

# **Szempontok az épületek alakváltozásainak, és repedéseinek értékeléséhez**

Dr. Dulácska Endre

## ***A terhelés okozta szerkezeti mozgások***

Minden teher, ill. erő alakváltozást okoz, mert teljesen merev anyag nem létezik. Ha az alakváltozások nagyjából egyforma értékűek, akkor az alakváltozás is nagyjából egyenletes, és repedést keltő hatása kicsi. Ha a különböző épületszerkezetek alakváltozásai jelentősebben eltérnek, akkor a repedések hamarabb jelentkeznek, és nagyobb értékekkel. Az összehangolás rendkívül nehéz, mert az anyagok alakváltozási szórása jelentős (betonnál pl. mintegy 50%-os). Befolyásolja az alakváltozást a szerkezetek előélete, tárolási feltételei és tárolásmódja is. Ezen kívül függ az alakváltozás az épület építészeti tagoltóságától is, mert az építészeti formált, mozgalmasságú épület hajlamosabb a hőtágulási, és a süllyedéskülönbségi repedések kialakulására. Így az alakváltozási összehangolás csak becslő jellegű lehet, az addigi építési tapasztalatok figyelembevételével. Az alakváltozási különbségeket növeli, ha az egyes szerkezetek megengedethez mért igénybevétele jelentősen eltér. A terhelés okozta alakváltozás növekedés a lassú alakváltozás (kúszás) lezajlása után gyakorlatilag megáll.

## ***A terhelés okozta talajsüllyedés.***

Az épület súlya az alatta lévő talajt összenyomja, és ezzel épületsüllyedést okoz. Ha a talaj viszonylag puha, a süllyedés viszonylag nagy, ha viszont a talaj kemény, a süllyedés kisebb. (Még a sziklatalaj is süllyed.) A szemcsés talaj (kavics, homok) süllyedése gyorsan bekövetkezik, a kötött talajé pedig időben elhúzódik [3],[17],[32]. Az előírások szerint arra kell törekedni, hogy az átlagos süllyedés ne legyen nagyobb 6,0-10,0 cm-nél.

A süllyedés rendszerint nem egyenletes, a süllyedéskülönbség függ az alapozás hajlítási merevségétől. Teljesen hajlékony lemez, vagy merevítés nélküli szoliter alapozás esetén az épület szélei a süllyedés feleakkora, mint az épület közepén. Ahhoz, hogy a süllyedés egyenletes legyen, teljesen merev alapozás szükséges (Ez körülbelül 5,0 méteres vasbeton alaplemez jelentene egy 25 méteres lemeznél.) Ez nyilvánvalóan lehetetlen. A szokásos alaplemez vastagság annyiszor 10 cm, ahány szintes az épület, azaz egy pince + földszint + három emeletes épület esetén a szokásos lemezvastagság 50 cm. Ez a lemezvastagság a süllyedéskülönbséget mintegy felére képes csökkenteni. Így az épületen már megjelennek a repedések, de korlátozott méretük miatt nem jelentenek komoly problémát.

Az alaplemez alatti kavicságy alkalmazása szempontjából eltérőek a vélemények. A kavicságy ugyanis magába gyűjti a vizet, felpuhítja az alatta lévő agyagtalajt, és ezzel megnöveli a süllyedéseket. Akkor alkalmazható, ha a kavicságy elegendően vastag (kb. 1,0 m talajcsere), és van lehetőség belőle a vizet elvezetni, Ez a megoldás a 10 emeletes, vagy magasabb épületeknél szokásos a jobb teherelosztás miatt. Véleményem szerint a kisebb épületeknél a kavicságy határozottan káros.

### ***A talaj térfogatváltozása okozta mozgás.***

A térfogatváltozó agyag kiszáradva zsugorodik, víz felvételével duzzad. Ha a lineáris zsugorodás 10% körüli, akkor 1,0 méter vastag agyag mozgása 10 cm, amiből 5 cm az emelkedés, és 5 cm a süllyedés. [3],[17] A nedvességváltozás általában 3,0 méter mélységig hat le, ezért 2,0 méter mélyen alapozott épületnél ennek a harmada jelentkezik. Ez 1,7 cm süllyedést, ill. emelkedést jelent az épület kerületénél. Az épület közepén azonban nincs nedvességváltozás. E hatástól az épület meggörbül, ebből hajlítási feszültségek, így repedések keletkeznek.

