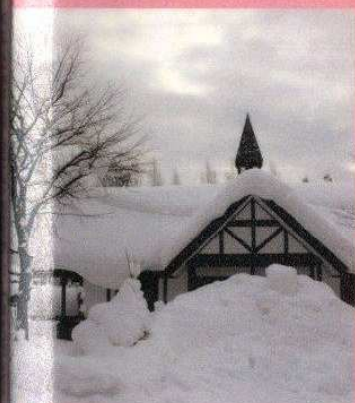


Deák György–Erdélyi Tamás–Fernezelyi Sándor–  
Kollár László–Visnovitz György

# Terhek és hatások

Tervezés az Eurocode alapján



A tartószerkezeti méretezés alapjai

Hatások

A hatások kombinációi

Súlyterhek

Hasznos terhek

Hóteher

Szélteher

Hőmérsékleti hatás

Geotechnikai és víz okozta hatások

Építés közbeni hatások

A földrengési hatásokból keletkező terhek

---

# TERHEK ÉS HATÁSOK

## Épületek tartószerkezeteinek tervezése az Eurocode alapján

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék

Szerkesztette:

Dr. Visnovitz György

Szerzők:

Dr. Deák György	professzor emeritusz
Erdélyi Tamás	egyetemi tanársegéd
Dr. Fernezelyi Sándor	egyetemi tanár
Dr. Kollár László	egyetemi tanár
Dr. Visnovitz György	egyetemi docens

Közreműködött:

Weiser Balázs	egyetemi hallgató
---------------	-------------------

Lektorálták:

Dr. Dulácska Endre	professzor emeritusz
Dr. Fernezelyi Sándor	egyetemi tanár
Papapanek Zsolt	egyetemi adjunktus

Statikai Kisokos Segédlet tartószerkezetek tervezéséhez  
Terhek és hatások – Tervezés az Eurocode alapján  
2006. szeptember

A Business Media Magyarország Kft. kiadványa  
2040 Budaörs, Neumann János utca 1.  
Tel.: (06-23) 422-455, fax: (06-23) 422-357  
E-mail: kisokos@businessmedia.hu

Felelős szerkesztő: Csanády Pál  
Lapterv, tipográfia: Csanády és Csanády Kft.  
Szerkesztőségvezető: Bethlenfalvy Gábor

Felelős kiadó: Ádám János

Eurocode füzet évente egy-két alkalommal jelenik meg.  
HU-ISBN 963 86129 5 9

Hirdetésfelvétel:  
Sárdy Csaba  
Tel.: (06-23) 422-455/234, fax: (06-23) 422-357

Előfizetés, terjesztés:  
Szabó Nóra  
Tel.: (06-23) 422-455/210, fax: (06-23) 422-456

A folyóirat és minden benne szereplő írás és kép szerzői jogi védelem alatt áll. A lap értékesítése a kiadó engedélye nélkül törvénybe ütközik, kivéve a törvény által engedélyezett eseteket. A tartalom helyességéért – annak többszöri ellenőrzése ellenére – nem vállalunk felelősséget.

Nyomtatás, kötetzet:  
D-Plus Nyomda



## Tartalomjegyzék

<b>ELŐSZÓ</b> .....	<b>5</b>
<b>I. RÉSZ: TERHEK ÉS HATÁSOK AZ EUROCODE MÉRETEZÉSI RENDSZERÉBEN</b> .....	<b>8</b>
<b>1. A MÉRETEZÉS RENDSZERÉVEL KAPCSOLATOS ALAPFOGALMAK ÉS JELÖLÉSEK</b> .....	<b>8</b>
1.1. Alapfogalmak .....	8
1.2. A tartószerkezeti tervezés alapjaival összefüggő betűjelek .....	11
<b>2. A TARTÓSZERKEZETI MÉRETEZÉS ALAPJAI</b> .....	<b>12</b>
2.1. Alapkövetelmények .....	12
2.2. A parciális (biztonsági) tényezők módszere és a határállapot koncepció .....	12
2.3. Célkitűzések és vizsgálatfajták .....	12
2.4. A határállapotok módszere szerinti vizsgálatok alapösszefüggései .....	13
2.4.1 A vizsgálat általános alapelve .....	13
2.4.2 Szilárdsági vizsgálat teherbírási határállapotban .....	13
2.4.3 A helyzeti állékonyság vizsgálata teherbírási határállapotban .....	13
2.4.4 Az általaj törés és a fáradási törés vizsgálata .....	14
2.4.5 A használhatósági határállapotok vizsgálata .....	14
2.5. Tervezési helyzetek .....	14
2.6. A tervezési élettartam .....	14
2.7. Megbízhatósági szintek .....	14
2.8. Terhelési eset, a hatások kombinációja .....	15
<b>3. A HATÁSOK</b> .....	<b>16</b>
3.1. A hatások besorolása .....	16
3.2. A hatásokat jellemző mennyiségek .....	16
3.2.1 Időben állandó hatások jellemzői .....	16
3.2.2 Időben változó hatások jellemzői .....	17
3.3. A hatások tervezési értékei .....	18
3.4. Fáradást okozó, dinamikus és geotechnikai hatások jellemzői .....	18
3.5. Rendkívüli és szeizmikus hatások jellemzői .....	18
3.6. A hatások parciális (biztonsági) tényezői .....	19
3.7. A reprezentatív érték szorzói ( $\psi$ tényezők) .....	19
<b>4. A HATÁSOK KOMBINÁCIÓI ÉPÜLETEK ESETÉN</b> .....	<b>20</b>
4.1. Hatáskombinációk teherbírási határállapotban .....	20
4.2. Hatáskombinációk használhatósági határállapotban .....	21
<b>II. RÉSZ: TERHEK ÉS HATÁSOK MEGHATÁROZÁSA</b> .....	<b>25</b>
<b>5. A HATÁSOKKAL KAPCSOLATOS FOGALMAK ÉS JELÖLÉSEK</b> .....	<b>25</b>
5.1. Fogalmak .....	25
5.2. Betűjelek, jelölések, indexek .....	26
5.3. A hatások fajtái és besorolásuk .....	30
<b>6. SÚLYTERHEK</b> .....	<b>32</b>
6.1. Az önsúlyteher jellemzői .....	32
6.2. Az önsúly figyelembe vétele hatáskombinációkban .....	32
6.3. Építőanyagok, épületszerkezetek és tárolt anyagok súlyadatai .....	32
6.3.1 Építőanyagok és tárolt anyagok térfogatsúlyai .....	33
6.3.2 Épületszerkezetek térfogatsúlya .....	34
6.3.3 Épületszerkezetek négyzetmétersúlya .....	35
6.3.4 Tárolt anyagok halmazsúlya, súrlódási szöge .....	36
<b>7. HASZNOS TERHEK</b> .....	<b>37</b>
7.1. A hasznos terhek általános jellemzői .....	37
7.2. A hasznos terhek karakterisztikus értéke .....	37
7.3. A hasznos terhek teherelrendezései .....	37
7.4. Mozgatható válaszfalak .....	39
7.5. Vízszintes irányú hasznos terhek .....	39
7.6. Járművek tengelyterhei .....	39

7.7.	A dinamikus hatás figyelembe vétele .....	40
7.8.	Csökkentő tényezők .....	41
<b>8.</b>	<b>HÓTEHER</b> .....	<b>42</b>
8.1.	A hőteher jellemzői .....	42
8.2.	A felszíni hőteher .....	42
8.2.1	A felszíni hőteher karakterisztikus értéke .....	42
8.2.2	A hó átlagos térfogatsúlya és vastagsága .....	43
8.3.	Tehere rendezések és tervezési helyzetek tetőkön .....	43
8.4.	Tetők hőterhe tartós/ideiglenes tervezési helyzetben .....	43
8.5.	Tetők hőterhének alakai tényezői és teherrendezései .....	44
8.5.1	A tetők hőterhének alakai tényezői .....	44
8.5.2	Félnyereg tetők .....	44
8.5.3	Nyereg tetők .....	44
8.5.4	Összekapcsolódó nyereg tetők .....	45
8.5.5	Magasabb szerkezetekhez csatlakozó tetők .....	45
8.5.6	További gyakoribb tetőformák .....	46
8.5.7	Helyi hóhatások a tetőn .....	46
8.6.	A hófelhalmozódás lehetséges meghatározása általános tetőforma esetén .....	46
8.7.	A hőteher, mint rendkívüli teher .....	48
8.7.1	A vizsgálat mellőzésének feltételei .....	48
8.7.2	A kivételes nagyságú felszíni hőteher figyelembevétele .....	48
8.7.3	A kivételes hófelhalmozódás, mint rendkívüli teher .....	48
8.7.4	A hőteherrel összefüggő egyéb hatások .....	48
<b>9.</b>	<b>A SZÉLTEHER</b> .....	<b>49</b>
9.1.	A szélhatás modellezése és általános jellemzői .....	49
9.2.	Terep (beépítettség) kategóriák .....	49
9.3.	A torlónyomás számításba veendő értékei Magyarországon .....	50
9.4.	A szélhatások karakterisztikus értékének meghatározása .....	50
9.4.1	A szélteher összetevői .....	50
9.4.2	Épületek aerodinamikai (alakai) tényezői .....	50
9.4.3	Referencia felületek és referencia magasság .....	50
9.4.4	Felületi szélnyomás és szélsúrlódás .....	50
9.4.5	Szélerők meghatározása felületi szélnyomásokból .....	52
9.4.6	Eredő szélerők meghatározása erőtényező segítségével .....	52
9.4.7	Ferde szélerők figyelembevétele .....	52
9.5.	Külső felületek nyomási tényezői .....	53
9.5.1	Hajlásszögek értelmezése a külső alakai tényező meghatározása során .....	53
9.5.2	A nyomási tényező és a felület nagysága közötti kapcsolat .....	53
9.5.3	Alakai tényezők egy felületsíkon belül .....	53
9.5.5	Külső nyomási tényezők meghatározása: részletes eljárás .....	55
9.5.6	Külső nyomási tényezők meghatározása: egyszerűsített eljárás .....	59
9.6.	Belső felületek nyomási tényezői és referencia magasságai .....	60
9.7.	Felületi szélsúrlódás .....	61
9.8.	Szabadon álló egyrésztes tetők és szerkezetek alakai tényezői .....	61
9.8.1	Szabadon álló tetők, pilltetők .....	62
9.8.2	Szabadon álló falak és mellvédek .....	64
9.8.3	Karcsú, téglalap alaprajzú épületek .....	64
9.9.	Alakai tényezők egymás után sorolt tetőelemek esetén .....	65
9.9.1	Sorolt félnyereg-és nyereg tetők .....	65
9.9.2	Sorolt pilltetők .....	66
<b>10.</b>	<b>HŐMÉRSÉKLETI HATÁS</b> .....	<b>67</b>
10.1.	Általános jellemzők .....	67
10.2.	Tervezési állapotok .....	67
10.3.	A hőmérsékleti hatás összetevői .....	67
10.4.	Hőmérsékleti adatok .....	68
10.4.1	A felületi hőmérsékletek tájékoztató értékei .....	68
10.4.2	Magyarországi hőmérsékleti adatok .....	68
10.4.3	A külső tér hőmérsékletének maximumai Magyarországon .....	69
10.4.4	Szerkezeti anyagok hőtágulási együtthatói .....	69
10.4.5	Hőmérséklet-eloszlás meghatározása többrétegű szerkezetekben .....	70



<b>11. GEOTECHNIKAI ÉS VÍZ OKOZTA HATÁSOK.....</b>	<b>70</b>
11.1. Geotechnikai hatások.....	70
11.2. Víz okozta hatások.....	70
11.2.1. Általános jellemzők.....	70
11.2.2. A hidrosztatikus és hidrodinamikusan víznyomás.....	71
11.2.3. Folyóvízi uszadék okozta erőhatás.....	71
11.2.4. Egyéb hatások.....	71
<b>12. DARUK ÉS GÉPI BERENDEZÉSEK OKOZTA HATÁSOK.....</b>	<b>71</b>
<b>13. ÉPÍTÉS KÖZBENI HATÁSOK ÉPÜLETEKEN.....</b>	<b>72</b>
13.1. Tervezési helyzetek.....	72
13.2. Határállapotok.....	72
13.3. Az építés közbeni hatások jellegzetességei.....	72
13.4. Általános építés közbeni hatások.....	73
13.5. Az építési terhek.....	74
13.5.1. Általános jellemzők.....	74
13.5.2. Az építési terhek fajtái.....	75
13.5.3. Építési teher betonozáskor.....	75
13.6. Építés közbeni rendkívüli terhek és hatások.....	75
<b>14. BALESET JELLEGŰ RENDKÍVÜLI HATÁSOK.....</b>	<b>76</b>
14.1. Következmény szerinti kategóriák.....	76
14.2. Jármű ütközésből származó hatások.....	77
14.2.1. Az egyenértékű statikus teher.....	77
14.2.2. A számításba veendő ütközési felület.....	78
14.3. Robbanásból származó hatások.....	78
<b>15. A FÖLDRENGÉSI HATÁSOKBÓL KELETKEZŐ TERHEK.....</b>	<b>79</b>
15.1. Alapkövetelmények.....	79
15.2. A földrengés okozta gyorsulások.....	79
15.3. Teherbírási követelmények.....	80
15.3.1. A számításba veendő hatáskombináció.....	80
15.3.2. A földrengésből származó eltolóerő.....	81
15.3.3. A tervezési gyorsulási válasz spektrum.....	81
15.3.4. A rugalmas gyorsulási válasz spektrum.....	83
15.3.5. Az eltolóerő alaprajzi elhelyezkedése.....	84
15.4. Korlátozott károk követelménye.....	84
15.5. A terhek megoszlása az épület magassága mentén.....	85
15.6. A maximális földrengésteher egyszerű meghatározása.....	86
<b>16. MELLÉKLETEK.....</b>	<b>87</b>
A melléklet: Tervezési élettartamok.....	87
B melléklet: Megbízhatósági szintek.....	87
C melléklet: A felszíni hóteher $C_0$ és $C_1$ tényezői.....	88
D melléklet: A hó átlagos térfogatsúlya és a felszíni hóvastagság.....	88
E melléklet: Gyakrabban előforduló további tetőformák hóterhei.....	89
F melléklet: Lokális hóterhek a tetőn.....	90
G melléklet: A szélesség és a torlónyomás meghatározása.....	91
H melléklet: A szerkezeti tényező.....	92
I melléklet: Gyakrabban előforduló speciális tetőformák szélterhei.....	93
J melléklet: Szabadon álló táblák, zászlók és egyéb szerkezeti elemek szélterhei.....	96
<b>17. A SZÖVEGBEN HIVATKOZOTT SZABVÁNYOK ÉS SZAKIRODALMI FORRÁSOK.....</b>	<b>97</b>

Az egyes fejezetek kidolgozásában közreműködtek: Deák György (2., 3., 4. és 6.), Erdélyi Tamás (6., 7., 9. és 10.), Weiser Balázs (6. és 9.), Fernezelyi Sándor (13.) és Kollár László (15. fejezet). A többi rész kidolgozását és a segédlet szerkesztését Visnovitz György végezte. Az ábrák Erdélyi Tamás, Visnovitz György és Weiser Balázs munkái. Lektorálták: Dulácska Endre, Fernezelyi Sándor és Papanek Zsolt.

A szövegben a két hasonló jellegű fogalom közötti / jelet az „és”, illetve a „vagy” szó rövidítéseként használjuk. Használjuk továbbá a  $\min\{A; B; C\}$  és a  $\max\{A; B; C\}$  jelöléseket, amelyek az A, B és C mennyiségek közül a legkisebb, illetve legnagyobb értéket jelentik.

## Előszó

Az épületek tartószerkezeteivel szembeni támasztott legfontosabb követelmény, hogy a rájuk ható terheket és hatásokat biztonságosan elviseljék, az ezekből keletkező igénybevételek, alakváltozások, avagy az Eurocode kifejezésével élve: a „hatáskövetkezmények” se az épület állékonyságát, se használhatóságát ne veszélyeztessék. A terhek helyes felvétele valamint a hatások megfelelő értelmezése tehát a jó és gazdaságos tartószerkezeti méretezés alapja, a statikai tervezés kiindulópontja.

A terhek és hatások meghatározása a tartószerkezeti méretezés első lépései közé tartozik. Szinte önálló munkarésznek tekinthető, mivel legnagyobbbrészt független attól, hogy a vizsgálandó szerkezet acélból, vasbetonból vagy bármilyen más szerkezeti anyagból készül.

Az új, egységes európai tartószerkezeti szabványsorozat - összefoglaló néven Eurocode - bevezetését megelőzően a tartószerkezetek terheire vonatkozó hazai előírásokat az MSZ 15021/1 -1986 foglalta össze. Ez a ma is érvényben levő, mindössze 30 oldal terjedelmű szabvány szinte az összes terhekkel kapcsolatos témát felölelte, és rendkívüli tömörséggel szabályozta a terhek meghatározásának módját. E kulcsfontosságú előírás tartalomjegyzékét az új Eurocode-okkal összevetve azt láthatjuk, hogy az MSZ rövid, néhány oldalas alfejezeteinek az Eurocode-ban önálló szabványfüzetek felelnek meg, amelyek minimum harminc, de néhol száz oldalt is jóval meghaladó terjedelműek.

Az előírások ilyen méretű bővülése kettős következménnyel jár. Egyfelől a mennyiségi növekedés tényleges tartalmi bővülést is jelent. Az Eurocode-ok számos olyan részletes, új információt tartalmaznak, amelyekkel az egyes szerkezetfajták teherfelvétele pontosabban, megbízhatóbban végezhető el. Több olyan kérdés kezelése is bekerült a szabályzatokba, amelyekkel a magyar előírás nem, vagy csak érintőlegesen foglalkozott. Az Eurocode-ban a terhek oldalán megjelenő magasabb biztonsági szint, valamint a szigorúbb terv- és műszaki ellenőrzésre való közvetett ösztönzés költségszebb, de megbízhatóbb szerkezeteket eredményez. Az új, egységesen kezelt terminológia és jelölésrendszer az európai (és magyar) statikus társadalom számára az egységes szemlélet és a közös szakmai nyelv ígérétét is magában hordozza.

