szerepe van. A talajok vízáteresztő, vízviasztartó, vagy víz át nem eresztő képességének és a kapilláris jelenségek előfordulásának vizsgálatára Atterberg norvég tudós végzett igen részletes kutatásokat (1905). A szemcsék nagyságát alapul véve a vizsgálandó talajt szitákkal egyforma nagyságú szemcsékre bontotta és a frakciók vízzáró vagy vízáteresztő képessége szerint különböztetett meg.

A nemzetközi gyakorlatban elfogadták az osztályozást, csupán néhány ország – így Magyarország is – módosított rajta.

Az egyes talajok viselkedését nemcsak a szemcsenagyság és a víztartalom szabja meg. Keresni kellett olyan jellemzőket is, amelyek a talajra vonatkozóan mérhető, számszerű leírást tesznek lehetővé és amelyeknek az összehasonlítása révén valóban meg lehet állapítani, hogy mely talaj milyen mértékben alkalmas a tervbe vett felhasználásra. Pontosán kell tudni, hogy a talaj a mérnöki szerkezettel való kölcsönhatás folyamán miképpen fog viselkedni. E célból az eddigi gyakorlati megfigyeléseket szabályokká, tanokká kell integrálni.

Ez a felismerés indította meg a talajmechanika tudományággá fejlesztését. Elindítója Karl Terzaghi *Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage* című korszaknyitó könyve volt

(1921). Ekkortól kezdve állítottak fel minden haladó országban talajmechanikai laboratóriumokat a szükséges vizsgálatok elvégzésére és a szükséges műszerek, eszközök és módszerek kifejlesztésére. Az elsők között volt a Budapesti Műszaki Egyetemen Jáky József által felállított talajmechanikai laboratórium.

A laboratóriumi vizsgálatok és kísérletek eredményeinek fokozatos közzététele a különféle nyelvű és tárgyú szakfolyóiratokban az 1920-as évek második felében indult meg és a következtetések levonása, valamint a tervező és kivitelező mérnöki munkáknál történő hasznosítása lassan bár, de szintén megkezdődött.

Közben sikerült megfogalmazni a talajmechanika célját és feladatát a mérnöki gyakorlatban, ami egyúttal az új tudományág hasznosítását is jelentette. A talajmechanika működési területe három munkaterületre osztható. A tervek készítésénél felhasználható adatok szolgáltatása, laboratóriumi vizsgálatok alapján a terepen végzett kutatások építkezések lebonyolítása közben, a helyszínen adatgyűjtés és az építéssel kapcsolatos ellenőrzés helyes megszervezése, és a kész építmény vizsgálata, viselkedésének ellenőrzése és összehasonlítása az előzetes feltevésekkel. Az ellenőrzés eredményei alapján következtetések összegzése a jövőre vonatkozóan mind gyakorlati, mind elméleti vonatkozásban.

Azok az objektív jellemzők, amelyeknek számszerűsítésére lehetőség mutatkozott, önmagától érthetően a talaj három alkotórészét: a szilárd anyagot, a vizet és a levegőt állította viszonyba egymással. Ilyen alapon megkülönböztetünk *hézagterfogatot*, ami a talajban lévő levegő térfogatának a teljes térfogathoz való viszonyát jelenti, valamint *hézagtérfogatót*, ami a levegő térfogatának a szilárd alkatrészhez való viszonyát százalékszámmal fejezi ki. További talajjellemzők a relatív tömörség, a laza talaj térfogatának a tömörített talaj térfogatához való viszonya, a relatív nedvesség, a vízzel töltött hézagterfogatnak az üresen maradt hézagterfogathoz való viszonya, a térfogatsúly, a talajminta súlyának a talajminta térfogatához való viszonya. {IV-220.} Az eddig felsorolt jellemzőket együttesen petrográfiai talajjellemzőknek nevezzük.

A vizsgálatok harmadik csoportja a talajt nem statikus állapotában vizsgálja, hanem azokat a változásokat igyekszik nyomon követni, amelyeket a mérnöki közreműködés következtében (vagy a természetes környezetben) fellépő hatások idéznek elő. Ilyen hatás a terhelés, a vibráció, az eső, a fagy stb. E hatások következtében a talaj tulajdonságai néha gyökeres változásokat szenvedhetnek el és a változások is visszahatnak a mérnöki szerkezetre. A talajnak erre irányuló vizsgálatát dinamikus vizsgálatoknak nevezzük.



Munkagödör megtámasztás (forrás: google.com). A talajmechanikai vizsgálatok kiemelten fontos részét képezik az építőmérnöki gyakorlatnak.

Az eddig felsorolt vizsgálatok eredményei alapot nyújtottak arra, hogy a talajokat különféle szempontok szerint osztályozni lehessen. A talajmechanika szempontjából az osztályozás kétféleképpen célszerű, szemmagyság és konszisztencia-határok szerint. Az osztályozás elvben minden országban más és más lehet, azonban a legtöbb országban szabványosított, így Magyarországon is.