Az MSZ 15002/1-87 szabvány [17] (Építmények alapozásának tervezése, Általános méretezési előírások) a [13] irodalom alapján közli azokat az összefüggéseket, melyekből becsülhető, hogy fog-e repedni az épület, ill. hogy a görbület (az R görbületi sugár reciproka) okozhat-e teherbírasi veszélyhelyzetet. A süllyedési és a térfogatváltozási görbület szuperponálódik.

### **Víz vagy csatornatörés okozta talajkimosódás, ill. talajpuhulás**

Víznyomócső törés okozta elárasztásnál a nagy nyomás miatt nagymennyiségű víz kerülhet az alapok alá. A víz kimoshatja az alapok alatti talajt (inkább szemcsés talajoknál, de kötött talajnál is előfordul). Agyagtalaj esetén pedig felpuhítja a talajt. Mindkét esetben épületmozgás következik be [32]. A felpuhulást okozó víz csak hosszú idő (évek) múlva távozik a talajból, addig folyamatos lehet az épületmozgás. A szakirodalom [6], szerint a magyarországi épületkárok mintegy 85%-át az épület alá jutó víz okozza. Csatornatörés esetén a helyzet hasonló, de kevesebb víz jut a talajba, és a folyamat lassú. Rendszerint csak az épületmozgás okának kutatásakor derül ki a csatornatörés.

### **A hőtágulási mozgás**

Az épület szerkezeteinek téli lehűlése megrövidülést, a nyári felmelegedése pedig az épület megnyúlását okozza. Minél erősebb az épület hőszigetelése, annál kisebb ez a mozgás. Ez a fluktuáló mozgás igénybevételt okoz az épületek szerkezeteiben, és ez bizonyos épülethossz meghaladása esetén épületrepedésekben jelentkezik [5],[21]. Ezért szoktak dilatációs hézagokat (előregyártott repedéseket) alkalmazni, hogy a repedés a tervezett helyen jelentkezzen. Az előírt 50 méteres dilatációs hézag távolság csak azt biztosítja, hogy a szokásos hőszigetelésű épületrepedések nem lesznek elviselhetetlenül nagyok.

A hőtágulási repedések ugyanis már 15-20 méter épülethossznál megjelenhetnek.

## **Földrengés okozta rezgés és talajsüllyedés**

A földrengés is okozhat épületmozgást, nevezetesen a rezgési mozgással, és a rezgés okozta talaj tömörödési hatással. Kiseb földrengés nem feltétlenül okoz repedéskárt, de a más hatásokból a repedéshatár közelében lévő szerkezeteken a meglévő hatásokhoz szuperponálódva a repedések megjelenhetnek, ill. növekedhetnek..

### **Épületek repedései**

Előljáróban le kell szögeznünk, hogy repedésmentes szerkezet nincsen, csak gyenge emberi szem. Ugyanis minden építési anyagunk már születése után teli van mikro-repedésekkel. A különböző terhelések okozta alakváltozások hatására a mikro-repedések hossza és tágassága növekszik. A növekvő alakváltozás hatására a növekvő repedések összeérnek, és egy alakváltozási (terhelési) szinten eléri azt a nagyságot, amit már szabad szemmel is észlelni lehet. (Ez természetesen az egyes emberek szemének érzékenységtől is függ.) A gyakorlatban ez mintegy 0.05mm tágasság körül következik be. Innét kezdve nevezzük hajszálrepedésnek, egészen a 0,5mm tágasságig. A 0,5 mm repedéstágasságig a repedések az első festéssel eltüntethetők, és a később (pl. hőtágulási hatásokra) kialakuló másodlagosan megjelenő kisebb tágasságú repedés már számottevően nem rontja az esztétikai hatást [21].