Nem hallgathatók el azonban a problémák sem. A túlzott méretűre duzzadt és a szigorú formai követelmények miatt rengeteg sztercotip ismétlődést tartalmazó szabványtömeg nehezen kezelhető, a rengeteg keresztivatközás rontja az áttekinthetőséget, az előírások sorában pedig ömlesztve jelentkeznek a gyakorló statikus számára feltétlenül szükséges, gyakran előforduló, valamint a csak specialisták és elméleti szakemberek számára szóló ritka, különleges problémák. Emiatt a szabványok közvetlen használata - legalábbis az azokkal való ismerkedéskor és tanuláskor - igen nehézkes.

Jelen segédletünk kísérlet a fenti problémák legalább részbeni áthidalására. A magyar szabvány szellemét követve újra egységes füzetbe foglaljuk össze a fontosabb előírásokat, bár jelentősen megnövelt, mintegy százoldalas terjedelemben. Ezen belül is csak a magasépítési szerkezetekkel, épületekkel kapcsolatos adatokat közöljük, a speciális mérnöki létesítményekre, így pl. a hidakra vonatkozó információkat már nem. Ez az anyag tehát nem helyettesítheti az eredeti, hivatalt szabványokat, viszont a gyakoribb magasépítési szerkezetek körében elősegítheti azok megértését és eredményesebb használatát.

A segédlet két fő részből áll. Az első rész a tartószerkezeti tervezés alapjaival és annak a terhekkel kapcsolatos összefüggéseivel foglalkozik az EN 1990 szabvány alapján. Jóllehet a méretezés alapjait a régi magyar szabványsorozat és az Eurocode is külön szabványban ismerteti, mégis célszerűnek látszott a terhekre vonatkozó legfontosabb részeket bevezetőként segédletünkbe illeszteni.

A tartószerkezeteken figyelembe veendő terhek és hatások konkrét meghatározásával füzetünk második része foglalkozik. Itt lényegében mindazon esetek ismertetésre kerülnek, amelyek az MSZ 15021/1-ben is szerepeltek. Nem tárgya viszont a segédletnek a geometriai pontatlanságok ismertetése, bár ezek sok esetben (pl. pillérferdeség) helyettesítő teher segítségével kerülnek a statikai számításba. A geometriai pontatlanságok azonban más módon is figyelembe vehetők, és mivel többségükben erősen függenek a szerkezeti anyag fajtájától, az erre vonatkozó módszerek hagyományosan nem a teherszabványokban jelennek meg, így van ez az Eurocode-ban is.

Az összeállítás készítése során arra törekedtünk, hogy az oktatási segédanyagként és tervezési segédletként egyaránt használható legyen. Ezért növeltük a vizuális információk mennyiségét a verbális részek rovására. Az adatok többsége táblázatokban, ábrákkal kiegészítve, egységes keretben jelenik meg, és bízunk benne, hogy némi ismerkedés után az egyes témák már az oldalkép alapján, a tartalomjegyzék böngészése nélkül is könnyen megtalálhatók lesznek. A Budapesti Műszaki Egyetem Építészmérnöki Karának oktatóiként és gyakorló statikusként is úgy véljük, hogy egy ilyen jellegű segédlet kisebb gondtal és eredményesebben forgatható.

Segédletünk elsősorban az Eurocode-ok magyarországi alkalmazását kívánja elősegíteni, így mindazon helyeken, ahol a szabvány a Nemzeti Melléklet feladatává tette bizonyos konkrét adatok megadását vagy pontosítását, a magyar Nemzeti Melléklet szerinti adatokat közöljük. Ismertetjük továbbá a magyar Nemzeti Mellékletekben megjelenő kiegészítő előírásokat is. Ugyanakkor tudatosan kihagytunk minden olyan Eurocode előírást, amely nem köthető a hazai építési viszonyokhoz (pl. tengerekkel kapcsolatos szélhatások). Mindezek miatt - noha az Eurocode előírások törzsanánya minden EU tagállamban egységes - segédletünk Magyarország határain kívül csak a helyi jellegzetességek, illetve az adott országban érvényes Nemzeti Melléklet - esetleg a magyartól lényegesen eltérő alapadatainak - figyelembevételével használható.

A most kézbe adott anyag az Eurocode-ok bevezetésének jelenlegi állapotát tükrözi, és nem mindenben tekinthető véglegesnek. Bár napjainkra a terhekkel és hatásokkal kapcsolatos előírások magyar nyelvű fordítása, valamint Nemzeti Melléklettel való kiegészítése jelentős mértékben előrehaladt - sokkal inkább, mint a még csak angolul elérhető, szerkezeti anyaghoz kötött méretezési előírások esetében - a folyamat korántsem zárult le. Fájó példaként említjük, hogy a szélterhekre vonatkozó előírásoknak még se magyar nyelvű változata, se hivatalos magyar Nemzeti Melléklete nincs.

Ahol a Nemzeti Melléklet hiánya miatt hiányoznak a hazai környezetnek megfelelő kiegészítő értékek, ott azokat a rendelkezésre álló hazai szakirodalom, illetve korábbi szabványok és előszabványok alapján adtuk meg. Az ilyen megelőlegezett értékeket segédletünkben jeleztük. Gyakorlati alkalmazás esetén tehát mindig meg kell győződni arról, hogy az adott szabvány (vagy Nemzeti Melléklete) időközben nem módosult-e.

Ezen munka mindamelllett nemcsak a hivatkozott szabvány(ok) és a (várható) Nemzeti Mellékletek anyagaiból álló válogatás, hanem több is annál: ahol az szükségesnek látszott, ott - megfontolandó javaslatként - tartalmazza az alkotó kollektíva szakmai véleményét is, a helyesebb felhasználás érdekében.

A segédlet szerzői előre megköszönnek minden olyan érdemi olvasói észrevételt, amely az anyagban levő esetleges hibákra, a szükséges javításokra vagy kiegészítésekre vonatkozik. Kérjük, hogy ezeket az észrevételeket a segédlet kiadásán keresztül, vagy közvetlenül juttassák el hozzánk a [visno.sil@silver.szt.bme.hu](mailto:visno.sil@silver.szt.bme.hu) címen.

Végezetül köszönetet mondunk lektorainknak a terjedelmes anyag gondos áttekintéséért, valamint a BMÉ Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszéke kollektívájának a szakmai segítségért, a sok értékes hozzászólásért, és nem utolsósorban azért, hogy a munkánkhoz szükséges kedvező feltételeket biztosították.

Budapest, 2006. augusztus 31.

a Szerzők



**I. RÉSZ:**

**TERHEK ÉS HATÁSOK**  
**AZ EUROCODE MÉRETEZÉSI RENDSZERÉBEN**

## I. RÉSZ: TERHEK ÉS HATÁSOK AZ EUROCODE MÉRETEZÉSI RENDSZERÉBEN

### 1. A méretezés rendszerével kapcsolatos alapfogalmak és jelölések

Az alábbi szakkifejezések, jelölések és azok magyarázata általában átvétel az MSZ EN 1990 szabványból [10], helyenként kisebb szerkesztési módosításokkal, kihagyásokkal vagy betoldásokkal (ezeket dőlt betűvel jelöljük). Egységes alkalmazásuk elősegíti az erőtanai számítással kapcsolatos EN 1990 - EN 1999 szabványok [1]-[9] szakkifejezéseinek összhangját.

#### 1.1. Alapfogalmak

##### Fontosabb közös szakkifejezések

###### Építmény (construction works)

Minden, ami épített, vagy építési tevékenység eredménye. A fogalom épületeket és építőmérnöki szerkezeteket jelöl. Vonatkozik tartószerkezeti, nem tartószerkezeti és geotechnikai szerkezeti elemeket tartalmazó teljes építményekre is.

###### Tartószerkezet (structure)

Rendezett módon egymáshoz csatlakoztatott szerkezeti elemek szerves együttese, *amelynek rendeltetése az építmény kellő teherbírásának és merevségének biztosítása.*

###### Tartószerkezeti elem (structural member)

Egy tartószerkezet fizikailag elkülöníthető része, pl. oszlop, gerenda, lemez, cölöp.

##### A tervezésre vonatkozó általános szakkifejezések

###### Tervezési követelmények (design criteria)

Olyan egyenlőtlenségek, melyek megadják azokat a feltételeket, melyek teljesülését az egyes határ-állapotokban igazolni kell.

###### Tervezési helyzet (design situations)\*

A fizikai feltételek olyan együttese, melyek egy bizonyos időtartam során *lehetséges* valódi körülményeket jellemzik. E feltételek fennállásának esetére a tervezés keretében igazolni kell, hogy a határállapotokat a szerkezet nem lépi túl.

###### Ideiglenes tervezési helyzet (transient design situation)

A tartószerkezet tervezési élettartamánál lényegesen rövidebb időtartamra (*vizsgálati időszakra*) vonatkozó, nagy valószínűséggel fellépő tervezési állapot. Az ideiglenes tervezési állapot a tartószerkezet, a használat, a környezeti hatások ideiglenes körülményeit írja le, pl. a megvalósítás vagy a javítás során.

###### Tartós tervezési helyzet (persistent design situation)

A tartószerkezet tervezési élettartamával azonos nagyságrendű időtartamra vonatkozó tervezési állapot. Általában a szokásos használat körülményeit írja le.

###### Rendkívüli tervezési helyzet (accidental design situation)

A szerkezet vagy az arra működő hatások kivételes feltételek közötti működési körülményeit leíró tervezési állapot, beleértve a tűzhatást, a robbanást, az ütközést és a helyi tönkremenetelt is.

###### Tűzhatásra való tervezés (fire design)

A tartószerkezet oly módon való tervezése, melynek eredményeképpen az kielégíti a tűzhatás esetén előírt követelményeket.

###### Szeizmikus tervezési helyzet (seismic design situation)

A tartószerkezet működési körülményeket leíró tervezési állapot *földrengés* okozta kivételes feltételek között.

###### Tervezési élettartam (design working life)

Az a feltételezett időtartam, melynek során a tartószerkezet, vagy annak egy része az előírányzott, *illetve szükséges* fenntartás mellett - de jelentős javítási munkák nélkül - tervezett rendeltetésének megfelelően használható.

###### Teherelrendezés (load arrangement)

A nem rögzített hatás helyzetének, nagyságának és irányának megadása.

###### Terhelési eset (load case)

Egy adott vizsgálat során egyidejűleg figyelembe veendő, összetartozó teherelrendezések, valamint a rögzített esetleges és állandó hatásokkal együttesen fellépő alakváltozások és imperfekciók (*geometriai pontatlanságok*) együttese.

\* Az MSZ EN 1990 itt a „tervezési állapot” kifejezést használja, amely azonban a „határállapot” kifejezéssel való keverhetősége miatt nem szerencsés. A továbbiakban az eredeti angol nyelvű „design situation” elnevezés megfelelőjeként következetesen a „tervezési helyzet” kifejezést használjuk.

**Határállapotok (limit states)**

A tartószerkezet olyan állapotai, amelyeken túl már nem teljesülnek a vonatkozó tervezési követelmények.

**Teherbírási határállapotok (ultimate limit states)**

Összeomlással, töréssel, tönkremenetelnek tekintendő túlzott mértékű alakváltozással, vagy más hasonló legülső szerkezeti tönkremenetellel járó határállapotok. Ezek általában egy tartószerkezet vagy egy tartószerkezeti elem teherbírásának kimerülését vagy teljes üzemképtelenségét jelentik.

**Használhatósági határállapotok (serviceability limit states)**

A tartószerkezet, vagy egy tartószerkezeti elem olyan állapotai, amelyeken túl a használattal kapcsolatos, előírt követelmények már nem teljesülnek.

**Irreverzibilis használhatósági határállapotok (irreversible serviceability limit states)**

Olyan használhatósági határállapotok, melyek esetén egy hatásnak a használattal kapcsolatos, előírt követelményeket meghaladó következménye akkor is megmarad, ha maga a hatás megszűnik vagy csökken.

**Reverzibilis használhatósági határállapotok (reversible serviceability limit states)**

Olyan használhatósági határállapotok, melyek esetén egy hatásnak a használattal kapcsolatos, előírt követelményeket meghaladó következménye megszűnik, ha maga a hatás is megszűnik.

**Használhatósági követelmény (serviceability criterion)**

Használhatósági határállapotra megfogalmazott tervezési követelmény.

**Ellenállás (resistance)**

Egy tartószerkezet, egy tartószerkezeti elem vagy azok egy keresztmetszetének a külső hatásokkal szembeni, mechanikai tönkremenetel nélkül elérhető teherbírása, pl. hajlítási ellenállás, kihajlással szembeni ellenállás, húzási ellenállás.

**Szilárdság (strength)**

A külső hatásokkal szembeni ellenállás mértékét kifejező mechanikai anyagjellemző, rendszerint feszültség mértékegységben.

**Megbízhatóság (reliability)**

Egy tartószerkezet vagy egy tartószerkezeti elem azon képessége, melynek révén az a tervezés során előírt követelményeket ki tudja elégíteni, beleértve a tervezési élettartamot is. A megbízhatóságot általában valószínűségelméleti formában adják meg. A megbízhatóság fogalma a szerkezet biztonságát, használhatóságát és tartósságát foglalja magában.

**Megbízhatósági szintek (reliability differentiation)**

Az építmények létrehozásához felhasznált források társadalmi-gazdasági optimalizálásakor alkalmazott mérőszámok, melyek figyelembe veszik az építmény tönkremenetelének összes várható következményét és az építési-fenntartási költségeket is.

**Tervezési változó (basic variable)**

Olyan fizikai mennyiséget jelentő változó, amely leírja a hatásokat, a környezeti feltételeket, a geometriai méreteket és az anyagjellemzőket (beleértve a talajadatokat is).

**Névleges érték (nominal value)**

Nem statisztikai alapon, hanem pl. megszerzett tapasztalaton vagy fizikai feltételeken alapuló érték.

**A hatásokra vonatkozó általános szakkifejezések****Hatás ( $F$ ) (action)**

- A tartószerkezetre ható erők, terhek (közvetlen hatás);
- Kényszer-alakváltozások vagy kényszer-gyorsulások, melyeket pl. hőmérséklet-változás, nedvességtartalom-változás, egyenlőtlen támaszmozgás vagy földrengés okoz (közvetett hatás).

**Igénybevétel ( $E$ ) (effect of action)**

A hatás következménye tartószerkezeti elemeken (pl. belső erő, nyomaték, feszültség, alakváltozás) vagy a teljes szerkezeten (pl. lehajlás, elfordulás)

**Állandó hatás ( $G$ ) (permanent action, *dead load*)**

Olyan hatás, mely egy adott referencia-időszakon belül nagy valószínűséggel mindvégig működik és nagyságának időbeli változása elhanyagolható, vagy ez a változás mindvégig egyirányú (monoton) egészen addig, amíg a hatás el nem ér egy bizonyos határértéket.

**Esetleges hatás ( $Q$ ) (variable action)**

Olyan hatás, mely nagyságának időbeli változása nem hanyagolható el, és nem is monoton.

**Rendkívüli hatás ( $A$ ) (accident action)**

Rövid ideig működő, de jelentős nagyságú hatás, mely a tervezési élettartam során egy adott tartószerkezeten várhatóan nem lép fel, *de nem is zárható ki teljes bizonyossággal*. A statisztikai eloszlással kapcsolatos rendelkezésre álló adatoktól függően az ütközés, a hó, a szél és a szeizmikus hatások egyaránt tekinthetők esetleges és rendkívüli hatásnak.

**Szeizmikus hatás ( $A_E$ ) (seismic action)**

A földrengéssel járó talajmozgásokból adódó hatás.



**Geotechnikai hatás** (geotechnical action)

Az altalajról, a feltöltésről vagy a talajvízről a tartószerkezetre átadódó hatás.

**Rögzített hatás** (fixed action)

Olyan hatás, amelynek a teljes tartószerkezeten vagy a tartószerkezeti elemen való eloszlása és helyzete oly módon rögzített, hogy a hatás nagyságát és irányát annak a tartószerkezet vagy a tartószerkezeti elem egy pontjában meghatározott *eredője* egyértelműen meghatározza.

**Nem rögzített hatás** (free action)

Olyan hatás, melynek a tartószerkezeten különböző térbeli eloszlásai lehetnek.

**Független hatás** (single action)

A tartószerkezetre ható más hatásoktól térben és időben statisztikailag függetlennek tekinthető hatás.

**Statikus hatás** (static action)

Olyan hatás, amely nem idézi elő a tartószerkezet vagy a tartószerkezeti elem számottevő gyorsulását.

**Dinamikus hatás** (dynamic action)

Olyan hatás, amely a tartószerkezet vagy a tartószerkezeti elem számottevő gyorsulását idézi elő.

**Kvázi-statisztikus hatás** (quasi-static action)

A statikai modellben egy egyenértékű statikus hatással figyelembe vett dinamikus hatás.

**Referencia-időszak** (reference period)

Olyan meghatározott időszak, amely az esetleges és lehetőség szerint a rendkívüli hatások statisztikai alapon történő felvételének alapjául szolgál.

**Hatás karakterisztikus értéke** ( $F_k$ ) (characteristic value of an action)

A hatásnak a számításokban figyelembe veendő, az előírt valószínűségi követelményeknek megfelelő jellemző értéke, amely állandó hatásoknál a statisztikus eloszlás alapján meghatározott (általában 50%-os) kvantilis, esetleges és rendkívüli hatásoknál egy adott referencia-időszakon belüli, adott túllépési valószínűséghez tartozó érték, illetve rendkívüli és szeizmikus hatásoknál sokszor a névleges érték. A legfontosabb reprezentatív érték.