A talaj és a benne foglalt víz viszonyának fontosságára már az előzőkben rámutattunk. Nem tértünk ki azonban arra, hogy a víz a talajban mozgást végez, ennél fogva a talajvizsgálathoz kivett minta csupán a talaj pillanatnyi állapotáról ad tájékoztatást, holott a talajjal kapcsolatba kerülő mérnöki szerkezet szempontjából különös fontosságú, hogy a víz a talajban megmarad-e, mozog-e és ha mozog, milyen irányban és milyen gyorsan mozog.

A terhelés hatására megváltozó talajfizikai jellemzők között a legnagyobb változást a hézagtéynyező szenved el. Ennek következtében változik meg a talaj víztartalma, térfogatsúlya és az ekként tömörödő talaj vízáteresztő képessége is. Utóbbi megváltoztatja a pórusokban visszamaradt víz nyomását. Fokozza a vizsgálat nehézségeit, hogy mindezek a változások nem azonnal, hanem egy bizonyos idő elteltével jönnek létre, tehát az időtéynyezőt sem lehet figyelmen kívül hagyni. A terhelést tehát első lépésben a talajban lévő víz veszi fel, és ezt a nyomást az idő teltével fokozatosan adja tovább a talajszemcséknek, ill. azok szerkezetének.

A mérnöki építmények a legtöbb esetben függőlegesen terhelik a talajt, a talaj pedig az oldalra kitérés lehetősége nélkül veszi át a terhelést. Erre a terhelési esetre olyan talajmintán lehet kikísérletezni a várható teherbírás mértékét, amelynél a nyomás alá helyezett talajminta oldalkitérését oldalfallal megakadályozzuk.

Ha a terhelés kísérletét oly módon végezzük, hogy a talaj oldalra kitérését nem akadályozzuk meg, akkor a terhelésnek kevésbé a talajban keletkező nyomás, sokkal inkább a talajban lévő belső súrlódás és a kohézió áll ellent, ill. veszi át a terhelő erőt. A terhelő erő fokozásával elérjük a talajtörést, vagyis az ún. törőterhelést, melynek hatására a talajtörés bekövetkezik.

A talajoknak mind a belső súrlódása, mind a kohéziója igen jellegzetes érték, ami leginkább a szemnagyságtól és a szemcseösszetételtől függ. Lényegében a nagyobb szemcséjű talajoknak (kavics, homok) a belső ellenállását a szemnagyság, míg a kisebb szemcséjű talajoknál (agyag) a kohézió jellemzi.

A mérnöki szerkezetek és a talaj kapcsolatában döntő fontossága van a talajtörés jelenségét befolyásoló összes tényezők pontos ismeretének. Így elsősorban a belső súrlódás és a kohézió okainak ismeretére történtek részletes és sikeres vizsgálatok és születtek erre szolgáló műszerek és laboratóriumi segédeszközök. A korszerű vizsgálati eljárások eredményei hídfők és támfalak méretezésénél képeznek megbízható támpontot.

A talajmechanikát, mint tudományát a 20. század elején a mérnöki gyakorlatban bekövetkezett szükségletek teremtették meg. Ennek lett a folyománya, hogy a talajok tulajdonságainak leírására vonatkozó {IV-221.} megállapítások után a talajmechanika fejlődése nem a más tudományok fejlődését jellemző rendszerezésben folytatódott, hanem azonnal a hasznosításban jutott szerephez. A talajmechanika olyannyira a gyakorlatra épült fel, hogy az elméleti megállapítások és összefüggések, más tudományágakkal összefüggő kérdések tárgyalása csak a gyakorlati alkalmazással egy időben, azzal párhuzamosan kezdődött meg és folytatódott a 20. század első felében. Addigra – mondhatjuk – szinte a telítettség mértékéig kialakult a talajmechanika gyakorlati hasznosítása, amiben az elméleti megállapítások már csak az utólagos megerősítés útját követhetik és többnyire csupán akadémiai jelleggel bírnak. Ebben az úttörő jellegű tudományos munkában a magyar mérnökök nemzetközi fórumokon elismerést arattak. Közöttük Jáky József és Kézdi Árpád, a BME professzorai Állami Díjban részesültek, utóbbi a Nemzetközi Talajmechanikai és Alapozási Egyesület európai alelnöke és több külföldi egyetem tiszteletbeli doktora lett. Ez is mutatja, hogy a 20. század elején mérnökeink és tudósaink elkésetten bár, de az égető szükségletet kielégítve fejlesztették a tudományt.

A talajmechanika által megválaszolható kérdések között a legnagyobb fontosságúak: az alaptestek várható süllyedése, a cölöp teherbírása, a rézsú állékonysága, a földnyomás (siló, ívhíd, alagút), az árvédelmi töltés (vízáteresztő képesség), a földmű tömörítése, az útépités, repülőtéri futópálya építése, a talajfeltárás (bányanyitás).

### **Felhasznált irodalom:**

<http://mek.niif.hu/02100/02185/html/720.html>

[www.google.com](http://www.google.com)