A 0,5 mm-től kezdve 1,0 mm tágasságig kis repedés a neve, és 1,0 mm tágasság felett simán repedésnek nevezik.

A repedések fajtái szerint megkülönböztetünk *szerkezeti repedéseket*, melyek a teherhordó szerkezeten (alapok, falak, pillérek, gerendák, földémek) jelentkeznek, és tágasságuk meghaladja a 0,5 mm értéket. Akkor vizsgálандók, ha a tágasság az 1,0 mm-t meghaladja, mert ekkor befolyásolhatják a teherbírást.

Nem tekinthetők szerkezeti repedésnek azok a hézagrepedések, melyek az előregyártott elemek csatlakozásánál törvényszerűen meg szoktak jelenni, még akkor sem, ha tágasságuk meghaladja az 1,0 mm-es értéket.

Ezeken kívül megkülönböztetünk nem szerkezeti, ún. *esztétikai repedéseket*. Ezek az előzőek értelmében akkor kifogásolhatók, ha tágasságuk meghaladja a 0,5 mm-t.

Azokat a repedéseket, melyek a vakolaton jelentkeznek, de nem hatolnak be a szerkezetbe, *vakolatrepedésnek* nevezzük. Ha tágasságuk meghaladja a 0,5 mm méretet, akkor a kifogásolható repedéskategóriába tartoznak. (Itt meg kell jegyeznünk, hogy előfordulhat a téglafalon repedés a nélkül is, hogy a vakolat ott átrepedne, és fordítva az is, hogy a vakolat reped, de nem találunk alatta falrepedést. E furcsa jelenségnek hajszálrepedések esetén egyrészt az az oka, hogy a vakolat nem mindenütt tapad egyenletesen a falra, ill. hogy a fal repedése a habarcs hézagok eltolódása miatt a falon arrébb jelentkezik. Az is befolyásolja a kérdést, hogy a vakolat és fal keménysége hogy viszonylik egymáshoz.)

Az épület és az általa tulajdonságaiból származó repedések mintegy 90%-a rendszerint az építést követő egy-két éven belül jelentkeznek. A hátralévő 10% az anyagok lassú alakváltozásának (kúszásának) hatására következik be, normál terhű épület (kisebb mint 6-8 emelet, és közepes talaj) esetében 4-5 éven belül az építési időtől számítva. Hosszabb időszak csak a nagyterhű, 12-15 emeletes épületeknél fordulhat elő.

## **A szemmel látható repedések kialakulásának néhány lehetséges oka**

A repedéseket kiváltó okok lehetnek közvetettek, ill. közvetlenek. Pl. ha egy szerkezet valamely hatás miatt a repedési határállapot közelébe került (közvetett ok), akkor egy másik, esetleg gyengébb hatás következtében (közvetlen ok) túlmegy a repedési határon, és megreped. Az értékelésben a hatásokat gyenge, közepes, és erős kategóriákba sorolhatjuk. Alább felsorolunk néhány, repedést kiváltható okot:

Az építési anyagok (tégla, habarcs, beton) korlátozott húzószilárdsága.

Az építés sorrendje.

Az építési anyagok és szerkezetek tárolási előélete.

Az építéskor elkövetett technológiai hibák (pl. túl „kövér” vakolat zsugorodik).

Az egyes szerkezetek alakváltozási különbözősége (pl. lehajlás különbség).

Eltérő alapozási módok együttes alkalmazása (pl. süllyedéskülönbség).

Az épülettömeg, és az alapozási súlypont jelentősebb eltérése (pl. elferdülés).

A szerkezet túlzott igénybevétele (kicsi a biztonság).

A szerkezet túlzott alakváltozása.

Az épület hőátadási mozgása (törvényszerű jelenség).

A hőmérséklet különbségből származó egyenetlen hőmozgás. (pl. a klímakészülékek hőfokkülönbségeket hoznak létre a falakban és födémekben).

A süllyedéskülönbségekből származó nyúlási, hajlítási, nyírési és csavarási deformáció.

A kötött talaj (agyag) nedvesség változása okozta fluktuáló alakváltozás.

A földrengésekből származó rezgéshatás.