**Hatás reprezentatív értéke** ( $F_{rep}$ ) (representative value of an action)

A hatásnak a határállapotok igazolásakor alkalmazott értéke. A reprezentatív érték lehet a karakterisztikus érték ( $F_k$ ) vagy egy nem domináns hatás értéke ( $\psi F_k$ ).

**Hatás tervezési értéke** ( $F_d$ ) (design value of an action)

A hatás reprezentatív értéke és egy  $\gamma_F$ , illetve  $\gamma_F = \gamma_{sd} \cdot \gamma_F$  parciális tényező szorzatából előálló érték.\*

**Domináns esetleges hatás értéke** ( $Q_k$ ) (dominant value of a variable action)

Az esetleges hatás azon értéke, melyet a hatások kombinációjában a kiemelt, domináns esetleges hatásra kell alkalmazni. A domináns esetleges hatás értéke egyenlő a karakterisztikus értékkel ( $\psi = 1$ ).

**Nem domináns esetleges hatás értéke** ( $\psi Q_k$ ) (accompanying value of a variable action)

Az esetleges hatás azon értéke, melyet a hatások kombinációjában egyidejűleg kell alkalmazni a domináns esetleges hatással. A nem domináns esetleges hatás értéke lehet a kombinációs érték, a gyakori érték vagy a kvázi-állandó érték.

**Esetleges hatás kombinációs (egyidejű) értéke** ( $\psi_0 Q_k$ ) (combination value of a variable action)

Az egyedi hatás olyan reprezentatív értéke, amely esetén a hatások kombinációjaként egyidejűleg előálló hatás meghaladási valószínűsége azonos egy egyedi hatás karakterisztikus értékének meghaladási valószínűségével. A kombinációs érték a karakterisztikus érték  $\psi_0 \leq 1$  szorzóval meghatározott részeként fejezhető ki.

**Esetleges hatás gyakori értéke** ( $\psi_1 Q_k$ ) (frequent value of a variable action)

Az egyedi hatás olyan reprezentatív értéke, amely esetén a hatás ezt a reprezentatív értéket a referencia-időszaknak csak egy megadott, kis részében haladja meg, vagy e reprezentatív érték meghaladási valószínűsége egy megadott számmal korlátozva van. A gyakori érték a karakterisztikus érték  $\psi_1 \leq 1$  szorzóval meghatározott részeként fejezhető ki.

**Esetleges hatás kvázi-állandó értéke** ( $\psi_2 Q_k$ ) (quasi-permanent value of a variable action)

Az egyedi hatás olyan reprezentatív értéke, amelyet a hatás a referencia-időszak jelentős részében meghalad. A kvázi-állandó érték a karakterisztikus érték  $\psi_2 \leq 1$  szorzóval meghatározott részeként fejezhető ki.

**Hatások kombinációja** (combination of actions)

A különböző, egyidejűleg működő hatások tervezési értékeinek egy csoportja, amelyet a szerkezet megbízhatóságának igazolására használnak az adott határállapotokban.

**Imperfekció** (imperfection)

A megvalósult tartószerkezet geometriájának eltérése a tervezett alaktól.

\* A segédlet a továbbiakban csak az általánosabb tartalmú és egyszerűbben kezelhető  $\gamma_F$  parciális biztonsági tényezőre tartalmaz adatokat.

## 1.2. A tartószerkezeti tervezés alapjaival összefüggő betűjelek

Az európai szabványok által alkalmazott jelölési rendszer az ISO 3898:1987 szabványon alapul [37]. A következőkben a segédlet I. részében használt alapvető jelöléseket foglaljuk össze. A segédlet II. részében használt betűjeleket és jelöléseket az 5. fejezet tartalmazza. (A jelöléseknek az I. és II. résznél való azonossága esetén ügyelni kell azok eltérő értelmezésére!)

### Latin nagybetűk

$A$	Rendkívüli hatás
$A_d$	A rendkívüli hatás tervezési értéke
$A_{Ed}$	A szeizmikus hatás tervezési értéke
$C_d$	Névleges érték, vagy bizonyos, tervezéskor alkalmazott anyagjellemzőtől függő érték <i>A használhatósági követelmény tervezési értéke</i>
$E$	Igénybevétel, a hatás következménye
$E_d$	Az igénybevétel tervezési értéke
$E_{d,dsd}$	A destabilizáló hatásból származó igénybevétel tervezési értéke
$E_{d,sdb}$	A stabilizáló hatásból származó igénybevétel tervezési értéke
$F$	Hatás, <i>teher</i>
$F_d / F_k / F_{rep}$	A hatás tervezési / karakterisztikus / reprezentatív értéke
$G$	Állandó hatás
$G_d / G_k / G_m$	Az állandó hatás tervezési / karakterisztikus / <i>közepes (várható, átlagos)</i> értéke
$G_{d,sup} / G_{d,inf}$	Az állandó hatás felső / alsó tervezési értéke
$G_{k,j}$	A $j$ -edik állandó hatás karakterisztikus értéke
$G_{k,i,sup} / G_{k,i,inf}$	A $j$ -edik állandó hatás felső / alsó karakterisztikus értéke
$P$	A feszítésből származó hatás reprezentatív értéke
$P_d / P_k / P_m$	A feszítésből származó hatás tervezési / karakterisztikus / várható értéke
$Q$	Esetleges hatás
$Q_d / Q_k$	Az esetleges hatás tervezési / karakterisztikus értéke
$Q_{k,1}$	A domináns esetleges hatás karakterisztikus értéke
$Q_{k,i}$	A domináns esetleges hatással egyidejűleg működő $i$ -edik esetleges hatás karakterisztikus értéke
$R$	Ellenállás
$R_d / R_k$	Az ellenállás tervezési / karakterisztikus értéke
$X$	Anyagjellemző
$X_d / X_k$	Anyagjellemző tervezési / karakterisztikus értéke

### Latin kisbetűk

$a_d / a_k$	Geometriai méret tervezési / karakterisztikus értéke
$a_{nom}$	Geometriai méret névleges értéke
$u$	A tartószerkezet, vagy a tartószerkezeti elem vízszintes eltolódása (iránya indexben jejlölhető)
$w$	Tartószerkezeti elem függőleges eltolódása

### Görög betűk

$\Delta a$	A névleges geometriai méret tervezési célokból történő megváltoztatása, pl. a geometriai pontatlanságok (imperfekciók) következményeinek értékelésekor
$\gamma$	Parciális (biztonsági) tényező teherbírási vagy használhatósági határállapothoz
$\gamma_t / \gamma_b / \gamma_p / \gamma_m$	<i>Hatás (általában) / állandó hatás / esetleges hatás / anyagjellemző parciális (biztonsági) tényezője, amely csak a karakterisztikus érték statisztikai bizonytalanságait veszi figyelembe.</i>
$\gamma_F / \gamma_G / \gamma_Q / \gamma_P$	<i>Hatás (általában) / állandó hatás / esetleges hatás / feszítésből származó hatás parciális (biztonsági) tényezője, amely a reprezentatív értéktől való kedvezőtlen irányú eltérés lehetőségén túl a számítási modell bizonytalanságait és a méreteitéréseket is figyelembe veszi.</i>
$\gamma_{G,j}$	A $j$ -edik állandó hatás parciális tényezője
$\gamma_{G,j,sup} / \gamma_{G,j,inf}$	A $j$ -edik állandó hatás felső/alsó tervezési értékének számításához alkalmazott parciális tényező
$\gamma_{P,unfav} / \gamma_{P,fav}$	A feszítőerő kedvező / kedvezőtlen tervezési értékének számításához alkalmazott parciális tényező
$\gamma_{Q,i}$	Az $i$ -edik esetleges hatás parciális tényezője
$\gamma_M$	Az anyagjellemző parciális tényezője, mely a számítási modell bizonytalanságait és a méreteitéréseket is figyelembe veszi.
$\gamma_{sd}$	A hatások vagy az igénybevételek számításához alkalmazott modell bizonytalanságait figyelembe vevő tényező
$\gamma_{R,d}$	Az ellenállás számításához alkalmazott modell bizonytalanságait figyelembe vevő tényező
$\eta$	A $\gamma_M$ parciális tényezőt meghatározásában szereplő átszámítási tényező
$\xi$	<i>A kedvezőtlen értelmű <math>G</math> állandó hatás csökkentő tényezője</i>
$\psi_0 / \psi_1 / \psi_2$	Az esetleges hatás egyidejűségi (kombinációs) / gyakori / kvázi-állandó értékét megadó együtthatók. <i>(teherszint tényezők)</i>

## 2. A tartószerkezeti méretezés alapjai

### 2.1. Alapkövetelmények

A tartószerkezetekkel szemben támasztott *három alapvető követelmény*

- a **hatásokkal** (terhekkel) **szembeni ellenálló képesség**
- a **használhatóság**
- a **tartósság**.

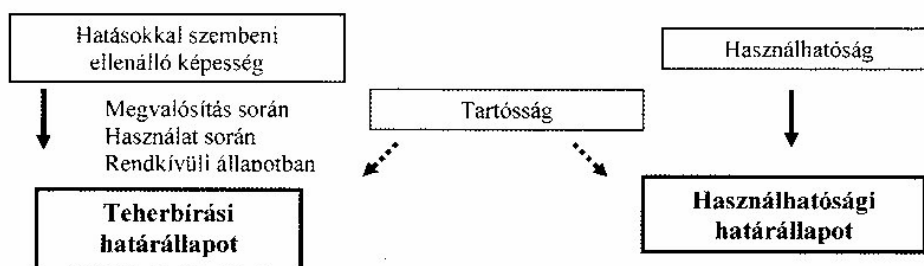
A fenti követelmények kielégítése érdekében a tartószerkezeteket úgy kell megtervezni és megvalósítani, hogy a gazdaságosság követelményeit is kielégítve előíranyzott élettartamuk alatt kellő megbízhatósággal feleljenek meg a megvalósítás és a használat során fellépő minden hatásra, valamint alkalmasak legyenek a rendeltetésszerű használatra.

### 2.2. A parciális (biztonsági) tényezők módszere és a határállapot koncepció

Az Eurocode szerinti méretezésnél a megbízhatóság a **parciális (biztonsági) tényezők** módszerének alkalmazásával biztosítható.\* Ennek keretében igazolni kell, hogy a hatások (terhek), anyagjellemzők és a geometriai adatok tervezési értékének figyelembevételével meghatározott határállapotokat egyetlen lehetséges tervezési helyzetben sem lépik túl.

**Határállapoton a tartószerkezetnek azt az állapotát értjük, amikor az még éppen megfelel a tervezési követelménynek (bármely tervezési helyzetben és terhelési esetben).**

A teherbírasi követelmények teljesülése a teherbírasi határállapot, a használati követelményeké a használhatósági határállapot feltételei szerint vizsgálándók. A tartóssági követelmények figyelembevétele e két határállapot keretén *belül* történik, a tartósságot befolyásoló tényezők figyelembevételével.



### 2.3. Célkitűzések és vizsgálatfajták

A határállapotok szerinti vizsgálatok fő célkitűzései:

#### Teherbírasi határállapot:

- Az építmény tartószerkezeteinek és szerkezeti elemeinek védelme a tönkremenetel ellen
- Az emberek biztonsága
- Tartósság

#### Használhatósági határállapot:

- A csatlakozó szerkezetek épségének biztosítása
- Az emberi komfortérzet biztosítása
- Technológiai használhatóság, működőképesség
- A külső megjelenés
- Tartósság

Vizsgálatot igénylő állapotok a két határállapoton belül (bármely tervezési helyzetben):

#### Teherbírasi határállapotban:

- **Helyzeti állékonyság** elvesztése (EQU)
- **Szilárdsági és/vagy alaki stabilitási** tönkremenetel (STR)
- **Fáradás** vagy más, időben lejátszódó tönkremenetel (FAT)
- Az **altalaj** törése vagy túlzott mértékű alakváltozása (GEO)

#### Használhatósági határállapotban:

- **Alakváltozások**, elmozdulások
- **Rezgések**, lengések
- **Repedések**
- A **külső megjelenést** befolyásoló egyéb károsodások
- **Feszültségek** (csak bizonyos esetekben)

Megjegyzés:

A hárombetűs jelek az angol elnevezésből származnak: EQUILIBRIUM, STRENGTH, FATIGUE, GEOTECHNIC

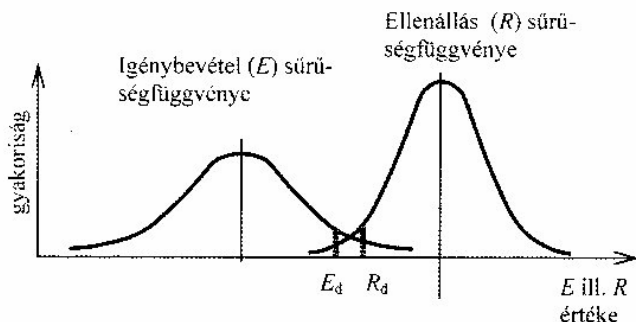
\* Ez alapelveiben megfelel a Magyarországon évtizedek óta használatos osztott biztonsági tényezők módszerének.



## 2.4. A határállapotok módszere szerinti vizsgálatok alapösszefüggései

### 2.4.1 A vizsgálat általános alapelve

A határállapotok módszere szerinti ellenőrzés elvét a 2-1. ábra szemlélteti a szilárdsági vizsgálat (STR) példáján.



2-1. ábra

A vizsgálat abból indul ki, hogy mind az igénybevételeknek, mind a szerkezeti ellenállásoknak statisztikailag értelmezhető eloszlása (sűrűségfüggvénye) van, vagyis egy adott terv szerinti helyzetben a különböző értékek eltérő gyakorisággal fordulnak elő. Avizsgálat során azt kell igazolni, hogy a hatások következményének  $E_d$  tervezési értéke (ez esetben a hatásokból származó igénybevétel) nem lépi túl a szerkezet számított ellenállásának  $R_d$  tervezési értékét.

Teljesen hasonló statisztikai elven történik más teherbírási vizsgálatok - pl. a helyzeti állékonyság (EQU) - valamint a használhatósági határállapotok vizsgálata is, csak a határállapot jellegéből adódóan más jellemzőket kell összehasonlítani.

### rési határállapotban

Egy keresztmetszet, egy tartószerkezeti elem vagy egy kapcsolat törés vagy tönkremenetelnek tekintendő túlzott alakváltozás miatti határállapotának (STR) vizsgálata során igazolni kell, hogy:

$$E_d \leq R_d$$

ahol:  $E_d$  a tartószerkezetet érő hatások alapján meghatározott igénybevételek tervezési értéke, úgymint belső erő, nyomaték, vagy a belső erőket, nyomatékokat tartalmazó vektormennyiség,  
 $R_d$  az ellenállás tervezési értéke az anyagjellemzők ( $X$ ) és a geometriai méretek ( $a$ ) tervezési értékeiből meghatározva.

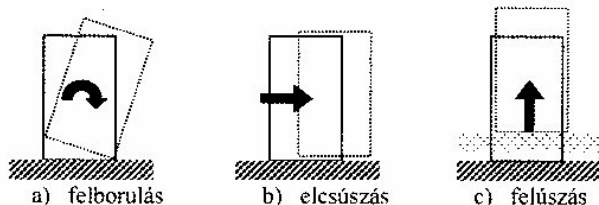
$$R_d = R \left\{ \frac{X_{k,i}}{\gamma_{M,i}}; a_d \right\} \quad i \geq 1$$

A tartószerkezeti ellenállások meghatározásával a megfelelő MSZ EN előírások foglalkoznak [11]-[19].

### 2.4.3 A helyzeti állékonyság vizsgálata teherbírási határállapotban

A helyzeti állékonyság elvesztése a merev testnek tekintett tartószerkezet vagy szerkezeti rész helyzetének olyan hirtelenszerű, lényeges megváltozása, amelyben az építőanyagok és a talaj szilárdsága általában nem domináns.

A helyzeti állékonyság elvesztésének alapvető - síkbeli - fajtái a *felborulás*, *elcsúszás* és *felúszás*, illetve ezek kombinációi (2-2. ábra).



2-2. ábra

A helyzeti állékonyság teherbírási határállapotának (EQU) vizsgálata során az adott tervezési helyzetben és a hozzá tartozó hatáskombinációkra igazolni kell, hogy

$$E_{d,dst} \leq E_{d,sth}$$

ahol:  $E_{d,dst}$  a *destabilizáló* hatásokból származó igénybevételek (erő, nyomaték) tervezési értéke  
 $E_{d,sth}$  a *stabilizáló* hatásokból származó igénybevételek (erő, nyomaték) tervezési értéke

Egyes esetekben további körülményeket is figyelembe lehet venni (pl. a merev testek közötti súrlódást).

### 2.4.4 Az általaj törés és a fáradási törés vizsgálata

Az általaj törés vizsgálatának (GEO), valamint a fáradási törés vizsgálatának (FAT) részleteivel jelen segédlet keretében nem foglalkozunk. Az erre vonatkozó alapadatok többsége az MSZ EN 1990-ben [10] található meg.

### 2.4.5 A használhatósági határállapotok vizsgálata

Igazolni kell, hogy:

$$E_d \leq C_d$$

- ahol:  $E_d$  a használhatósági követelményben előírt, és a vonatkozó hatáskombináció alapján meghatározott igénybevételből számított használati jellemző (alakváltozás, repedéstágasság stb.) tervezési értéke.  
 $C_d$  az adott használhatósági határállapothoz tartozó használhatósági követelmény tervezési értéke.  
 Konkrét adatok az EN 1992-EN 1999 szabványokban találhatóak, illetve a tartószerkezet anyagától nem függő merevségi követelményeket az MSZ EN 1990 Nemzeti Melléklete [10] ismerteti.

