

A vályog minősítő vizsgálatai

Molnár Viktor
SZIF, Győr

A vályog természetes anyagokból előállított szervesen építőanyag, mely az agyag mint kötőanyag, a homok és a kavics mint adalékanyag és az esetlegesen hozzáadott valamilyen tulajdonságjavító szer(ek) azaz adalékszer(ek) (mész, cement, gipsz, kazein, tej és egyéb fehérjék, gyanták, növényi rostok, állatszőr ill. mesterséges szálak v. rostok) vizes keveréke.

Magyarországon nincs se szabvány, se műszaki irányelv, amely a vályogról mint építőanyagról, ill. a vályogépítésről rendelkezne. Tehát vályogépítményekre az OÉSZ általános előírásait kell alkalmazni a tervezés és kivitelezés során. Ez ma, a vályog reneszánsza idején meglehetősen lassítja és hátráltatja a fejlődést. Ezért célszerű lenne a DIN előírásainak ideiglenes átvétele addig is, amíg a hazai szabályozás meg nem történik. Ahhoz pedig, hogy ez megtörténhessen ki kell dolgozni a vályog minősítő vizsgálatait. Mivel a vályog alapanyagai, az agyag és a homok talajfajták, ezért bizonyos esetekben a talajmechanika már elfogadott szabványos módszereit célszerű alkalmazni.

A régi DIN előírásokból, a talajmechanikában már elfogadott talajvizsgálati módszerekből és néhány, az építőanyag vizsgálatokban már meghonosodott vizsgálati módszerből fel lehet építeni a vályog minősítő vizsgálatai rendszerét.

A VÁLYOGRA VONATKOZÓ ELŐÍRÁSOK

A vályognak mint építőanyagnak, ill. mint szerkezeti anyagnak a többi ismert építőanyagéhoz hasonlóan, szabványokban v. műszaki irányelvekben rögzített fizikai, mechanikai és kémiai tulajdonságai -"jósági számai"-nincsenek. Európában csak a DIN 18 952/Blatt 2. foglalkozott az építési vályog vizsgálataival, azaz a próbavétel, a kötőerő, zsugorodás, lassú alakváltozás, kimosódási veszély, a szilárdság - elsősorban a nyomószilárdság - meghatározásával.

1944-ben a II. Világháború vége felé jelent meg Németországban a "Verordnung über Leimbauten" azaz "Rendelet a vályogépítésről" c. előírás, amelyet a háború okozta lakáshiány kényszerített ki. Ebből fejlődött ki a " Vályogépítményekre vonatkozó műszaki irányelvek" azaz a DIN 18 951, amelyből kis változtatásokkal és kiegészítésekkel a DIN 18 952-18 957 keletkezett (1). Ez a kiadás változatlan tartalommal és formában, 1974-ig volt érvényben, amikor is "érdektelenség és technikai elavultság miatt" sajnos megszüntették, de a mai napig nem lépett semmi a helyébe se itthon, se külföldön.

Az építőanyagokat azok fizikai, mechanikai, kémiai tulajdonságai alapján minősíteni kell tudni, hogy az adott építési feladathoz legmegfelelőbb anyagot ki tudjuk választani, ill. a rendelkezésre álló anyagunkat az építés során ellenőrizni lehessen. Ezen feladatok elvégzéséhez ki kell dolgozni a megfelelő vizsgálati módszereket és azokat egységesíteni, szabályozni kell, mert csak így alakulhat ki egységes szemlélet, megítélés és minősítés.

Ehhez vizsgálni kell:

- az agyagot mint kötőanyagot,
- a homokot és a kavicsot mint adalékanyagot,
- az esetleges adalékszereket és
- a vizet mint összetevőket, és végül

-a vályogot mint az előzőekben felsorolt összetevőkből kialakult, ill. kialakított végterméket. Az első két alkotó esetében talajnemek lévén, a talajmechanikai vizsgálatok átvétele, a harmadik esetben az építőanyag vizsgálati módszerek alkalmazása és végül a két tudomány vizsgálati módszereinek értelemszerű kombinálása tűnik járhatónak.

A vizsgálati rendszer kialakításánál figyelembe kell venni a régi népi módszereket valamint a DIN előírásait is.