A repedések kialakulásában a különböző hatások vegyesen fordulnak elő. Ha csak egyetlen ok van, akkor a repedésképből rendszerint meghatározható az előidéző ok is. Ez a helyzet akkor is, ha erősen dominál egy ok. Rendszerint azonban több ok fordul elő vegyesen. Ezért nehéz a repedésből egyértelműen következtetni az előidéző okra. Ami könnyebb, az egyes okok kizárása, mert ha nincs az egyes kiváltó okra mutató repedéskép, akkor az kizárható a vizsgálatból.

A [16] MSZ.15023 szabvány. Falazott szerkezetek tervezése MSZH, Bp, (1986) szabvány előírása szerint falazott szerkezeteknél sem repedésmentességet, sem a repedéstágasságot nem kellett igazolni. Ennek okát a szabványt magyarázó irodalom [14],[15],[21] azzal magyarázza, hogy egyrészt repedésmentes falazott szerkezet nem létezik, másrészt pedig a repedéstágasság számítására nincsen elegendően megbízható módszer. (A lehetséges számításmódok [4][5][7][8][10][13] tendencia jellegűek, és több mint 50% hibahatárral terheltek.) A gyakorlat ennek ellenére elrendőnek tekinti, hogy a repedéstágasság lehetőleg ne legyen nagyobb, mint a vasbeton szerkezetekre megengedett 0,5 mm. Így kijelenthetjük, hogy sem a vasbetonszerkezeteknél, sem a falazott szerkezeteknél nem kifogásolható a 0,5 mm-méretű, vagy annál kisebb repedés. Megemlíthető, hogy a meglévő épületek ellenőrzésére vonatkozó szabályzat [28],[31] nem kívánja meg a repedéstágasság ellenőrzését, hanem a repedés veszélyt jelző hatásának a vizsgálatát javasolja, ha a repedés megnyílása meghaladja a 0,5 mm tágasságot..

***Fentiek figyelembevételével kijelenthetjük, hogy a 0,5 mm tágasságot meg nem haladó épületszerkezeti repedésszélesség nem kifogásolható.***

## IRODALOM:

- [ 1 ] Möller K.: Építési Zsebkönyv. Királyi Magyar Egyetemi Nyomda. Bp.1943.
- [ 2 ] *Andrejev, Sz.A.*: Falazott szerkezetek tervezése és számítása.ÉM Építőipari Könyv és Lapkiadó Budapest,(1953.)
- [ 3 ] Kézdi Á.: Talajmechanika I.-II. Tankönyvkiadó Budapest (1975)
- [ 4 ] *Dulácska,E.*: Épületrepedések Talajmozgás Hatására. Magyar Építőipar, XXV.10, 11.sz.630, 637. (1976.)
- [ 5 ], *Dulácska,E.*: Falrepedések a lapostető hőmérsékleti mozgásának hatására. Magyar Építőipar. 6.(1977). 308 old.
- [ 6 ], Rétháti, L.: Altalaj eredetű épületkárok. Akadémiai Kiadó, Budapest, (1977.)
- [ 7 ], *Dulácska,E.*: Talajalakváltozás és épületdeformáció. Magyar Építőipar. 7.(1977).
- [ 8 ], *Dulácska,E.*: A felszínsüllyedés és az épületkárok összefüggései. Mélyépítéstudományi Szemle. 1. (1978). 31 old.
- [ 9 ] *Dulácska,E.*: Die neuen Bemessungsverfahren für Maurerwerk in Ungarn. Bauingenieur. **54**.(1979).189..
- [ 10 ] *Dulácska - Fekete - Varga.*: Az altalaj és az építmény kölcsönhatása. Akadémiai Kiadó, Budapest, (1982.)
- [ 11 ], *Dulácska,E.*: The Effect on Soil Settlement on Buildings. (Szerzőtársakkal.) Elsevier, Amsterdam, (1992.)
- [ 12 ], *Dulácska,E.*: Válaszfaltörések a betonanyagú épületváz lassú alakváltozása következtében. Magyar Építőipar. 7-8.(1982).
- [ 13 ], *Dulácska,E.*: Épületvédelem az alagútépítés káros hatásai ellen. Műszaki Kiadó – ÉTK, Budapest, (1982)
- [ 14 ], Falazott és betonszerkezetek vizsgálata és megerősítése. Magyar Építőipar. 6.(1983).
- [ 15 ], *Dulácska,E.*: Beton, kő- és téglaszerkezetek. Műszaki Kiadó, Bp.(1984.) Könyvrészlet a Mérnöki Kézikönyv 2.kötetében. p.702.
- [ 16 ] MSZ.15023 szabvány Falazott szerkezetek tervezése Magyar Szabványügyi Hivatal, Budapest, (1986)
- [ 17 ] MSZ.15002/1 SZABVÁNY. Építmények alapozásának erőtani tervezése. Általános méretezési előírások. Magyar Szabványügyi Hivatal, Budapest, (1988)
- [ 18 ] *Dulácska, E.*: Statikus Kisokos. SÁMSON Építés Statikai GMK. (1990.)
- [ 19 ], *Dulácska,E.*: A falazott szerkezetek erőtani tervezése. Magyar Építőipar. 4.(1990). 179 old.
- [ 20 ], *Dulácska,E.*: Falazott szerkezetek tervezése és kivitelezése. BME. Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék. (1994)