## 2.5. Tervezési helyzetek

A határállapotok vizsgálatánál *tervezési helyzeteket* is meg kell különböztetni, mivel a szerkezetek működését befolyásoló körülmények a szerkezet élettartama során eltérnek, illetve az idő folyamán változhatnak. Ennek következtében módosulhat a *szerkezeti modell* (pl. megtámasztás, merevítés, együttműködő szerkezettrész), különböző fajtájú és nagyságú *hatások* működhetnek, megváltozhat az anyagok szilárdsága (pl. tűz esetén) és változhatnak a szerkezetekkel szemben támasztott *követelmények* is.

*A tervezési helyzet a tartószerkezet, a használat, a környezeti hatások körülményeinek leírása a tartószerkezeti tervezés céljainak megfelelően.*

2-1. táblázat

Tervezési helyzetek		
Megnevezés	Leírás	Példák
<b>Tartós</b> ~ (rendeltetészerű ~)	A szokásos, mindennapi használat körülményeit leíró, a tartószerkezet tervezési élettartamával azonos nagyságrendű időtartamra vonatkozó állapot.	A rendeltetészerű használat állapota tartószerkezetnél vagy tartószerkezeti elemnél
<b>Ideiglenes</b> ~ (átmeneti ~)	A tartószerkezet, a használat, a környezeti hatások ideiglenes körülményeit leíró, a tartószerkezet tervezési élettartamánál lényegesen rövidebb időtartamra vonatkozó, nagy valószínűséggel fellépő állapot.	Építés-szerelés, átalakítás, javítás, bontás. Emelés, szállítás (elemnél)
<b>Rendkívüli</b> ~	A szerkezet vagy az arra működő hatások kivételes feltételek közötti működési körülményeit leíró állapot, amely a tervezési élettartamon belül csak kis valószínűséggel következik be, de nem zárható ki teljesen.	Tűzhatás, ütközés, robbanás, kivételes hőteher
<b>Szeizmikus</b> ~	A szeizmikus hatás okozta kivételes feltételek közötti működési körülményeket leíró állapot, amelynek rövididejű fellépésével számolni kell az adott övezetre előírt értékkel.	Földrengés. Magyarország teljes területén kell földrengéssel számolni.

## 2.6. A tervezési élettartam

A *tervezési élettartam* olyan – a megbízó és a tervező által közösen megállapított feltételezett időtartam, melynek során a tartószerkezet és annak elemei az előírányzott, illetve szükséges fenntartás mellett - de jelentős javítási munkák nélkül - a tervezett rendeltetésnek megfelelően használhatók. Ha egyéb utalás nincs rá, a tervezési élettartam 50 év. Ettől eltérő esetben a tervezési élettartamot a terven elő kell írni.

Az EN 1990 szerinti élettartam osztályok és azok értelmezése az *A mellékletben* található.

## 2.7. Megbízhatósági szintek

A *megbízhatóság* egy tartószerkezet vagy tartószerkezeti elem képessége a biztonságra, használhatóságra és tartósságra előírt tervezési követelmények kielégítésére, beleértve a tervezési élettartamot is.

A *megbízhatósági szintek* az építmények létrehozásához felhasznált források optimalizált mérőszámai, amelyek figyelembe veszik az építmény tönkremenetelének várható következményeit és költségeit is.

A megbízhatósági szintek értelmezésére és figyelembevételük módjára a *B mellékletben* található adatok.

## 2.8. Terhelési eset, a hatások kombinációja

Terhelési eset tartozik mindkét határállapoton belül bármely vizsgálatot igénylő tervezési helyzethez.

**Terhelési eset** = független hatások kombinációja

Olyan összetartozó teherelrendezések, alakváltozások és (kezdeti) geometriai pontatlanságok (imperfekcíók), amelyeket egy adott ellenőrzés során egyidejűleg vannak figyelembe véve.

Egy terhelési esethez tartozó független hatások figyelembe vétele a *hatáskombináció*.

A **hatások kombinációja** (röviden hatáskombináció) a különböző, egyidejűleg működő hatások tervezési értékeinek egy csoportja, melyet a szerkezet megbízhatóságának igazolására használnak teherbírási, illetve használhatósági határállapotban.

A hatáskombinációk felvételének *általános alapelvei* a következők:

- Minden kritikus terhelési esetben az igénybevételek tervezési értékét ( $E_d$ ) az *egyidejűnek tekinthető hatások* kombinálásával kell meghatározni.
- A hatások mindegyik kombinációjának tartalmaznia kell egy *domináns* esetleges hatást, vagy egy rendkívüli hatást (szükség esetén több változat összehasonlításával).
- A hatásokat a 4. fejezet előírásai szerint kell *kombinálni*.  $20,0$ .
- Ha az igazolás eredménye rendkívül érzékeny egy állandó hatás nagyságának a tartószerkezet mentén való változásaira, akkor e hatás kedvezőtlen és kedvező részét két, egymástól független hatásként kell figyelembe venni. Ez különösen a helyzeti állékonyság és a hozzá hasonló határállapotok vizsgálatára vonatkozik.
- Ha az egy hatásból származó különböző igénybevételek (pl. önsúlyból keletkező hajlítónyomaték és normál-erő) *nem teljesen összetartozóak*, akkor a kedvező összetevőre vonatkozó parciális tényezőt csökkenteni lehet.<sup>†</sup>
- Az *egy forrásból származó állandó hatásokat* egységesen a parciális biztonsági tényező alsó vagy felső értékével szorozva kell számításba venni aszerint, hogy eredőjük a tervezési eset szempontjából kedvező vagy kedvezőtlen. Így például a tartószerkezet önsúlyából származó összes hatást egy forrásból származónak lehet tekinteni.<sup>‡</sup>
- Azokon a szerkezeteken, amelyeken *kényszer-alakváltozások* is előfordulnak, ezt a hatást is figyelembe kell venni.

<sup>\*</sup> Az olyan hatásokból származó igénybevételeket, melyek fizikai vagy funkcionális okokból egyidejűleg nem léphetnek fel, a hatáskombinációkban nem kell egyidejűleg figyelembe venni.

<sup>†</sup> További útmutatást az EN 1992–EN 1999 szabványok több összetevőből álló hatásokkal foglalkozó bekezdései adnak.

<sup>‡</sup> Ebből következően pl. többtámaszú tartóknál szabad az önsúlyt minden mezőben egy egységes  $\gamma_G$  szorzóval számításba venni.

### 3. A hatások

#### 3.1. A hatások besorolása

Minden egyes szerkezet vagy szerkezeti elem méretezésénél tisztázni kell a szóba jöhető hatások fajtáját, mivel ez döntően befolyásolhatja a hatás-kombinációk és terhelési esetek számát, illetve az azokban figyelembe veendő hatások tervezési értékét.

3-1. táblázat

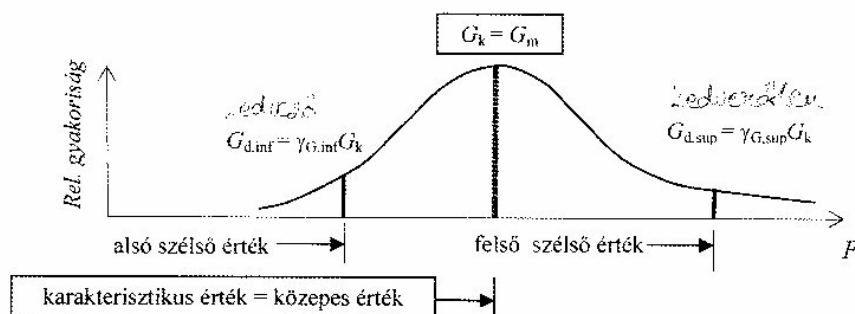
A hatások besorolása		
Csoportosítási szempont	A hatás típusa	Példák
Időbeli változás	a) <b>állandó</b> ~ $(G, P)$ (= időben állandó)	önsúly, feszítés (!)
	b) <b>esetleges</b> ~ $(Q)$ (= időben változó)	raktárteher (tartós ~) meteorológiai teher (rövid idejű ~)
	c) <b>rendkívüli</b> ~ $(A)$	ütközés, robbanás, tűz
Eredet	a) <b>közvetlen</b> ~ (terhek)	koncentrált és megoszló terhek, nyomatékok
	b) <b>közvetett</b> ~ (kinematikai terhek)	kényszer- vagy gátolt alakváltozás (hőmérséklet- és nedvességváltozás, támaszelmozdulás, zsugorodás), kényszersgyorsulás (robbanás, földrengés)
Térbeli változás	a) <b>rögzített</b> ~	önsúly
	b) <b>nem rögzített</b> ~	hasznos teher, daruteher, meteorológiai teher
Jelleg vagy szerkezeti válasz	a) <b>statikus</b> ~	önsúly (nem okoz jelentős szerkezeti gyorsulást)
	b) <b>kvázi-statikus</b> ~	
	c) <b>dinamikus</b>	földrengés (jelentős gyorsulásokat okoz)

Bizonyos hatások besorolása a körülményektől függően többféle is lehet. Így pl. a hőteher vagy a szeizmikus hatás az építmény helyszínétől függően rendkívüli vagy esetleges hatásként is figyelembe veendő. A víz által előidézett hatások a víznyomás nagyságának függvényében állandó vagy esetleges hatások is lehetnek. Az ilyen jellegű kérdésekről az Eurocode megfelelő füzeteti alapján [12]-[20] segédletünk II. részében található tájékoztatás.

#### 3.2. A hatásokat jellemző mennyiségek

##### 3.2.1 Időben állandó hatások jellemzői

Időben állandó (időtől független) hatások pl. az önsúly ( $G$ ) vagy a kezdeti előfeszítő erő ( $P_0$ ). Az ilyen jellegű hatások tervezésnél figyelembe veendő értékei az alsó és felső szélső érték, valamint a karakterisztikus érték, ami ez esetben a közepes érték. Időben állandó hatásoknál a karakterisztikus érték egyben a reprezentatív érték is\*. Az egyes mennyiségek értelmezését az önsúlyteher példáján a 3-1. ábra mutatja.



3-1. ábra

\* Az EN 1990 az időben állandó hatások karakterisztikus értékén belül is megkülönböztet alsó és felső értéket ( $G_{k,inf}$  és  $G_{k,sup}$ ), aminek elsősorban a stabilitási és használhatósági vizsgálatokban lehet szerepe. A teherbírási határállapot szerinti szilárdsági vizsgálatokban, valamint ha a hatás változékonysága csekély, az átlagos érték (pl.  $G_m$ ) használható.

### 3.2.2 Időben változó hatások jellemzői

Az időben változó (időtől függő), de statikus vagy kvázi-statisztikus jellegű hatások közé tartozik az esetleges hatások többsége: pl. hasznos terhek, meteorológiai terhek.

Az ilyen jellegű hatások **fő reprezentatív értéke** a ritka teherszintnek megfelelő **karakterisztikus érték**, amelyet a legfontosabb teherfajtákra számszerűen az EN 1991 szabványsorozat ad meg, míg egyéb esetekben az EN 1991-ben megadott módszerekkel összhangban kell felvenni.

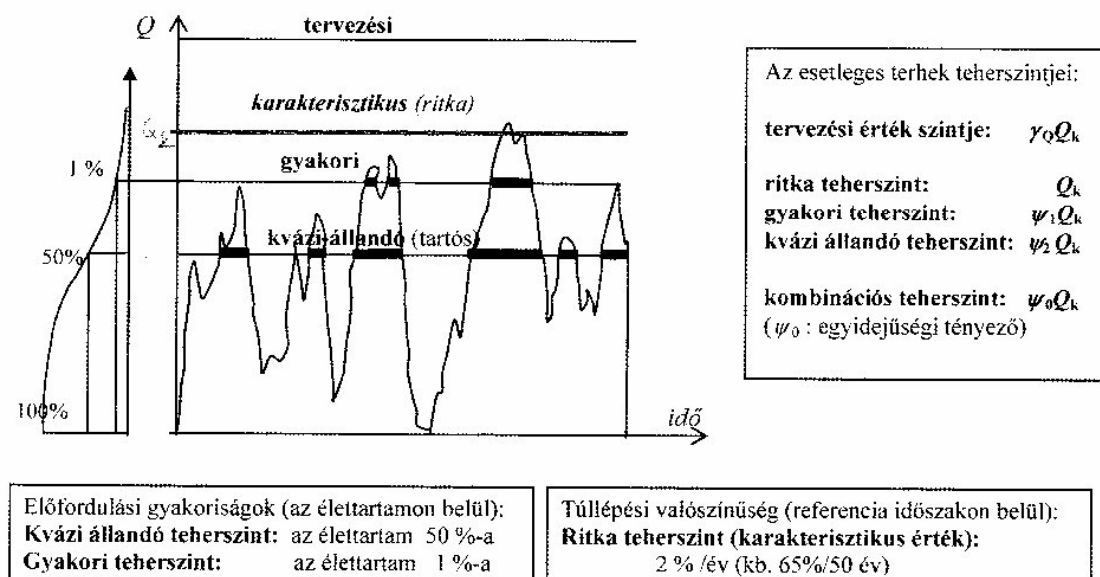
Épületekre ható terhek esetén az *esetleges hatás karakterisztikus értéke olyan érték, amelyet a hatás egy 1 éves referencia időszakon belül legfeljebb 2% valószínűséggel lép túl*,<sup>†</sup> illetve átlagos visszatérési periódusa 50 év.<sup>‡</sup> E két feltétel elvben egyenértékű, és egymást helyettesíti.

Statisztikai eloszlásfüggvény hiányában a karakterisztikus érték egy előírt, illetve megadott névleges teher is lehet (pl. daruteher).

Az időben változó hatások **további reprezentatív értékei**:

- a **kombinációs érték** ( $\psi_0 Q_k$ ) amelyet a teherbírási határállapotok és az irreverzibilis használhatósági határállapotok **hatáskombinációiban** kell alkalmazni több esetleges teher egyidejű fellépése esetén;
- a **gyakori érték** ( $\psi_1 Q_k$ ), amelyet a hatás a referencia időszak (illetve az élettartam) 1 %-ában halad meg<sup>§</sup>;
- a **kvázi-állandó érték** ( $\psi_2 Q_k$ ), amelyet a hatás a referencia időszak (illetve az élettartam) 50 %-ában halad meg<sup>§</sup>.

Az időben változó hatások különböző értékeire vonatkozó jellemzőket a 3-2. ábra szemlélteti.



3-2. ábra

<sup>†</sup> Egy példát véve: hőteher esetében annak valószínűsége, hogy az  $s_k=1,25 \text{ kN/m}^2$  karakterisztikus értéknek megfelelő, vagy annál nagyobb felszíni hőteher egy éven belül legalább egyszer fellép (mindegy, hogy milyen hosszú időtartammal), mindössze 2% (0,02).

<sup>‡</sup> Az évi 2%-os meghaladási valószínűség 50 év alatti halmozódása  $1 - 0,98^{50} = 0,64$ , vagyis a hőteher példáját folytatva annak valószínűsége, hogy a karakterisztikus értéknek megfelelő hőteher a szerkezet 50 éves élettartama során legalább egyszer fellép, kb. 64% (tehát elég nagy).

<sup>§</sup> Magyarországon a hőteherre vonatkozóan  $\psi_1 = 0,2$ . (lásd 3-5. táblázat). Ez azt jelenti, hogy a 400 m-nél nem nagyobb tengerszint feletti magasságokon a  $0,2 \cdot 1,25 = 0,25 \text{ kN/m}^2$  értékű vagy annál nagyobb hőteher egy 1 éves (referencia) időszakon belül mintegy 1%-os valószínűséggel, vagyis évi átlagban 3-4 napnyi időtartamban fordul elő. Ez kb. 25 cm friss hóvastagságnak felel meg.

<sup>§</sup> Magyarországon  $\psi_2 = 0,0$ , vagyis a hőtehernek nincs kvázi-állandó része. Ez a definícióból természetes módon következik, hiszen hazánkban az év jóval nagyobb, mint 50%-ában egyáltalán nincs hó.



### 3.3. A hatások tervezési értékei

A hatások tervezési értékeinek meghatározási módját teherbírasi, illetve használhatósági határállapotban a 3-2. táblázat és a 3-3. táblázat tartalmazzák:

3-2. táblázat

A hatások tervezési értékei <b>teherbírasi</b> határállapotban					
Tervezési helyzet	Állandó hatások $G_d (P_d)$		Független esetleges hatások $Q_d$		Rendkívüli vagy szeizmikus hatások $A_d$
	kedvezőtlen	kedvező	domináns, ill. kiemelt*	többi egyidejű	
Tartós / ideiglenes	$\gamma_{G,sup} G_k$ ( $\gamma_{p,unfav} P$ )	$\gamma_{G,inf} G_k$ ( $\gamma_{p,fav} P$ )	$\gamma_Q Q_k$	$\gamma_0 \psi_0 Q_k$	-
Rendkívüli	$G_{k,j}$		$\psi_1 Q_k$	$\psi_2 Q_k$	$A_d$
Szeizmikus	$G_{k,j}$		nincs ilyen	$\psi_2 Q_k$	$A_{Ed}$

A táblázatban  $G_k$  az állandó teher<sup>†</sup>,  $Q_k$  az esetleges teher karakterisztikus értéke,  $P$  a feszítőerő reprezentatív értéke,  $A_d$  a rendkívüli,  $A_{Ed}$  a szeizmikus hatás tervezési értéke.  $\gamma_{G,sup}$  és  $\gamma_{G,inf}$  az állandó hatás felső és alsó tervezési értékének,  $\gamma_Q$  az esetleges hatás tervezési értékének számításához alkalmazandó parciális (biztonsági) tényezők.  $\psi_0$ ,  $\psi_1$  és  $\psi_2$  az esetleges terhek teherszint szorzói.  $\gamma_{p,unfav}$  és  $\gamma_{p,fav}$  a feszítőerő kedvezőtlen, illetve kedvező tervezési értékeihez tartozó parciális tényezők. A  $\gamma$  tényezők a 3-4. táblázat, a  $\psi$  tényezők a 3-5. táblázat szerint értelmezendők és vehetők fel.