HELYSZÍNI VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

Konzisztencia meghatározási módok

Az építési vályog minősége és bedolgozhatósága annak nedvességtartalmától is függ, ezért a vályog esetében is célszerű bevezetni konzisztencia osztályokat és határokat. A helyszíni vizsgálat során a kezünkbe veszünk egy maroknyi mennyiséget a vizsgálandó anyagból és azt megszorítjuk. A vályog reakciója alapján a következő csoportosítást végezzük el:

- földnedves* ha megszorítva a mintát nem jelenik meg víz,
- kissé képlékeny* ha megszorítva ujjaink között enyhén kitüremkedik s felületén nedvesség jelentkezik,
- kissé képlékeny* ha megszorítva ujjaink között erősen kitüremkedik s kezünk sáros, ragadós marad,
- folyós* ha nem markolható mert szétfolyik a minta.

A vályog típusának (kövérség) meghatározása

Az alábbi vizsgálatok szemrevételezésen és tapintáson alapszanak, és a vályog agyagtartalom szerinti osztályba sorolására hivatottak. Az egységes elnevezés érdekében átvesszük a DIN 18952 kötőerő szerinti besorolását, mely szerint:

- sovány vályog (0,005-0,011 N/mm²),
- félkövér vályog (0,011-0,020 N/mm²),
- kövér vályog (0,200-0,028 N/mm²),
- nagyon kövér vályog (0,028-0,036 N/mm²).

A tervezés első fázisában egy csekély tapasztalat is elegendő. Régen az építőmesterek szemrevételezték és kézbefogták a vályogot, sőt néha még a szájukba is vették, úgy vizsgálták az anyagot. Azonban ezek a "gyors vizsgálatok" könnyen hibás következtetésre vezethetnek. Ez leggyakrabban az iszapos agyagokkal fordul elő, amelyek a csillámszerű ásványi vázától elég kövérnek tetszenek, a valóságban viszont a csillogás sovány vályogot takar. Ezért a szemrevételezéses és kézi "in situ" vizsgálatokat minden esetben laborvizsgálatok kell kövessék, amely során a műszaki adatokat számszakilag meg kell határozni és rögzíteni kell azokat. Az egyes vályogtípusok minőségét "in situ" vizsgálatait természetesen a vályog víztartalma is jelentősen befolyásolja. A régi népi építészet DIN-ben rögzített, így fennmaradt vizsgálati módszereit érdemes feleleveníteni és elfogadni. Ezek a következők:

Ujjbenyomódás vizsgálat

A vizsgált anyagból egy kb. öt cm átmérőjű golyót gyúrunk és ezt egy ujjal szétnyomjuk. A vizsgálat eredményéből az alábbiakra lehet következtetni:

- ha már kis nyomástól szétmegy a vályoggolyó akkor az sovány -,
- ha erős nyomástól megy csak tönkre a golyó akkor félkövér - és
- ha erős nyomástól sem megy tönkre a golyó, legfeljebb csak plasztikusan alakváltozik, akkor kövér- vagy nagyon kövér vályog.

Formázhatósági vizsgálat

Frissen kiásott vályogból több ökölnagyságú golyót próbálunk gyúrni. A vizsgálat kimeneteléből az alábbiakra lehet következtetni:

- ha nem tudunk belőle golyót gyúrni mert szétmorzsolódik akkor az sovány-,
- ha lehet belőle golyót gyúrni de az könnyen széttörhető akkor félkövér- és
- ha könnyen megformázható akkor kövér v. nagyon kövér a vályog.

Ejtőpróba

Egy kb öt cm átmérőjű vályoggolyót kb. egy méter magasról leejtünk egy szilárd felületre. A vizsgálat eredményéből az alábbiakra lehet következtetni:

- ha morzsákra esik szét akkor az sovány -,
- ha több nagyobb darabra esik szét akkor félkövér -
- ha nem esik szét csak deformálódik akkor félkövér v. kövér a vályog.