- [ 21 ] *Massányi - Dulácska.*: Statikusok Könyve.  
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, (2000.)
- [ 22 ], *Dulácska, E.*: Gondolatok a süllyedésszámításról, Közlekedés és Mélyépítés Tudományi Szemle, (2001/4)
- [ 23 ], *Dulácska, E.-Sajtos, I.*: *Az EUROCODE 6 alkalmazása*, EUROCODE 6, Téglaszerkezetek kötetben,  
Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs KHT. Bp. (2001.)
- [ 24 ], *Épületek tartószerkezeteinek diagnosztikája és rekonstrukciója.*  
Alapismeretek. (Szerzőtárs: Arató A.)  
Építőmester. Budapest. (2007) máj.-jún.22-27 old.
- [ 25 ], *Dulácska, E.*: *Épületek tartószerkezetei diagnosztikája és rekonstrukciója.*  
A szakértői tevékenység.  
Építőmester. Budapest. (2007) júl.-aug. 20-21 old.
- [ 26 ] *Dulácska, E.*: Falazatok és boltozatok.  
BME. Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék, Budapest, (2008.)
- [ 27 ], *Dulácska, E.*: *Épületek tartószerkezeteinek diagnosztikája és rekonstrukciója.*  
Falazott szerkezetek diagnosztikája és rekonstrukciója.  
Építőmester. Budapest. (2008) márc.-ápr.
- [ 28 ] TSZ 01-2010 Műszaki Szabályzat. *Épületek megépült teherhordó szerkezetei*  
erőtani vizsgálata és tervezési elvei..  
Magyar Mérnöki Kamara Tartószerkezeti Tagozat (2010.)
- [ 29 ] *Dulácska, E.*: *Épületek tartószerkezeteinek diagnosztikája és rekonstrukciója.*  
(2. bővített kiadás)  
BME. Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék. (2011)
- [ 30 ] *Dulácska, E.*: *Kisokos Statikusoknak*  
Artifex Kiadó Kft. Budapest. (2011.)
- [ 31 ] TSZ 01-2013 Műszaki Szabályzat. *Épületek megépült teherhordó szerkezetei*  
erőtani vizsgálata és tervezési elvei..  
Magyar Mérnöki Kamara Tartószerkezeti Tagozat (2013.)
- [ 32 ] Farkas, J.: *Alapozás.* BME Geotechnikai Tanszék, Bp. (2004.)
- [ 32 ] Rétháti, L.: *Alapozás kedvezőtlen talajokon.* Akadémiai Kiadó. Bp. (1995.)
- [ 33 ] ME 103-77 Műszaki Előírás *síkalapok alatti talajcsere és tömörítés tervezésé-*  
*re.* ÉTK Bp. 1977.
- [ 34 ] *Dulácska E.*: *Földrengés elleni védelem.* MMK, Bp. (2009)