Használhatósági határállapot szerinti vizsgálat általában csak a tartós és ideiglenes tervezési helyzeteken belüli hatáskombinációkban szükséges.

3-3. táblázat

A hatások tervezési értékei <b>használhatósági</b> határállapotban			
Hatáskombináció	Állandó hatások	Független esetleges hatások	
		domináns	többi
kvázi-állandó	$G_k$ ( $P_k$ )	$\psi_2 Q_k$	
gyakori		$\psi_1 Q_k$	$\psi_2 Q_k$
karakterisztikus		$Q_k$	$\psi_0 Q_k$

A táblázatban  $G_k$  az állandó teher,  $Q_k$  az esetleges teher,  $P_k$  a feszítőerő karakterisztikus értéke<sup>‡</sup>, a különböző  $\psi$  tényezők a 3-5. táblázat szerint értelmezendők és vehetők fel.

Kényszer-alakváltozások fellépése esetén az azokból származó igénybevételeket is figyelembe veendő.

Ha az EN 1991-1999 szabványok másképpen nem írják elő, használhatósági határállapotok esetén a hatások parciális (biztonsági) tényezője 1,0. Emiatt ez a tényező a fenti táblázatban már nem is szerepel.

### 3.4. Fáradást okozó, dinamikus és geotechnikai hatások jellemzői

A fáradást okozó, dinamikus és geotechnikai hatásokra vonatkozóan az EN 1990 [1] nem ad érdemi tájékoztatást, hanem a kérdést az EN 1991 [2], valamint az anyagok szerinti tervezési szabványok hatáskörébe utalja [3]-[9].

Az ilyen jellegű hatások többsége a továbbiakban nem tárgya ennek a segédletnek.

### 3.5. Rendkívüli és szeizmikus hatások jellemzői

Rendkívüli és szeizmikus hatásoknál általában közvetlenül a tervezési értéket kell meghatározni.

A rendkívüli hatások  $A_d$  értékét építményenként egyedileg kell előírni.

Útközések és robbanások esetére az MSZ ENV 1991-2-7 [19], daruk és más gépi berendezések esetén az ENV 1991-5 [21] tartalmaz ajánlásokat<sup>§</sup>, illetve ezek alapján a segédlet 14. fejezetében található további információk.

A szeizmikus hatásokkal a segédlet 15. fejezete foglalkozik.

\* Az MSZ EN 1990 rendkívüli tervezési helyzetben a kiemelt esetleges terhet főhatásnak nevezi, hiszen ilyenkor a domináns hatás a rendkívüli teher.

† Az EN 1990 az állandó teher különböző valószínűségi szintű karakterisztikus értékeit ( $G_{k,sup}$  és  $G_{k,inf}$ ) is értelmezi.

‡ Az EN 1992-1 a feszítőerő karakterisztikus értékének alsó, felső és közepes értékét is értelmezi.

§ Ezek az előszabványok a segédlet készítésekor még véglegesítésre várnak.

## 3.6. A hatások parciális (biztonsági) tényezői

3-4. táblázat

A hatások biztonsági tényezői (parciális tényezők)					$\gamma_F$
Teherbírási határállapot					Használhatósági határállapot
Hatás (teher) jellege	Jel	Tartós vagy ideiglenes tervezési helyzet		Rendkívüli / szeizmikus tervezési helyzet	
		Szilárdsági / alakí stabilitási vizsgálat (STR)	Helyzeti állékonysági vizsgálat (EQU)		
Állandó	kedvezőtlen	$\gamma_{G,sup}$	1,35	1,10	1,0
	kedvező	$\gamma_{G,inf}$	1,00	0,90	
Esetleges		$\gamma_Q$	1,50		
Rendkívüli		$\gamma_A$	-	-	
Feszítőerő	kedvezőtlen	$\gamma_{P,unfav}$	1,3	-	
	kedvező	$\gamma_{P,fav}$	1,0	-	
Zsugorodás		$\gamma_{sh}$	1,0		

Csak geotechnikai hatások esetén – ezekkel a magasépítési tervező ritkán találkozik – a teherbírási határállapothoz tartozó értékek a következőképpen alakulnak:  $\gamma_{G,sup} = \gamma_{G,inf} = 1,0$  és  $\gamma_Q = 1,30$ .

3.7. A reprezentatív érték szorzói ( $\psi$  tényezők)

Egy hatás reprezentatív értéke a határállapotok vizsgálatánál alkalmazott azon érték, amely a karakterisztikus érték és a teherszintet meghatározó a  $\psi$  tényező<sup>†</sup> szorzataként kapható:

$$F_{rep} = \psi \cdot F_k$$

Állandó hatások és a domináns (kiemelt) esetleges hatás reprezentatív értéke a karakterisztikus érték, vagyis  $\psi = 1,0$ . Nem domináns esetleges hatás reprezentatív értékéhez a  $\psi_0$ ,  $\psi_1$  és  $\psi_2$  tényezők értéke a 3-5. táblázatból vehető<sup>†</sup>.

3-5. táblázat

$\psi$ tényezők a reprezentatív értékek meghatározásához				
Hatás (teher) fajtája	Egyidejűségi (kombinációs) tényező <sup>‡</sup>	Gyakori teherszint tényezője	Kvázi-állandó teherszint tényezője	
				$\psi_0$
Hasznos terhek	Lakóépületek, irodák	0,7	0,5	0,3
	Gyülekezésre szolgáló helyiségek, üzletek	0,7	0,7	0,6
	Raktárak	1,0	0,9	0,8
	Nem járható tetők	0,0	0,0	0,0
	Nehéz járművel nem járható födémek	0,7	0,7	0,6
	Nehéz járművel járható födémek	0,7	0,5	0,3
Meteorológiai terhek	Szélteher (Magyarországon)	0,6	0,5	0,0
	Hóteher (Magyarországon)	0,5	0,2	0,0
Hőmérsékletkülönbség hatása		0,6	0,5	0,0
Gépi berendezések		1,0	0,9	egyedi <sup>(1)</sup>
Járműteher		1,0	0,9	0,0
Daruteher		1,0	0,9	egyedi <sup>(1)</sup>
Építési terhek		1,0	- <sup>(2)</sup>	$\geq 0,2$

<sup>(1)</sup> A tényező a gép önsúlyának, mint állandó tehernek és a gép hasznos terhelését is tartalmazó teljes tehernek az arányszámaként veendő fel.

<sup>(2)</sup> Építési terheknél a vizsgálat rövididejű jellegéből adódóan a gyakori teherszint nem használatos.

<sup>\*</sup> A  $\psi$  tényezőnek az Eurocode-ban nincs önálló elnevezése. Javasolható a „teherszint tényező” kifejezés.

<sup>†</sup> Az értékek egy részét a Nemzeti Melléklet határozhatja meg, ezért kisebb változások még lehetségesek.

<sup>‡</sup> Az MSZ EN 1990 a „kombinációs tényező” elnevezést használja, de a magyar szaknyelvben jelenleg is szereplő egyidejűségi tényező kifejezés tartalmilag jobban és hübben fejezi ki annak szerepét.

## 4. A hatások kombinációi épületek esetén

### 4.1. Hatáskombinációk teherbírási határállapotban

Az alábbiak a teherbírási határállapot három fő hatáskombinációját tartalmazzák képletszerű formában.

Szilárdsági/alaki stabilitási vizsgálatához (STR) és állékonysági vizsgálatához (EQU) a 4-1. táblázat szerinti, úgynevezett **alapkombináció** használandó. A tervezési gyakorlatban ez a leggyakoribb hatáskombináció.

4-1. táblázat

A tartós és ideiglenes tervezési helyzethez tartozó kombináció (STR/EQU)			
A terheket biztonsági tényezőt is tartalmazó tervezési értékükkel, (ezen belül - ha szükséges* - az állandó terheket alsó vagy felső karakterisztikus értékükkel <sup>†</sup> ), a domináns (kiemelt) esetleges terhet (hatást) ritka értékével, a többi esetleges terhet pedig egyidejűségi tényezővel csökkentett értékével kell számításba venni:			
$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$			
A "1" és $\Sigma$ jelek a hatások egyidejű figyelembevételére utalnak, és nem jelentenek feltétlenül algebrai összegzést.			
$\gamma_{G,j}$ a j-edik állandó teher parciális biztonsági tényezője:	hatás jellege	$\gamma_{G,j}$	STR
	kedvezőtlen	$\gamma_{G,j,sup}$	1,35
	kedvező	$\gamma_{G,j,inf}$	1,00
$G_{k,j}$ a j-edik állandó hatás, $Q_{k,1}$ a domináns esetleges hatás, $Q_{k,i}$ a többi esetleges hatás ( $i > 1$ ). $\gamma_{Q,1} = \gamma_{Q,i} = 1,50$ az esetleges teher parciális biztonsági tényezője (ha a teher kedvező, $\gamma_Q = 0$ !) $\psi_{0,i}$ a $Q_{k,i}$ az i-edik nem domináns esetleges hatás egyidejűségi tényezője a 3-5. táblázat szerint. A feszítőerő az önsúllyal azonos módon, állandó hatásként kezelendő.			

Ez a kombináció tulajdonképpen az EN 1990-ben megadott bonyolultabb, kettős feltételt helyettesíti. Eszerint tartós / ideiglenes tervezési helyzetekben az alábbi két kombináció közül kell a kedvezőtlenebbiket alkalmazni:

$$(a) \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i \neq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (b) \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \neq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

A már értelmezett jelöléseken túl  $\psi_{0,1}$  a domináns esetleges teher egyidejűségi tényezője a 3-5. táblázat szerint, továbbá  $\xi = 0,85$  (azaz  $\xi \gamma_{G,j,sup} = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$ ). A 4-1. táblázat szerinti alapkombináció tehát nem más, mint ennek a kettős feltételnek a biztonság javára történő közelítése ( $\xi_j = 1$  és  $\psi_{0,i} = 1$  behelyettesítéssel).

4-2. táblázat

A rendkívüli tervezési helyzethez tartozó kombináció
Az állandó terheket a hatás kedvező vagy kedvezőtlen jellegétől függően alsó vagy felső szélső értékével, a rendkívüli terhet (tűz, robbanás) tervezési értékével, a fő esetleges terhet (ha van ilyen) gyakori értékével, a többi esetleges terhet (hatást) pedig kvázi-állandó értékével kell számításba venni:
$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_d + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$

Rendkívüli tervezési helyzetben kétféle hatáskombináció vizsgálatára van szükség:

- az egyiknek tartalmaznia kell egy egyértelmű  $A_d$  rendkívüli hatást (pl. tűzhatás, ütközés),
- a másik a rendkívüli eseményt követő ideiglenes helyzetre vonatkozik, ahol már  $A_d = 0$ .

Így legalább két tervezési eset vizsgálatára van szükség. Ezekben a rendkívüli hatásnak (pl. tűz) a vizsgált szerkezet geometriai méreteire és anyagjellemzőire gyakorolt kedvezőtlen következményeit egyaránt figyelembe kell venni.

4-3. táblázat

A szeizmikus tervezési helyzethez tartozó kombináció
Az állandó terheket karakterisztikus értékükkel, a domináns szeizmikus terhet tervezési értékével, az esetleges terheket és hatásokat kvázi-állandó értékükkel kell számításba venni, esetenként egy további $\phi$ módosító tényezőt is használva:*
$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \phi \cdot \psi_{2,i} Q_{k,i}$
A $\phi$ szorzó értéke általában 1,0. Egyéb esetek adatai az EN 1998-ban találhatóak.

\* Akkor szükséges, ha az önsúly ( $G$ ) változékonysága jelentős, vagy a tartó nagyon érzékeny az önsúly változására.

<sup>†</sup>  $G_{k,inf} \approx 0,9G_m$  és  $G_{k,sup} \approx 1,1G_m$  (normál eloszlás, valamint 0,05-0,1 relatív szórás feltételezésével).

## 4.2. Hatáskombinációk használhatósági határállapotban

Használhatósági határállapotban a tartós és ideiglenes tervezési állapothoz tartozó három fő kombináció:

4-4. táblázat

<b>Kvázi-állandó kombináció</b>
A kvázi-állandó kombináció a <i>használhatósági határállapot leggyakoribb hatáskombinációja</i> . Általában a rendeltetésszerű használatnak megfelelő tartós hatások esetén és a <i>tartószerkezet megjelenésével kapcsolatos</i> vizsgálatokban használandó (pl. alakváltozások, vasbeton szerkezetek repedéstágassága).
Az állandó terheket karakterisztikus értékükkel, míg az összes esetleges hatást kvázi-állandó értékével kell számításba venni*:
$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$

4-5. táblázat

<b>Gyakori kombináció</b>
A gyakori kombinációt általában <i>reverzibilis</i> használhatósági határállapotok esetén használják (pl. épületek eltolódása, lengése, feszített szerkezet repedezettségi állapota).
Az állandó terheket karakterisztikus értékükkel, a domináns esetleges hatást gyakori értékével, a többi esetleges hatást kvázi-állandó értékével kell számításba venni:
$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } \psi_{1,1} Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$

4-6. táblázat

<b>Karakterisztikus kombináció</b>
A karakterisztikus kombinációt általában <i>irreverzibilis</i> használhatósági határállapotok esetén, valamint feszültség-korlátozási követelmények ellenőrzéséhez használják.
Az állandó terheket és a domináns esetleges hatást karakterisztikus értékével, a többi esetleges hatást a $\psi_0$ egyidejűségi tényezővel csökkentett karakterisztikus értékével kell számításba venni:
$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

*Megjegyzés:* A jelölések értelmezését lásd az előző, 4.1. szakaszban.

\* A feszítőerő használhatósági határállapotban is állandó jellegű hatásként veendő figyelembe, általában  $P_k$  karakterisztikus értékkel. Meghatározott esetekben ennek az értéknek egy kedvező és kedvezőtlen változata is lehet ( $P_{k, fav}$  és  $P_{k, unfav}$ ). A feszítés reprezentatív értékét a feszítés típusának függvényében a vonatkozó Eurocode tervezési szabványok (EN 1992-1996, EN 1998 és EN 1999) szerint kell felvenni.

Válogasson kiadónk  
 építészeti,  
 építőipari  
 kiadványaiból:  
 folyóiratok,  
 katalógusok,  
 projektinformációk,  
 építési, lakberendezési  
 magazinok!



Springer BusinessMedia

### Springer Media Magyarország Kiadó

2040 Budaörs, Neumann János u. 1.

Tel.: 23/422-455 Fax: 23/422-357

E-mail: mail@springermedia.hu





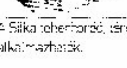
Internetcímünk: www.archiweb.hu









**II. RÉSZ:**

**TERHEK ÉS HATÁSOK MEGHATÁROZÁSA**

## Silka mészhomoktégla termékválaszték

Silka teherhordó és válaszfalelemek								
Típus	Jel	Méreték (mm) Hossz x magasság x szélesség	Forma alkalmazási terület	Nyomószilárdsági osztály N/mm <sup>2</sup>	Teviszsűrűségi osztály tonna/m <sup>3</sup>	Legnagyobb elemtömeg kg/db	Rakatszám db/m <sup>2</sup>	Elem-szükséglet db/m <sup>2</sup> - cm falvastagság
	SILKA-HM 200 NF+GT	333x199x200	NF+GT, tömör hanggátó, 0,1 falak sorház	5	18	23,86	42	14,3 - 1 14,9 - 0,25
	SILKA-HM 250 NF+GT	248x199x250	NF+GT, tömör lakástválasztó fal teherhordó	20	2	24,88	44	14,3 - 1 14,9 - 0,25
	SILKA-HM 300 NF+GT	333x199x300	NF+GT, üreges lakástválasztó fal teherhordó	5	18	31,81	33	14,3 - 1 14,9 - 0,25
	SILKA-EML 100 NF	333x199x100	NF, üreges válaszfalelem, hanggátó	2	14	9,28	80	14,3 - 1 14,9 - 0,25
	SILKA-HM 150 NF+GT	333x199x150	NF+GT, üreges válaszfalelem, hanggátó	2	14	13,92	63	14,3 - 1 14,9 - 0,25

A Silka teherhordó, tömörbetűtől felazaltok kökkel elősői ban monolit vagy előregyártott vázas épületekben akusztikai védőfalakra, illetve teherhordó falas épületek valamely pingófalak növelésére alkalmazhatók.

Silka burkoló								
Típus	Jel	Méreték (mm) Hossz x magasság x szélesség	Forma	Nyomószilárdsági osztály N/mm <sup>2</sup>	Teviszsűrűségi osztály tonna/m <sup>3</sup>	Legnagyobb elemtömeg kg/db	Rakatszám db/m <sup>2</sup>	Elem-szükséglet db/m <sup>2</sup> - cm falvastagság
	SILKA VB-60 fehér okkersárga grafitszürke	250x65x60	kisméretű negyedes tömör hasított	20	18	3,88	1200	52 - 6 cm
	SILKA VB-60 fehér okkersárga grafitszürke	250x65x60	kisméretű teljes tömör hasított	20	18	4,75	660	52 - 6 cm
	SILKA VR-120 fehér okkersárga grafitszürke	250x65x120	kisméretű tömör rusztikus	20	18	2,85	300	52 - 7 cm
	SILKA VRS-120 fehér okkersárga grafitszürke	250x65x120	kisméretű tömör sarokelem rusztikus	20	18	2,7	300	52 - 8 cm
	SILKA V-25 fehér okkersárga grafitszürke	250x65x25	kisméretű tömör sima	20	18	3,5	330	14 - 25 cm 52 - 12 cm 30 - 65 cm
	SILKA VF-120 fehér	250x140x120	kettősméretű tömör hasított	20	18	7,56	140	52 - 25 cm 26 - 12 cm 30 - 14 cm

A Silka burkoló rétegük kétféle technikai felszerelésűek: kültéri, időjárásálló burkoló alakúak; látszó fugázott belső és külső falak, kerthékek, lábazatok építésére alkalmazhatók. A negyedes vastagságú hasított felületű elemek ragasztott burkolatok készítésére is kiválóan alkalmasak homokozatok, lábazatok vagy kerthékek védelmére.