Száraztörési vizsgálat

Ez a vizsgálat a törete alapján osztályozza a vályogot. Egy 1cm vastag 2x4cm-es vályoglapocskát széttörünk és a részeit az ujjaink között morzsoljuk. Kemény, éles, sarkos töret és normál nyomástól nem porladó részek kövér vályogra utalnak. Ha elporlad a próbadarab az sovány vályogra utal.

Késhegnyomás vizsgálat

Minimális nedvességtartalmú minta felületét késheggyel benyomjuk. A nyomás hatására keletkezett felület a vályog típusától függően változik:

- sima csillogó felület kövér vályogot
- tompa matt felület magas iszaptartalmat jelent.

Dörzs ill. szappanpróba

Fenti módszer a homok, az iszap és az agyag durva megkülönböztetési módszere. A vizsgálat során egy plasztikus vályogdarabot ökölbe szoruló kézzel össze kell nyomni és hagyni kell az anyagot az ujjaink között kifolyni. Eztán hagyjuk a maradékot a kezünkre rászáradni majd megpróbáljuk a kezünkről dörzsöléssel eltávolítani. A ledörzsölhetőségből következtethetünk a vályog típusára:

- ha a minta sima, csúszós és erősen ragad a kézre az kövér iszapos-,
- ha a minta kicsit szemcsés, de erősen rátapad a kézre az kövér homokos-,
- ha a minta szárazon könnyen ledörzsölhető az sovány iszapos-,
- ha nedvesen szappanszerű de szárazon könnyen ledörzsölhető az nagy iszaptartalmú-,
- és ha a pasztaszerű anyagban erősen kiérződnek a durva szemcsék, az erősen homokos vályogot jelent.

Kézmosó próba

A mintával való "kézmosás" is sokat elárul az anyagról, következtetni lehet belőle a vályog típusára:

- síkos szappanos érzés az agyagos vályogot mutat,
- érdeskés, könnyen lemosható az nagy iszaptartalomra utal,
- érdes tapintású, könnyen lemosható az homokos, iszapos vályogot jelent.

Sodrásipróba

Földnedves, kb. cseresznye nagyságú vályogból 3 mm-es átmérőjű talajszálat sodrunk. Addig sodorjuk míg csak nem kezd töredezni, majd újból egy golyóvá gyúrjuk össze. A vizsgálat kimenete alapján osztályozni lehet a vályogot:

- ha a sodort szál hosszan kilóg a tenyerünkől és nem töredezik össze, majd újból golyóvá gyúrható az kövér vályogra,
- ha a kezünkől törés nélkül csak kicsit lóg ki a vályogszál és a belőle újra gyúrt golyó repedezett az középkövér vályogra,
- ha csak nehezen sodorható és a kezünkől nem lóghat ki mert akkor letörik és csak nehezen formázható újra golyóvá az sovány vályogra,
- ha golyó nem formázható és szál nem sodorható belőle az homokra, enyhén agyagos homokra utal.

Rágópróba (homok-izsaptartalom vizsgálata)

Régi vizsgálati mód melynek során a vályogot szájba kellett venni és megrágni. Ez nem egy kellemes vizsgálati mód, de mivel a nyelv sokkal érzékenyebb mint a kéz ezzel ez eljárással meg lehet a finom/durva frakció arányát becsülni.

Egyéb vizsgálatok

Színvizsgálat (ásványi szennyeződések vizsgálata)

A szín az agyag ásványi eredetéről árulkodik, ami az építőanyag szempontjából fontos lehet. Az elszíneződés leggyakoribb fajtái:

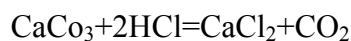
- vöröses-barna: vasoxid tartalomra utal ami nagy szilárdságú vályogra enged következtetni
- fehér és szürke: mész és kréta jelenlétére utal ami szilárdságcsökkenést eredményez
- zöldes-barnás szín: szervesanyagtartalomra utal ami szilárdságcsökkenéshez vezet.

Szagpróba (szervesanyagtartalom vizsgálat)

Frissen kitermelt vályog nem tartalmazhat organikus anyagokat, tehát nem lehet kellemetlen szagú.