Xella Magyarország Kft.  
1139 Budapest, Teve u. 41.  
Tel.: 237-1180 Fax: 237-1181  
www.xella.hu

**Xella**

## II. RÉSZ: TERHEK ÉS HATÁSOK MEGHATÁROZÁSA

## 5. A hatásokkal kapcsolatos fogalmak és jelölések

## 5.1. Fogalmak

## Súlyterhek és hasznos terhek

**Önsúly ( $G$ ) (selfweight)**

Egy szerkezet vagy szerkezeti elem saját súlya.

**Térfogatsúly ( $\gamma$ ) (bulk weight density)**

Az anyag egységnyi térfogatának súlya. A térfogatba az anyagban levő levő pórusok és légzárványok is beletartoznak.

**Halmazsúly az anyag vagy termék térfogatsúlya ömlesztett, illetve rendezetlen halmazban történő tárolás esetén.****Rakatsúly közel azonos méretű, nagyobb elemek csoportjának térfogatsúlya rendezett máglyában, rakatban vagy raklapon történő elhelyezés esetén.****Sűrűség (density)**

Építőanyagoknál az egységnyi térfogatra eső tömeg, tárolt anyagoknál a tárolási módnak megfelelő egységnyi térfogatú halmaz tömege (halmazsűrűség).

**Súrlódási szög ( $\phi$ ) (angle of repose)**

Az ömlesztett anyag természetes módon kialakuló oldalfelületeinek vízszintessel bezárt szöge.

**Jármű összsúlya (gross weight of vehicle)**

A jármű összsúlya, vagyis az önsúly és a megengedett legnagyobb szállítható súly összege.

**Mozgatható válaszfalak (movable partitions)**

Olyan falak, amelyek a földemen többször is felépíthetők, eltávolíthatók, áthelyezhetők.

## Hóterhek

**Az építéshely tengerszint feletti magassága ( $A$ ) (altitude of the site)**

Az építmény (vagy épületrész) tervezett vagy tényleges helyének magassági elhelyezkedése a névleges tengerszinthez viszonyítva.

**A felszíni hóteher karakterisztikus értéke ( $s_k$ ) (characteristic value of snow load on the ground)**

Az építési helyszín felszíni hóterhének 0,02 éves meghaladási valószínűségű értéke szokásos körülmények között (a kivételes hóterhek nélkül).

**Kivételes felszíni hóteher ( $s_A$ ) (load due to the exceptional snow load on the ground)**

Olyan rövid ideig fellépő felszíni hóteher, amely a tervezési élettartam során várhatóan nem fordul elő, de nem is zárható ki teljesen.

**A tető hóterhének karakterisztikus értéke ( $s$ ) (characteristic value of snow load on the roof)**

A tetőre ható hóteher 0,02 éves meghaladási valószínűségű értéke szokásos körülmények között.

**A tető felhalmozódás nélküli hóterhe (undrifted snow load on the roof)**

A tetőn egyenletesen eloszló, a hővesztést követően, de más éghajlati, ill. időjárási hatások működése előtt megvalósuló teherelrendezés hóterhe, amelyet csak a tető alakja befolyásol.

**A tető felhalmozódott hóterhe (drifted snow load on the roof)**

A tetőn például a szél hatására egyik helyről a másikra átmozgatott hó eloszlását leíró teherelrendezés szerinti hóteher. A teher átrendeződése általában – de nem mindig – a hóteher lokális vagy teljes növekedését eredményezi.

**A tető hóterhének alakú tényezője**

A tető hóterhének és a felszíni hótehernek a hányadosa, a szél miatti (terep-)tényező és a hőmérsékleti tényező figyelembe vétele nélkül.

**Szél miatti tényező, tereptényező ( $C_e$ ) (exposure coefficient)**

Belső oldali hőhatásnak nem kitett tetőn ( $C_e=1$ ) a kialakuló hótehercsökkenésnek vagy növekedésnek a felszíni hóteher karakterisztikus értékéhez viszonyított nagyságát megadó tényező.

**Hőmérsékleti tényező ( $C_t$ ) (thermal coefficient)**

A tető hóterhének csökkenését figyelembe vevő tényező a tetőn átáramló és a havat olvasztó hó miatt.

## Szélterhek

**Az átlagos szélesebesség kiindulási értéke ( $v_{b0}$ ) (fundamental basic wind velocity)**

A sík terepszint feletti 10 méter magasságban fellépő 10 perces átlagos szélesebesség, amelynek éves túllépési valószínűsége 0,02.

**Az átlagos szélesebesség bázis (alap-)értéke ( $v_b$ ) (basic wind velocity)**

Az átlagos szélesebesség kiindulási értékének a szél irányát és a vizsgálat időszakát (szezonális jellegét) is figyelembe vevő módosított értéke.

**Átlagos szélesség ( $v_m$ ) (mean wind velocity)**

Az átlagos szélesség alapértékének a terep érdességének és tagoltságának figyelembe vételével módosított, magasságfüggő értéke.

**A szélnyomás tényezője, nyomási tényező, alaki tényező ( $c_p$ ) (pressure coefficient).**

A külső nyomási tényező ( $c_{pe}$ ) két megkülönböztetett értéke a helyi (local) és az általános (overall) tényező. A helyi alaki tényező ( $c_{pe,1}$ ) az 1 m<sup>2</sup>-nél nem nagyobb felületekre vonatkozó nyomási alaki tényező; kis elemek és rögzítések méretezéséhez használatos. Az általános alaki tényező ( $c_{pe,10}$ ) a 10 m<sup>2</sup>-nél nagyobb felületekre vonatkozó nyomási tényező.

**Erőtényező ( $c_f$ ) (force coefficient)**

Az erőtényező a szél egészben megadott, összesített hatását fejezi ki valamely szerkezeten, szerkezeti részen vagy elemen a szélsúrlódást is beleértve.

**Aerodinamikai tényező (aerodynamic coefficient)**

A szélhatás nagyságát a szerkezet kialakításától függően befolyásoló módosító tényezők (alaki tényezők) közös neve. Ide tartozik a külső és belső nyomási tényező, az összesített nyomási tényező, a súrlódási tényező és az erőtényező is.

**Hőmérsékleti hatások****Árnyékban mért léghőmérséklet (shade air temperature)**

Egy fehérre festett, szellőző nyílásokkal ellátott fadobozban, az ún. Stevenson ernyőn elhelyezett hőmérőkkel mért hőmérséklet.

**Árnyékban mért legnagyobb / legkisebb hőmérséklet, ( $T_{max} / T_{min}$ ) (maximum/minimum shade air temperature)**

Az árnyékban mért léghőmérséklet óránként mért legnagyobb / legkisebb értékei alapján számított érték, amelynek éves meghaladási valószínűsége 0,02.

**Kezdeti hőmérséklet ( $T_0$ ) (initial temperature)**

A megépített tartószerkezeti elem hőmérséklete alakváltozásainak meggátításakor

**Egyenletes hőmérséklet-változási összetevő ( $\Delta T_u$ ) (uniform temperature component)**

A keresztmetszet mentén mindenütt azonos értékű hőmérsékleti összetevő, amely meghatározza a szerkezet hőhatásra létrejövő tágulását vagy összehúzódását.

**Lineáris hőmérséklet-változási összetevő ( $\Delta T_M$ ) (temperature different component)**

A szerkezeti elem két átellenes külső felülete közötti hőmérséklet-különbség lineáris hőmérséklet-változás esetén.

**Építés közbeni hatások****Építési segédstruktúrák (auxiliary construction works)**

Minden olyan, az építési folyamattal kapcsolatos szerkezet és szerkezeti elem, amelyre használatát és az építési munkálatok befejezését követően az épület rendeltetésszerű működéséhez nincs többé szükség, és ezért elbontásra, eltávolításra kerülhet.

Építési segédstruktúra pl. az állvány, a zsaluzat, a dúcolat, az ideiglenes merevítés stb.

**Építési teher (construction load)**

Olyan teher, amely kizárólag az építési-kivitelezési tevékenység során jelentkezhet, és az építési tevékenység befejeződését követően már nem fordul elő.

**5.2. Betűjelek, jelölések, indexek**

A segédlet I. részében használt alapvető jelöléseket az 1.2. fejezet tartalmazza. A következőkben csak a II. részre (a 6-15. fejezetekre) vonatkozó fontosabb betűjeleket és jelöléseket soroljuk fel. Az ismertetett szakkifejezések, jelölések és azok magyarázata általában átvétel a megfelelő Eurocode előírásból, helyenként kisebb szerkesztési módosításokkal, kihagyásokkal vagy betoldásokkal (ezeket dőlt betűvel jelöljük). A szöveges értelmezést követően zárójelben szám(ok) arra fejezetre utal(nak), amelyben vagy amelynek mellékletében az adott jelölés szerepel, illetve értelmezve van. (A jelöléseknek az I. és II. résznél való azonossága esetén ügyelni kell azok eltérő értelmezésére!)

**Latin nagybetűk**

$A$	terhelt felület (6)
$A$	tengerszint feletti magasság (8)
$A$	a vizsgált elem terhelő mezője (9)
$A$	terepszint feletti magasság (10)
$A$	ütközési felület nagysága (14)
$A_0$	referencia terület (7)
$A_{deb}$	az összegyűlt uszadék területe (11)
$A_{fi}$	szél sűrűlt felület (9)
$A_{ref}$	referencia felület (9)

$A_o$	homlokzati nyílások összterülete (9)
$A_{od}$	nyílások összterülete a domináns homlokzaton (9)
$A_p$	hasadó-nyíló felület robbanáskor (14)
$C_e$	szél miatti tényező (terep-tényező) (8)
$C_{est}$	kivételes (rendkívüli) hőteher tényezője (8)
$C_t$	hőmérsékleti tényező (8)
$F$	ütközési erő függőleges felületen (14)
$F_b$	teljes földrengési teher, eltolóerő (15)

$F_{cb,k}$	a $Q_{cb}$ építési teherből származó koncentrált erő karakterisztikus értéke (13)
$F_d$	helikopterbaleset egyenértékű statikus terhének tervezési értéke (14)
$F_{d,x}$	a vízszintes ütközési erő nagysága a jármű kijelölt haladási irányában (14)
$F_{d,y}$	a vízszintes ütközési erő nagysága a jármű kijelölt haladási irányára merőlegesen (14)
$F_{deh}$	az uszadék-felhalmozódás okozta teher (11)
$F_{li}$	a szél okozta sűrűlási erő eredője (9)
$F_{hm}$	névleges vízszintes erő (13)
$F_s$	a tetőn megcsúszni akaró hőtömeg által a tetősíkkal párhuzamos irányban kifejtett erő egy méter hosszon (8)
$F_w$	a szélerő eredője (9)
$F_{w,fi}$	szélsűrűlási erő (9)
$F_{w,net}$	összesített (nettó) felületi szélerő (9)
$F_{wa}$	vízáramlás okozta teljes vízszintes erő (11)
$F_{we}$	külső felületi szélerő (9)
$F_{wi}$	belső felületi szélerő (9)
$H$	tetőterek közötti magasságkülönbség (8)
$H$	épületmagasság (15)
$Q_c$	építési teher (13)
$Q_{ca}$	építési teher az építési-szerelési munkán dolgozó személyzet, a látogatók és az egyszerű kézi szerszámok, eszközök súlyából (13)
$Q_{ch}$	építési teher az építési és szerelési anyagok, előregyártott elemek és berendezések tárolásából (13)
$Q_{cc}$	építési teher az építéshez, illetve az anyagmozgatáshoz alkalmazott segédstruktúrák és berendezések súlyából (13)
$Q_{cd}$	építési teher a nehéz, mozgatható berendezések és gépek súlyából (13)
$Q_{ce}$	építési teher felesleges építési anyagok felhalmozásából: maradék- és hulladékanyagok, bontási törmelék, kiemelt talaj (13)
$Q_{cf}$	építési teher a szerkezet végleges állapotát megelőző ideiglenes helyzetekben: nyers beton, be nem épített elemek súlya (13)

## Latin kisbetűk

$a_c$	sziklán megadott szeizmikus gyorsulás (15)
$a_{nR}$	sziklán megadott szeizmikus gyorsulás referencia értéke (15)
$b$	épület vagy épületrész szélessége (8)
$\hat{b}$	a szerkezet szélirányra merőleges szélességi mérete (9)
$b$	a vízben álló építmény áramlásra merőleges szélessége (11)
$b$	ütközési felület szélessége függőleges felületen (14)
$c_{ah}$	magassági tényező (9)
$c_{dir}$	iránytényező (9)
$c_v$	helyszíntényező (9)
$c_f$	erőtényező (9)
$c_{f,0}$	az erőtényező kiindulási értéke (9)
$c_{fr}$	sűrűlási tényező (9)
$c_o$	tagoltsági (domborzati) tényező (9)
$c_p$	nyomási tényező (9)
$c_{pe}$	külső nyomási tényező (9)

$Q_k$	pontszerű esetleges teher karakterisztikus értéke (7)
$Q_{k,dyn}$	dinamikus hatás karakterisztikus értéke (7)
$Q_{wa}$	a víz által okozott hatások (11),(13)
$R(x)$	a felülettől az $x$ pontig érvényesülő hőellenállás (10)
$R_{in}$	a belső felület hőellenállása (10)
$R_{out}$	a külső felület hőellenállása (10)
$R_{tot}$	a szerkezeti elem teljes hőellenállása (10)
$S$	talajszorzó (15)
$S_d$	tervezési gyorsulás válasz spektrum (15)
$S_e$	a tető szélén túlnyúló hóból származó, egy méteres tetőhosszra jutó teher (8)
$S_c$	rugalmas gyorsulási válaszspektrum (15)
$T$	a szerkezet átlagos hőmérséklete egy vizsgált időpontban (10)
$T$	a szabadon rezgő szerkezet rezgésideje (15)
$T(x)$	a szerkezet belső hőmérséklete a felülettől $x$ távolságra (10)
$T_0$	építés közbeni átlaghőmérséklet (10)
$T_0$	az alakváltozásában gátolt szerkezet kezdeti hőmérséklete (10)
$T_1$	a szerkezet rezgésének első periódusideje (15)
$T_B$	rezgésidő a B szakasz kezdeténél (15)
$T_{low}$	a szerkezet alacsonyabb hőmérsékletű felületének hőmérséklete (10)
$T_{in}$	a belső tér léghőmérséklete (10)
$T_{max}$	árnyékban mért legmagasabb léghőmérséklet (10)
$T_{min}$	árnyékban mért legalacsonyabb léghőmérséklet (10)
$T_{out}$	a külső tér léghőmérséklete (10)
$T_{up}$	a szerkezet magasabb hőmérsékletű felületének hőmérséklete (10)
$V$	az éves legnagyobb hőteher variációs tényezője (13)
$V$	helyiség térfogata (14)
$W$	targonca bruttó súlya (14)

$c_{pe,mod}$	módosított külső nyomási tényező (9)
$c_{pi}$	belső nyomási tényező (9)
$c_f$	érdességi tényező (9)
$c_{scd}$	szerkezeti tényező (9)
$c_{season}$	szezonális tényező (9)
$d$	a hóréteg vastagsága (8)
$d$	a széliránnyal párhuzamos szerkezeti méret (9)
$d_{cDL}$	épületszintek közötti relatív elmozdulás (15)
$e$	a szélerő kiütemezése (9)
$e$	tetőzóna kiindulási mérete szélteherhez (9)
$f$	donga ívmagassága, illetve kupola záradékmagassága (9)
$g$	felületen / vonal mentén megosztó állandó teher (6)
$g_k / g_d$	négyzetmétersúly vagy folyómétersúly karakterisztikus / tervezési értéke (6)
$h$	az építmény magassága (8)



$h$	szerkezet / szabadon álló fal magassága (9)
$h$	szerkezeti réteg vastagsága (10)
$h$	viznéliség (11)
$h$	az ütközési erő eredőjének magassága az út szintje fölött (14)
$h$	födém alatti szabad magasság az út-felülethez képest (14)
$h$	ütközési felület középpontjának magassági helyzete függőleges felületen (14)
$h_p$	attika/parapetfal magassága (9)
$h_{strip}$	sávmagasság falon (9)
$k$	a hó szabálytalan alakját figyelembe vevő szorzó a tető szélén túlnyúló hónál (8)
$k$	alaki tényező (11)
$k_{dec}$	az uszadék sűrűsége (11)
$k_i$	turbulencia tényező (9)
$k_r$	tereptényező (9)
$l$	szabadon álló fal hossza vagy zászló vízszintes mérete (9)
$l_s$	a hőtehernek kitett felület vagy a hófelhalmozódás hossza (8)
$l_v$	a szélesség ingadozásának intenzitási tényezője (variációs tényező) (9)
$m$	helikopter bruttó tömege (14)
$m$	a födémbe koncentrált tömeg vagy az épület teljes tömege (15)
$m_f$	zászló fajlagos tömege (9)
$n$	az épület szintjeinek száma (7)
$n$	átlagos visszatérési periódus években (13)
$p_d$	robbanás hatásával egyenértékű statikus nyomás (14)
$p_{max}$	a vízáramlásból keletkező nyomás maximuma (11)
$p_v$	a hasadó-nyíló felület tönkremeneteléhez tartozó nyomás (14)
$q$	felületen/vonal mentén megoszló esetleges teher (7)
$q$	viselkedési tényező (15)
$q_b$	a torlónyomás bázis (alap-) értéke (9)