Savpróba (mésztartalom vizsgálat)

A magas mésztartalom csökkenti a vályog szilárdságát, törékennyé teszi azt. Feltáráskor az anyag fehér ill. világosszürke színéből lehet következtetni a mésztartalomra. A vizsgálathoz 20%-os sósavat használunk. A próbaanyagra 20%-os sósavat cseppentünk és a reakcióból következtetünk a vályog mésztartalmára. A magnéziumos agyag - amely szintén világos - nem reagál, a meszes agyag pezsgéssel reagál, mivel:



A reakció hevessége függvényében a következő megállapítások tehetők:

- nincs pezsgés \Rightarrow a mésztartalom 1% alatt,
- enyhe pezsgés \Rightarrow a mésztartalom 1-2%,
- jelentős pezsgés \Rightarrow a mésztartalom 2-4%,
- erős pezsgés \Rightarrow a mésztartalom 4-5%,
- azonnali erős pezsgés \Rightarrow a mésztartalom 5% fölött.

Szerves szennyeződésű sötét vályogoknál a sósavpróba nem megfelelő, mivel a szerves anyagok is pezsgésbe jönnek a sósavtól, de nem tudjuk szétválasztani a pezsgés okát.

LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK

Ülepítésvizsgálat (együttes agyag-iszaptartalom meghatározása)

A 105 °C-on kiszárított a vályogmintát mozsárban elporítjuk, majd desztillált vízzel és diszpergáló szerrel pépet készítünk belőle, majd min. 12 órán át állni hagyjuk. Végül a homogenizálódott pépet mérőhengerbe öntjük és 1000cm³ -re vízzel feltöltjük. A mérőhengert igen alaposan összerázzuk, majd egy óra múlva újból erősen felrázzuk. 24órás ülepítés után leolvassuk a menzúrán az agyag-iszap réteg alatti (H₂) és feletti (H₁) értéket és ebből:

$$AI\%=(H_1-H_2)/ H_1 \times 100$$

összefüggéssel számítható az agyag-iszaptartalom.

Agyagtartalom meghatározása

20-30g mintát 90 °C-on kiszárítjuk majd szétmorzsoljuk. Ebből az anyagból 5g-nyi mennyiséget a mérőhengerbe helyezünk, majd hozzáöntünk 40 cm³ 0,2%-os marónátronoldatot. Ezzel a talajt jól összerázzuk míg az az oldatban egyenletesen el nem oszlik, majd a hengert 50 cm³ -re vízzel feltöltjük, és lezárva 24 órát állni hagyjuk. Ez idő elteltével a henger beosztásán leolvassuk a leülepedett anyag köbtartalmát. Ennek alapján grafikonból leolvasható a keresett agyagtartalom. Az eljárás erősen kötött talajokra (P_i>20-25%) nem alkalmazható.

Szemmegoszlás vizsgálata

A szemmegoszlás vizsgálat két részből áll. A durva frakció (homok, kavics) szemmegoszlás vizsgálatát az építőanyagoknál megszokott szitavizsgálattal, míg a 0,063 mm-nél finomabb frakció szemmegoszlását iszapolással (hidrometrálással) végezzük. A hidrometrálást a Stokes törvény segítségével értékeljük ki.

Kémiai analízis

A vályogban uralkodó ionos állapotot az építés szempontjából legfontosabb három elemre (Na, Ca, H) tudatosan állítjuk elő. Nátriumos vályogot úgy kell előállítani, hogy az anyagot konyhasó-oldatban erősen összerázzuk, majd órák múlva amikor a zagy leülepedik, a tiszta folyadékot óvatosan leöntjük és az egész folyamatot desztillált vízzel még kétszer megismételjük. Így a fölös ionok kimosódnak. A mindenkor vizsgálandó talajmintát tiszta vízben eliszaposítjuk és összehasonlítjuk az előző 3 mintával.

A különböző üledék mennyiségéből becsülni lehet, hogy a vizsgált vályog elsavasodott, ill. elmeszesedett.

Eliszapolódás vizsgálat

Fent nevezett vizsgálat a vályog vízerzékenységét hivatott vizsgálni. Kutatók sora próbált vízerzékenységi mérőszámot képezni, ennek megfelelően többféle módszer ismeretes.