$q_{cb,k}$	a $Q_{cb}$ építési teherből származó egyenletesen megoszló teher karakterisztikus értéke (13)
$q_k / q_d$	felületen vagy vonal mentén megoszló esetleges teher karakterisztikus/tervezési értéke (7)
$q_p$	a torlónyomás csúcserőértéke (9)
$r$	sugár (9)
$r$	az ütközési teher módosító tényezője (14)
$s$	a tető hőterhének <i>karakterisztikus értéke</i> (8)
$s_{sd}$	a kivételes hőteher tervezési értéke (8)
$s_d$	a tető hőterhének tervezési értéke <i>tartós / ideiglenes tervezési helyzetekben</i> (8)
$s_e$	a tetőn túlnyúló hó folyómétersúlya (8)
$s_k$	felszíni hőteher karakterisztikus értéke (8)
$v$	emelt teher maximális sebessége (7)
$v_b$	az átlagos szélesség bázis (alap-) értéke (9)
$v_{b,0}$	az átlagos szélesség kiindulási értéke (9)
$v_{m1}$	átlagos szélesség (9)
$v_{wa}$	a víz átlagos folyási sebessége (11)
$w$	felületi szélnyomás (9)
$w_e$	külső felületi szélnyomás (9)
$w_i$	belső felületi szélnyomás (9)
$w_{act}$	összesített (nettó) felületi szélnyomás (9)
$x$	a visszaforduló falvég hossza szabadon álló falaknál (9)
$z$	terepszint feletti magasság (9)
$z_{\eta}$	a felületi érdesség mértéke (9)
$z_e$	referencia magasság külső szélnyomás számításához (9)
$z_g$	szabadon álló tábla lábának magassága (9)
$z_i$	referencia magasság belső szélnyomáshoz (9)
$z_{max}$	maximális magasság (9)
$z_{min}$	minimális magasság (9)
$z_{strip}$	falsáv tetejének magassága (9)

## Görög betűk

$\bar{\alpha}$	átlagos hajlásszög (8)
$\alpha$	a tető hajlásszöge a vízszinteshez képest (8)(9)
$\alpha_A$	a hasznos teher felület szerinti csökkentő tényezője (7)
$\alpha_n$	a hasznos teher szintszám szerinti csökkentő tényezője (7)
$\alpha_T$	lineáris hőtágulási együttható (10)
$\beta$	a dongatető érintőjének a vízszintessel bezárt szöge (8)
$\beta$	a hófelszín vízszintessel bezárt szöge (8)
$\gamma$	a hó térfogatsúlya (8)
$\gamma_{fr}$	friss hó térfogatsúlya (8)
$\gamma_t$	fontossági tényező (15)
$\gamma_k$	térfogatsúly / halmazsúly / rakatsúly karakterisztikus értéke (6)
$\gamma_m$	térfogatsúly közepes / átlagos értéke (6)
$\gamma_{old}$	régi, tömörödött hó térfogatsúlya (8)
$\gamma_{set}$	megülepedett hó térfogatsúlya (8)
$\gamma_{wei}$	nedves hó térfogatsúlya (8)

$\Delta T_M$	a szerkezet két oldala közötti lineáris hőmérsékletváltozási összetevő (10)
$\Delta T_u$	a hőmérsékletváltozás keresztmetszet mentén állandó értékű összetevője (10)
$\eta$	csillapítási korrekciós tényező (15)
$\lambda$	szerkezeti réteg hővezetési tényezője (10)
$\mu$	a hőteher alaki tényezője (8)
$\mu(\alpha)$	a hőteher alaki tényezője a tető hajlásszögének függvényében (8)
$\mu_{2A}$	$\mu_2$ alaki tényező az A jelű helyen (8)
$\mu_w$	a szél hatásához tartozó hófelhalmozódás alaki tényezője (8)
$v$	gyorsulás csökkentő szorzója (15)
$\xi$	viszkózus csillapítás mértéke (15)
$\rho$	a levegő sűrűsége (9)
$\rho_{wa}$	a víz sűrűsége (11)
$\varphi$	hasznos teher dinamikus növelő szorzója (7)
$\varphi$	falfelület tömörségi arányszáma (9)
$\varphi$	a torlászhatást figyelembe vevő szorzó szabadon álló tetőknél (9)

$\varphi$	a gyakori teherszint tényezőjét módosító szorzó (15)
$\Psi_{mc}$	az alaki tényező módosító szorzója sorolt pilletetőknel (9)
$\Psi_{mr}$	az alaki tényező módosító szorzója sorolt nyereg- és félnyeregteretőknel (9)

$\psi_z$	a rúdvég kedvező hatását figyelembe vevő csökkentő tényező (9)
$\Theta$	a szél irányát megadó szög (9)
$\phi$	ömlesztett tárolt anyag sűrűlási szöge (6)
$\sigma_v$	a szélesség (turbulencia) szórása (9)

## Indexek

Az Eurocode-ban a betűjelekhez kapcsolódó indexek többsége a jelölés megértését is elősegítő angol nyelvű kifejezés egy- vagy néhány betűs rövidítése. Az indexek ilyen jellegű „értelmessége” a magyar nyelvű változatban többnyire elvész. Az alábbi táblázat a segédletben előforduló indexet sorolja fel angol és magyar nyelvű értelmezésükkel. Mint látható, egyes indexek mögött esetenként többféle fogalom is megbújhat. A nem szöveges jellegű indexeket, mint pl. a felsorolást jelző szám- és betűjeleket, valamint a nemzetközileg egységes matematikai indexeket a táblázat nem tartalmazza.

A	<i>accidental</i>	rendkívüli
A	<i>area</i>	terület
b	<i>basic, base</i>	alap, kiindulási, bázis
c	<i>construction</i>	építés
d	<i>design</i>	tervezési
d	<i>dominant</i>	domináns, meghatározó
deb	<i>debris</i>	uszadék
dir	<i>direction</i>	irány
dst	<i>destabilizing</i>	destabilizáló, felborító
DL	<i>damage limitation</i>	károk korlátozása
E	<i>effect</i>	hatás
e	<i>external</i>	külső
e	<i>exposure</i>	kitétség, helyszín
e	<i>elastic</i>	rugalmas
ef	<i>effective</i>	hatékony, hatásos
esl	<i>exceptional</i>	kivételes
f	<i>flag</i>	zászló
f, F	<i>force</i>	erő, hatás
fav	<i>favourable</i>	kedvező
fr	<i>friction</i>	súrlódás
fre	<i>fresh</i>	friss
g, G	<i>gravity</i>	súly, gravitáció
hn	<i>horizontal nominal</i>	vízszintes névleges (erő)
i	<i>internal</i>	belső
l	<i>importance</i>	fontosság
in	<i>in</i>	bent, belső
inf	<i>inferior, lower</i>	alsó
k	<i>characteristic</i>	karakterisztikus, jellemző
low	<i>lower</i>	alsó
m	<i>mean</i>	átlagos, közép (érték)
m, M	<i>material</i>	anyag

mc	<i>multispan canopy</i>	sorolt pilletető
mod	<i>modify</i>	módosít
m <sub>r</sub>	<i>multispan roof</i>	sorolt tető
n	<i>number</i>	(szint)szám
net	<i>netto</i>	összesített
nom	<i>nominal</i>	névleges
o	<i>opening</i>	nyílás
o	<i>orography</i>	tagoltság
old	<i>old</i>	régi
out	<i>out</i>	kint, külső
P	<i>prestressing</i>	előfeszítés
p	<i>peak</i>	csúcs, legnagyobb
p	<i>parapet</i>	parapet, attika
r	<i>roughness</i>	éresség, durvaság
R	<i>reference</i>	referencia
ref	<i>reference</i>	referencia
rep	<i>representative</i>	reprezentatív
s	<i>sliding</i>	lecsúszó
s	<i>snow</i>	hó
season	<i>season</i>	évszak, szezonális
set	<i>settled</i>	megülepedett
stb	<i>stabilizing</i>	stabilizáló
strip	<i>strip</i>	sáv, csík
sup	<i>superior, upper</i>	felső
t	<i>thermal</i>	hő
t	<i>time</i>	idő
tot	<i>total</i>	teljes
u	<i>uniform</i>	egyenletes
unfav	<i>unfavourable</i>	kedvezőtlen
up	<i>upper</i>	felső
v	<i>velocity</i>	sebesség
v	<i>volume</i>	térfogat
w	<i>wind</i>	szél
wa	<i>water</i>	víz
wet	<i>wet</i>	nedves

5.3. A hatások fajtái és besorolásuk

Az alábbi táblázat az Eurocode különböző előírásaiban említett hatásokat, azok többleléle szempont szerinti besorolását foglalja össze. A felsorolt hatások egy része nem épületekre vonatkozik, illetve Magyarországon figyelmen kívül hagyható, de a teljesség érdekében a táblázat ezeket is tartalmazza.

5-1. táblázat

Hatás fajtája/rövid leírása	Besorolás szempontja			jelleg	Vonatkozó előírás*
	időbeli változás	eredet	térbeli változás		
<b>Önsúly</b>					
általában	állandó	közvetlen	rögzített (túréssen belül) / nem rögzített <sup>(1)</sup>	statikus / dinamikus <sup>(2)</sup>	EN 1991-1-1
áthelyezhető szerkezetek önsúlya (pl. mozgatható, mobil válaszfal)	esetleges	közvetlen	nem rögzített	statikus	EN 1991-1-1
feltöltések, tetők, teraszok földterhei	állandó	közvetlen	rögzített / nem rögzített <sup>(3)</sup>	statikus	EN 1991-1-1
<b>Hasznos terhek</b>					
általában	esetleges	közvetlen	nem rögzített	kvázi statikus <sup>(4)</sup>	EN 1991-1-1
gépek/ember v. állatcsoportok okozta ritmikus erőhatás	esetleges	közvetlen	nem rögzített	dinamikus	EN 1991-1-1 MSZ EN 1991-1-1/NM
targoncák, helikopterek	esetleges	közvetlen	nem rögzített	dinamikus	EN 1991-1-1
<b>Meteorológiai hatások</b>					
szél	esetleges / rendkívüli	közvetlen	rögzített / nem rögzített	statikus / dinamikus	EN 1991-1-4
hó	esetleges / rendkívüli	közvetlen	nem rögzített	dinamikus / statikus	EN 1991-1-3
légtörri jegesedés	esetleges	közvetlen	nem rögzített	statikus / dinamikus	ISO 12494
<b>Előfeszítés</b>	állandó / esetleges <sup>(5)</sup>	közvetlen	nem rögzített	statikus	EN 1990 EN 1992-1999

\* A hivatkozás az eredeti EN jelöléseket adja meg, akkor is, ha az előírásnak már van MSZ EN változata is.

5-1. táblázat - folytatás

A hatások besorolása		Besorolás szempontja				Megjegyzés	Vonatkozó előírás*
		időbeli változás	eredet	térbeli változás	jelleg		
<b>Kinematikai hatások</b>							
Hatás fajtája/rövid leírása	kényszer-alakváltozások <sup>(6)</sup>	állandó / esetleges	közvetett	nem rögzített	statikus	<sup>(6)</sup> pl. támaszemozdulás, túlelemelés, élgörbesség	EN 1990
	hőmérsékletváltozás	esetleges	közvetett	nem rögzített	statikus		EN 1991-1-5
	zsugorodás, hidratációs hatások	állandó / esetleges	közvetett	nem rögzített	statikus		EN 1992-1994
<b>Geotechnikai hatások</b>							
talajmozgás	állandó / esetleges	közvetett	nem rögzített	statikus			EN 1997
földnyomás	állandó / esetleges	közvetlen	nem rögzített	statikus			EN 1997
<b>Víz</b>							
talajvíz, tartóvíz, árvíz	állandó / esetleges / rendkívüli	közvetlen	rögzített <sup>(7)</sup> / nem rögzített <sup>(7)</sup>	statikus / dinamikus <sup>(8)</sup>	<sup>(7)</sup> a tervezési sajátosságok függvényében <sup>(8)</sup> a víz áramlása esetén		EN 1990
Rendkívüli hatások	rendkívüli	közvetlen / közvetett	nem rögzített	statikus / dinamikus	pl. ütközés, robbanás, tűz		EN 1990 EN 1991-1-7
Szeizmikus hatások	esetleges <sup>(9)</sup> / rendkívüli	közvetlen	nem rögzített	dinamikus	<sup>(9)</sup> Magyarországon csak rendkívüli teher		EN 1990 EN 1998
<b>Építés közbeni terhek</b>							
emberek és kézi eszközök	esetleges	közvetlen	nem rögzített	statikus / dinamikus			EN 1991-1-6
mozgatható tárgyak	esetleges	közvetlen	nem rögzített	statikus / dinamikus <sup>(10)</sup>	<sup>(10)</sup> hirtelen mozgásváltozás, leesés esetén		EN 1991-1-6
ideiglenes berendezések, daruk, segédszerkezetek	esetleges	közvetlen	rögzített / nem rögzített	statikus / dinamikus			EN 1991-3
elmozdítható nehéz gépek és berendezések	esetleges	közvetlen	nem rögzített	statikus / dinamikus			EN 1991-2 EN 1991-3
tárolt hulladékok <sup>(11)</sup> (pl. építési törmelék)	esetleges	közvetlen	nem rögzített	statikus / dinamikus	<sup>(11)</sup> függetlenes feltételekre rögzített teher is lehet		EN 1991-1-6
ideiglenes helyzetű szerkezetek	esetleges	közvetlen	nem rögzített	statikus	nem lehet dinamikus teher		EN 1991-1-6

\* A hivatkozás az eredeti EN-jelöléseket adja meg akkor is, ha az előírásnak már van MSZ-EN változata is.

## 6. Súlyterhek

A súlyterhekkel, azok meghatározásának módjával, az önsúlyokra és térfogatsúlyokra vonatkozó adatok megadásával az MSZ EN 1991-1-1 foglalkozik [12].

### 6.1. Az önsúlyteher jellemzői

Önsúlyteher alatt a szerkezetek, szerkezeti elemek saját súlya értendő.

6-1. táblázat

Önsúlyterhek általános jellemzői		
Időbeli változás szerint	állandó / esetleges	
Eredet szerint	közvetlen	
Térbeli változás szerint	rögzített / nem rögzített	
Jelleg szerint	statikus / dinamikus	
Parciális (biztonsági) tényező	$\gamma_G = 1,35$	Tartós / ideiglenes tervezési helyzeteken belül <i>teherbirási határállapotban</i>
	$\gamma_G = 1,0$	Tartós / ideiglenes tervezési helyzeteken belül, <i>használati határállapotban</i>
	$\gamma_A = 1,0$	<i>Rendkívüli</i> tervezési helyzetben
Az önsúly, mint <i>esetleges</i> hatás kombinációs / gyakori / kvázi-állandó értékét megadó tényezők	$\psi_0 = \psi_1 = \psi_2 = 1,0$	<i>Minden</i> tervezési helyzetben

### 6.2. Az önsúly figyelembe vétele hatáskombinációkban

- Egy adott hatáskombinációban a tartószerkezeti és nem tartószerkezeti elemek teljes önsúlya általában egyetlen állandó hatásként vehető figyelembe.
- A feltöltések súlya, valamint a tetők és teraszok földterhe állandó hatásnak tekintendő.
- A mozgatható, áthelyezhető válaszfalak és gépészeti berendezések önsúlya járulékos esetleges teher (ld. 7.4. szakasz)

### 6.3. Építőanyagok, épületszerkezetek és tárolt anyagok súlyadatai

Az ebben a szakaszban összefoglalt adatok olyan súly jellegű mennyiségek, amelyek kiindulási adatként szolgálhatnak egyfelől az önsúlyterhek, másfelől különböző hasznos terhek (főleg tárolási terhek) meghatározására.

A táblázatok elsősorban az MSZ EN 1991-1-1 alapszövegének mellékletében\*, valamint a Nemzeti Mellékletben található legfontosabb adatokat tartalmazzák, de emellett korábbi hazai szabványokból, segédletekből, építőipari cégek internetes honlapjairól gyűjtött információkkal, valamint jelentős részben Dulácska: Statikai Kisokosának 3.4 fejezetéből származó adatokkal is ki lettek egészítve [32]. A táblázatokban szereplő több hazai építőanyag ma már nincs forgalomban, de meglévő épületekben még gyakran előfordul.

A hazai anyagokra és épületszerkezetekre vonatkozó adatok nem találhatóak meg az EN 1991-1-1-ben, sőt annak Nemzeti Mellékletében sem (a járatos hazai falazattípusok térfogatsúlyának kivételével).

A táblázatok súlyadatai hangsúlyozottan tájékoztató, nem kötelező értékek (erre utal többek között a gyakori „től-ig” értéktartomány jellegű adatmegadás). Konkrét anyagok, termékek és szerkezetek esetén kiegészítő adatszolgáltatáson alapuló tervezői pontosításra lehet szükség.

Az egyes anyagok illetve termékek szükséges adatait a szállító, illetve a gyártó is megadhatja.

A közölt adatok a karakterisztikus értékek felelnek meg, ami általában a közepes értékkel (mean) egyezik.† Teher-elemzésekben szinte mindig a közepes értéket (várható értéket) kell számításba venni. Emellett azonban az EN 1990 az állandó teher különböző valószínűségi szintű karakterisztikus értékeit ( $G_{k,sup}$  és  $G_{k,inf}$ ) is értelmezi. Ezek értéke egyedileg adandó meg, vagy pontosabb adatok hiányában a *4-1. táblázathoz* tartozó lábjegyzet szerint vehető fel.

\* Az EN 1991-1-1 több helyen utal más, nem tartószerkezeti előírásokra. A hivatkozott előírások: betonokra az EN 206, falazóelemekre a prEN 771 füzetei, üvegtéglákra a prEN 1051, faanyagokra az EN 338.

† Szerkezeti faanyagoknál azonban a két érték eltérő, és az EN 338 mindkettőt közli. A 6.3.1 szakasz táblázata a közép-értékhez tartozó  $\gamma_m$  térfogatsúlyt adja meg.