Pollack szerint

Földnedves vályogból cserépszerű 12x8x2 cm-es lemezt formázunk. Ezt 24 órai száradás után 45°-os szögben feltámasztjuk. 50cm-es magasságból másodpercenként egy csepp vizet cseppentünk az alsó harmad közepére. A vizsgálat mérőszáma az az idő, amikor a vályoglemez átlukad. Ezt az értéket Pollack a vályog esőállósági értékének tekinti (2).

Minke szerint

Egy 3 cm átmérőjű vízsugarat 5 m/perc sebességgel egy ferde vályogtégla közepére irányítanak, míg csak el nem iszapolódik az. A vizsgálat mérőszáma az idő. Ez az eljárás az esőállóság és a tartósan víznek kitett állapotot hivatott vizsgálni (3).

Volhard szerint

Az építkezéshez használt vályogból egy maroknyit egy vízzel telt edényben megkavarunk. Ha csak egy óra után vagy egyáltalán nem oldódik, akkor nehezen feldolgozható a vályog (4).

Friss keverék sűrűségének meghatározása

Fenti célra a betonvizsgálatokból ismert 20x20x20 cm élhosszúságú kockasablon felhasználható.

Konzisztencia meghatározása

Az építési vályog minősége és bedolgozhatósága annak nedvességtartalmától is függ, ezért a vályog esetében is célszerű bevezetni konzisztencia osztályokat és határokat. A helyszíni konzisztencia vizsgálat csak becslésnek fogadható el és azt pontos laboratóriumi meghatározás kell kövesse.

Kötött talajok, így az agyag, ill. a vályog konzisztenciáját kizárólag víztartalmuk alapján nem lehet megítélni, mert ugyanaz a víztartalom a különböző kötött talajokban egészen más állapotot jelenthet. Ezért szokásos a víztartalom értékét a folyási és a sodrási határ értékéhez viszonyítani az un. relatív konzisztencia-index segítségével, amely megmutatja, hogy a természetes víztartalom hogyan helyezkedik el a mesterségesen előállított konzisztencia határokhoz képest.

Fenti eljárásnál célszerűbbnek tűnik a friss beton konzisztencia vizsgálati módszereinek átvétele úgymint a terüléspróba, a kúproskadás, az átformálódási ütésszám vagy a vibrációs idő meghatározása. Fenti módszerekkel a friss betonnál már megszokott konzisztencia határokat célszerű bevezetni.

Tömörítési vizsgálat

Ha egy "földépítménynek" (vályog) szilárdsági és vízzárósági (vízállósági) követelményeket kell teljesíteni, akkor a beépítés során alaposan tömöríteni kell. A tömörítés során gazdaságosan kell eljárni, tehát a vályogot olyan állapotban kell tömöríteni, amely mellett az adott tömörítőmunkával a legnagyobb tömörség érhető el, ill. amely mellett a megkívánt tömörség a legkevesebb munkával biztosítható. Ezt a talajállapotot a talajmechanikából vett tömörítési vizsgálattal (un. Proctor-kísérlettel) lehet meghatározni. A vizsgálat során egy edénybe előírt módon vályogot döngölünk be. A tömörítés után meghatározzuk a talaj víztartalmát és száraz térfogatsúlyát. A kísérletet különböző víztartalom mellett megismételve felrajzolható a víztartalom és a száraz térfogatsúly közötti összefüggés, melynek maximuma megadja a tömörítés legkedvezőbb víztartalmát és az elérhető legnagyobb száraz térfogatsúlyt.

Szilárdság (kötőerő) vizsgálatok

A vályog kötőerejét célszerű egy un. "légszáraz" állapothoz kötni. Ez első megközelítésben tiszta vályognál kb. 5%, míg rostokkal kevert vályog esetén 12%-ban határozható meg. Az ettől eltérő nedvességtartalmú minták kötőerejét a nedvességtartalomtól függően módosítani kell.

A vályog húzószilárdsága

Erre a célra a talajmechanikában az összetett feszültségi állapotot lehet felhasználni, amely henger élmenti törése révén állítható elő. Ezzel a módszerrel a vályog is jól vizsgálható. A vizsgálat lényege, hogy a vályogminta (henger) két szemben fekvő alkotójára nyomólapot helyezünk és a próbatestet eltörjük. Ugyan abból a vályogmintából az egyirányú nyomószilárdság és húzószilárdság kísérletet elvégezve olyan adatokat nyerünk, amelyekből a vályog kohéziója, belső súrlódási szöge és egyirányú húzószilárdsága kiszámítható.

Ennél a talajmechanikai vizsgálatnál egyszerűbbnek tűnik az építőanyag vizsgálatokból ismert 40x40x160 mm-es (vályog)hasáb hajlító vizsgálatának átvétele. A 100 mm-es támaszközön, középen koncentrált erővel törésig terhelt hasáb szilárdsága a húzó-hajlító szilárdságot adja.

Egyirányú nyomószilárdság

A talajmechanikai vizsgálat lényege, hogy a vályogmintát fokozatosan terheljük mindaddig amíg az rideg v. plasztikus töréssel tönkre nem megy. A terhelés során a minta oldalirányban szabadon kiterjedhet miközben mérjük a minta függőleges összenyomódását. Az egyirányú nyomószilárdságot a talajok esetén a talaj konzisztenciájának jellemzőjeként szokták elfogadni.

Merev agyagok (kövérvályog) törése hirtelen következik be, a mintán többé-kevésbé szabályos törésfelületek alakulnak ki, a törőerő egyértelműen meghatározható. Puha képlékeny vályog nem töréssel, hanem plasztikus folyással megy tönkre. Az egyirányú nyomószilárdságból, ha a vályog belső súrlódási szöge ismert, a kohézió is kiszámítható, de elfogadható, hogy a minta nyírószilárdságának a nyomószilárdság felét tekintjük. A kohézió tulajdonképpen a vályog kötőereje.

Ennél a talajmechanikai vizsgálatnál egyszerűbbnek tűnik az építőanyag vizsgálatokból ismert 40x40x160 mm-es (vályog)hasáb hajlító vizsgálatából nyert két félhasáb

nyomószilárdság vizsgálata. A 2500 mm²-es nyomólapok között eltört félhasábok törőerejéből a vályog nyomószilárdsága számítható.

A megszilárdult vályogkocka sűrűségvizsgálata

A megszilárdult vályog sűrűségét ugyancsak 5 - ill.12%-os nedvességtartalom mellett kell meghatározni. Fenti célra a betonvizsgálatokból ismert 20x20x20 cm élhosszúságú sablonban készített vályogkocka megfelelő.

ÖSSZEFOGLALÁS

A fentiekben foglalt vizsgálati módok nem újak és csak javaslatok, amelyek mentén célszerűnek tűnik a laboratóriumi vizsgálatok beindítása. Előnyük, hogy már ismert és elfogadott módszerek, melyek nem igényelnek drága új beruházást, a műszerek és az eszközök jórészt adottak.

A régi DIN előírásokból, a talajmechanikában már elfogadott talajvizsgálati módszerekből és néhány, az építőanyag vizsgálatokban már meghonosodott vizsgálati módszerből felépített vályogminősítő vizsgálati rendszer elfogadása v. feltételezése mellett lehet minősíteni a vályogot. Ennek formája pl. **V5 ac3 e3 f50** lehet ahol az egyes jelölések 12%-os nedvességtartalom feltételezése mellett a következők:

V5=5N/mm² nyomószilárdságú vályogot,
a =adalékanyagot,
c =adalékanyag fajtát, jelen esetben cementet,
3 = adalékanyag %-os mennyiséget,
e3 =eliszapolódással szembeni ellenállóképességet órában kifejezve, míg
f50=a fagyállósági ciklusszámot jelenti.

Az itt javasolt minősítési rendszer elfogadásával a többi építőanyaghoz hasonló egységes megítéléssel lehetne minősíteni a vályogot.

Irodalom

- [1] *DIN 18 951-18 957*: Normen zum Lehm- und Ziegelbau (Berlin 1949-1953)
- [2] *Pollack, E.-Pilnius G.S.*: Technik des Lehmbaus (Berlin 1952)
- [3] *Minke, G.*: Bauen mit Lehm / Lehmsteinbau (Grebenstein 1984-87)
- [4] *Volhard, F.*: Leichtlehm- und Ziegelbau (Karlsruhe 1983)