## 6.3.1 Építőanyagok és tárolt anyagok térfogatsúlyai

A térfogatsúlyokból a tényleges súlyadatokat a térfogattal történő szorzással kaphatjuk. A térfogatot meghatározó méretek általában névleges, terv szerinti értékükkel vehetők számításba.

Anyagok térfogatsúlya I.		$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]
<b>BETONOK</b>		
Habbeton		8
Perlitbeton		4-7
Könyűbetonok (könyű-nyű adalékos)	LC 1.0	9-10
	LC 1,6	14-16
	LC 2.0	18-20
Tufabeton		16
Zúzottkő beton		23
Műkő		24
Normálbeton (kavicsbeton)		24
Nehézbeton		>28
<i>Friss betonnal, illetve szokásos vasalású betonnal a térfogatsúlyt 1,0 kN/m<sup>3</sup>-rel meg kell növelni. Például:</i>		
Friss vasalatlan beton (normál)		25
Vasbeton és feszített beton (normál)		25
<b>HABARCSOK, VAKOLATOK</b>		
Gipszhabarcs		12-18
Mészhabarcs		12-18
Javitott mészhabarcs		18-20
Cementhabarcs		19-23
Samothabarcs		19
Perlitabarcs		4-5
<b>FALAZÓELEMÉK</b>		
Pórus beton (YTONG)		5-8
Mészszilikát (mészhomok téglá)		10-15
Üvegtégla, üreges		8-9
Kettős falú üvegtégla, üreges		11
Vályogtégla	könnyű	11-12
	közepes (rosterősítésű)	12-17
	nehéz	18-20
Égetett agyagtégla, tömör		16
Mezőtúri burkolótégla		16
Kevcslyukú téglá		13
Soklyukú téglá		11
B30 falazóblokk		12,5
Válaszfállap, téglá		12
Samott téglá		18,5
Saválló téglá		20
<b>TERMÉSZETES ÉPÍTŐKÖVEK</b>		
Gránit, szienit, porfir		27-30
Diorit, bazalt, gabbró		27-29
Andezit		26,5
Riolit, dácit		25,5
Vulkáni tufák (riolit, andezit, bazalt)		14-20
Márvány		28-29
Mészkö	puha, durva	17-18
	kemény, tömött	20-28
	édesvízi	24
Homokkő		21-27
Dolomit		27
Márga		23
Agyagpala		26
Kristályos pala, gneisz		28-30

FÉMEK		$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	
Alumínium		27	
Cink, titáncink		72	
Vas	öntött	72	
	kovácsolt	76	
Acél		78,5	
Sárgaréz, bronz		85	
Vörösréz		89	
Ólom		114	
<b>FAANYAGOK</b>		$\gamma_m$ [kN/m <sup>3</sup> ]	
Puha lombosfa (pl. nyár, éger, fűz)	szilárdsági osztály	C14-C20	3,5-4,0
		C22-C35	4,1-4,8
Fenyő, erdei		C40-C50	5,0-5,5
Hazai keményfa, lombos (akác, bükk, tölgy)		D30-D50	6,4-7,0
Egzotikus keményfa		D60-D70	8,4-10,8
Rétegelt – ragasztott fatartók	homogén	GL24h – - GL36h	3,7-4,4
	kombinált	GL24c – - GL36c	3,3-4,2
KERTO fűmérfa	KERTO-S		4,8
	KERTO-Q		4,1
	KERTO-T		4,1
Rétegelt falemez	fenyő		5,0
	nyír		7,0
	fűnér/lécbetétes		4,5
Faforgácslap	általában		7,0-8,0
	cementkötésű		12,0
Farostlemez	közepes sűrűségű (MDF)		10,0
	lágú, szigetelő (WDF)		4,0
<b>ÜVEG</b>		$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	
Üveg, táblás (síküveg)			25
Üvegtörmelék			22
Habosított üveg			1,4
Huzalbetétes üveg			27
<b>MŰANYAGOK</b>			$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]
Poliésztergyanta			11,8
Ragasztógyanta			13
Akrillemez			12,0
<b>HŐ- ÉS HANGSZIGETELŐ ANYAGOK</b>			$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]
EPS hab	általános		0,10-0,15
	lépéshang szigetelés		0,10
	homlokzati szigetelés		0,15
XPS hab	általános		0,3-0,4
	nagyterhelésű padló		0,4-0,6
	homlokzati szigetelés		0,5-0,9
Kőzetgyapot	lapostető szigetelés		1,4-1,5
	magastető szigetelés		0,3-0,8
	lépéshang szigetelés		0,9-1,1
Üvegyapot	homlokzati szigetelés		1,10
	magastető szigetelés		0,10-0,11
	lépéshang szigetelés		0,24-0,35

Anyagok térfogatsúlya II. $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]		
HŐ- ÉS HANGSZIGETELŐ ANYAGOK folytatás		$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]
Parafa	<i>expanzit</i>	1,3
	<i>szupremit</i>	2,0
Perlit		0,85
Perlittégla		2,6
Kőszivacs		11,0
Nádlemez		2,2
Fagyapótlemez		3,8
BURKOLOÓANYAGOK ÉS PADOZATI ANYAGOK		$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]
Aszfalt		22-24
Bitumen		10-13
Greslap		24
Mázás kerámia, csempe		16-17,5
Kerámít		25
PVC padlólap		17
Epoxygyanta	<i>öntött</i>	12
	<i>üvegszállal erősített</i>	18
Gumipadló		18
Beton járdalap		23
Beton, műkö, cementlap		22

Kőagyaglap ( <i>mettlachi</i> )		24
Fa padozat	<i>puhafa (hajópadló)</i>	6
	<i>keményfa (parketta+vakpadló)</i>	7
	<i>ragasztott parketta</i>	7,5
Tégla padozat	<i>tömör padlástartárgla</i>	16
	<i>soklyukú (üreges)</i>	13
	<i>mészhomok</i>	18
Esztrich		18
Magnezit		14
Aszfalt út-	<i>öntött aszfalt és aszfaltbeton</i>	25
	<i>masztixaszfalt</i>	18
	<i>forrón hengerelt</i>	23
Tégla falbur-	<i>falburkolótégla</i>	17
	<i>klinkertégla</i>	20
Vakolatok	<i>mészhabarcs vakolat</i>	17
	<i>jávitott mészhabarcs vakolat</i>	19
	<i>cementhabarcs vakolat</i>	22
ÉPÍTŐLEMEZEK		$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]
Gipszkarton		11,0
OSB (faforgácslap)		6,8
BETONYP (cementkötésű faforgácslap)		11-13
HERAKLITH (fagyapótlemez)		3,8-5,0

### 6.3.2 Épületszerkezetek térfogatsúlya

Épületszerkezetek térfogatsúlya $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	
KÖFALAZATOK	
	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]
30 kN/m <sup>3</sup> térfogatsúlyú kőből	29
20 kN/m <sup>3</sup> térfogatsúlyú kőből	20
TÉGLA FALAZATOK	
	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]
B30-as kézi falazóblokk jav. mészhabarcs	13,5
Nagy üregtérfogatú vázkerámia falazóblokk jávitott mészhabarcsban	12,0
POROTHERM falazat Porotherm M 100 falazóhabarcsban	8,77
POROTHERM falazat TM hőszigetelő habarcsban	8,37
POROTHERM 30-as hanggátló falazat Porotherm M 100 falazóhabarcsban	17,9
Gázszilikát kézi falazóblokk 2 N/mm <sup>2</sup> szilárdságig, jávitott mészhabarcsban	6
Gázszilikát kézi falazóblokk 2 N/mm <sup>2</sup> -nél nagyobb szilárdsággal jav. mészhabarcsban	8
YTONG P2-0,5 pórusbeton falazóblokk 1 cm vtg 5,5 N/mm <sup>2</sup> YTONG falazóh-ban	7
YTONG P4-0,6 Pórusbeton falazóblokk 1 cm vtg 5,5 N/mm <sup>2</sup> YTONG falazóh-ban	7,75

Tömör mészhomoktégla jávitott mészhabarcsban	18,5
6 cm vastag lyukacsos égetett agyag válaszfal lap jávitott mészhabarcsban	12-12,5
10 cm vastag lyukacsos égetett agyag válaszfal lap jávitott mészhabarcsban	11,5-12,0
Gázszilikát válaszfal lap jav. mészhabarcsban	9-9,5
Soklyukú égetett agyagtégla jávitott mészhabarcsban	13,5
Kevéslyukú égetett agyagtégla jávitott mészhabarcsban	14,5
Tömör égetett agyagtégla 14 N/mm <sup>2</sup> szilárdságig, jávitott mészhabarcsban	16,5
Tömör égetett agyagtégla 14 N/mm <sup>2</sup> szilárdság felett, jávitott mészhabarcsban	18,5
Samott téglafal, samott habarccsal	20
Saválló téglafal, bitumenes habarccsal	19
Üvegtégla, egyszeres falú	8,7
Üvegtégla, kettős falú	9,4
Fenti térfogatsúlyok vakolatlan falazatokra értendők. Ha jávitott mészhabarcs helyett <i>mészhabarcsot</i> használnak, a megadott értéket 0,5-del csökkenteni, <i>cementhabarcs</i> esetén 0,5-del növelni kell.	

## 6.3.3 Épületszerkezetek négyzetmétersúlya

Épületszerkezetek négyzetmétersúlya $g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]		
FŐFALAK ( kétoldali vakolattal)		$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
44 cm	Porotherm N+F	4,05
38 cm	tömör téglá	7,10
	soklyukú téglá	5,95
	HB 38 blokk	4,03
30 cm	Porotherm N+F	3,84
	B30	5,01
	Poroton, thermopor, thernoton	3,73
	Uniform	4,44
	Gázsziликát	3,15
	Porotherm N+F	3,23
25 cm	Porotherm hanggátló	4,42
	tömör téglá	4,88
	soklyukú	4,13
VÁLASZFALAK ( kétoldali vakolattal)		$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Tömör téglá	6,5 cm	1,50
	12 cm	2,40
Téglá válaszfallap	6 cm	1,20
	10 cm	1,70
Porotherm válaszfal	11,5 cm	1,74
Mészhomok téglá	6,5 cm	1,50
	12 cm	2,60
Vasbeton	6 cm	2,00
	10 cm	3,00
	15 cm	4,25
VÁLASZFALAK ( vakolat nélkül)		$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Gipsz	6 cm	1,10
Üreges üvegtéglá	11,5 cm	1,00
Kettősfalú üvegtéglá	8 cm	0,75
Szerelt gipszkarton (12,5 mm-es lapok)		0,50
Szerelt gipszkarton, <i>kettőzött</i>		0,75
HEJAZATOK (alátámasztó szerk. nélkül)		$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Alumíniumlemez (0,7 mm vtg.)		0,02
Horganylemez (0,75 mm vtg.)		0,05
Ólomlemez (1,5 mm vtg.)		0,17
Titáncink lemez (1 mm)		0,07
Plasztikus bitumen (4 mm vtg.)		0,05
Bitumenes lemez (1 réteg, 4 mm vtg.)		0,05
Bitumenes lemez (3 réteg)		0,15
Bitumenes lemez (3 réteg, kavicsolt)		0,25
Műanyag hullámlémez (1,5 mm vtg.)		0,02
betoncserép	<i>egyszeres fedés</i>	0,45
	<i>kettős fedés</i>	0,9
égetett agyagcserép	<i>hódfarkú egyszeres fedés</i>	0,35
	<i>hódfarkú kettős v. korona fedés</i>	0,7
	<i>barát-opáca fedés</i>	0,9
	<i>hornyolt</i>	0,38
	<i>sajtolt</i>	0,48
nád v. szalma (<40 cm vastag)		0,6
fazsindely		0,35
természetes pala		0,8

azbeszcement pala	<i>egyszeres</i>	0,16
	<i>kettős</i>	0,25
	<i>hullámpala</i>	0,25
Üvegfedés, <i>fém osztóbordákkal</i>	<i>normál, 6 mm</i>	0,20
	<i>drótüveg, 6 mm</i>	0,25
POROTHERM FÖDÉMEK		$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Egyenként beépített gerendák (födém vtg.: 17 cm béléstest + 4 cm felbeton = 21 cm)	<i>Porotherm 45-ös béléstesttel</i>	2,8
	<i>Porotherm 60-as béléstesttel</i>	2,6
Egyenként beépített gerendák (födém vtg.: 17 cm béléstest + 6 cm felbeton = 23 cm)	<i>Porotherm 45-ös béléstesttel</i>	3,3
	<i>Porotherm 60-as béléstesttel</i>	3,1
Kettőzve beépített gerendák (födém vtg.: 17 cm béléstest + 4 cm felbeton = 21 cm)	<i>Porotherm 45-ös béléstesttel</i>	3,3
	<i>Porotherm 60-as béléstesttel</i>	3,0
Kettőzve beépített gerendák (födém vtg.: 17 cm béléstest + 6 cm felbeton = 23 cm)	<i>Porotherm 45-ös béléstesttel</i>	3,8
	<i>Porotherm 60-as béléstesttel</i>	3,5
MÁS ELŐREGYÁRTOTT FÖDÉMEK		$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
PK és PS jelű körüreges feszítettbeton födémpanel (födém vtg. 19 cm)		3,15
27 cm vakolatmentes palló (UF-MV)		5,12
E jelű gerendás födémrendszer (beton béléstesttel, felbeton nélkül)	<i>EB 60/19 béléstest (födém vtg. 19 cm)</i>	2,67
	<i>EB 30/19 béléstest (födém vtg. 19 cm)</i>	3,52
	<i>EB 60/24 béléstest (födém vtg. 24 cm)</i>	3,29
G jelű gerendás födémrendszer (födém vtg.: 22cm)	<i>B/60 béléstest</i>	3,34
	<i>B/100 béléstest</i>	2,97
Gm jelű gerendás födémrendszer (födém vtg. 22 cm)	<i>B/60 béléstest</i>	3,60
	<i>B/100 béléstest</i>	3,13
FERT vázkerámia béléstestes födém (nyers födém vtg. 19 cm)		3,07
BVM-PPB gerendás födémrendszer (beton béléstesttel)	<i>EP157 + BB2-14.19 + 0 cm felbeton (nyers födém vtg. =19,4 cm)</i>	2,95
	<i>EP178 + BB2-14.21 + 0 cm felbeton (nyers födém vtg. =21,4 cm)</i>	3,17
HAGYOMÁNYOS FÖDÉMEK		$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Bohn födém, 24 cm vastag		2,86
Poroszüveg födém	13 cm átlagos vastagságú (kisméretű téglából)	1,90
	15 cm átlagos vastagságú (rég, nagyméretű téglából)	2,60
MONOLIT FÖDÉMEK		$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Monolit vasbeton lemez 1 cm alsó oldali vakolattal	15 cm vb lemez	3,95
	20 cm vb lemez	5,20
	25 cm vb lemez	6,45

## 6.3.4 Tárolt anyagok halmazsúlya, sűrűlási szöge

Halmazsúly az anyag vagy termék térfogatsúlya ömlesztett, illetve rendezetlen halmazban történő tárolás esetén. Rakatsúly anyag vagy termék térfogatsúlya rendezett máglyában, rakatban, raklapon történő rendezett elhelyezés esetén.

Sűrűlási szög,  $\phi$  [°] az ömlesztett anyag természetes módon kialakuló oldalfelületeinek vízszintessel bezárt szöge.

Halmaz- és rakatsúlyok $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]		
Ipari és általános anyagok		
ÉPÍTÉSI ÉS TÖLTŐANYAGOK	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]
Agyag (száraz)	16	-
Tégla és törmelék, zúzott tégl	15	35
Homokos kavics, ömlesztett	15-20	35
Homok	14-19	30
Kavics	16-18	30
Zúzottkő	13-15	-
Cement	ömlesztett	14-16
	zsákos	15
Gipsz, örölt	6-10	25
Bentonit	nyers	6-9
	összeszerelt	11
Duzzasztott agyagkavics	2,5-5,5	30
Perlit	0,7-2,5	30
Kohósálak	darabos	17
	zúzott, szemcsés	9-12
Szénsálak	10	-
Mész	13	25
Termőföld	15	-
Gyep-tégla	7,8	40
Kockakő, máglyába rakva	25-30	-
Tégla máglyába rakva	16	-
Műanyagok, rakatban	>12	-
Acélárú, rakatban	45	-
Építőfa, rakatban (nedves)	7	-
SZILÁRD TŰZELŐANYAGOK		
Koks	ömlesztett	6,5
	hasábhrikett, ömlesztett	8
Szén	hasábhrikett, rakatban	13
	por	7
Tőzeg (fekete)	nedves	9,5
	lazán csomagolt	3-6
Tűzifa, nedves	5,4	45
Faszén	száraz, ömlesztett	2,5
	nedves, ömlesztett	5
KÜLÖNFÉLE EGYÉB ANYAGOK ÉS TERMÉKEK		
Könyvek és kötegelt papír	általában	6
	sűrűn tárolva	8,5
Papír, tekerésben	15	-
Iratállványok és tárolók	6	-
Ruhák és rongyok, bálázott	11	-
Szőrmék és bőrök	8-10	-
Gyapjú, bálázott	7-13	-
Gumi	10-17	-
Ékezési só	12	40
Kősó, darabos	22	45
Cukor	7,5-9,5	35
Szappan	8-10	-
Műszaki cikkek dobozban	1,7-2,5	-
Édesvíz, ivóvíz	10	-
Jég	9	-

Mezőgazdasági anyagok és termények		
SZERVETRÁGYA		
	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]
Trágya	7,8-9,3	45
Száraz baromfitrágya	6,9	45
Trágyalé, max. 20% szilárd rész	10,8	-
MŰTRÁGYA		
	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]
NPK, granulált	8-12	25
Foszfátok, granulált	10-16	30
Karbamid	7-8	24
GABONAFÉLÉK		
	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]
Árpa	7	30
Kukorica	ömlesztett	7,4
	zsákos	5
Búza	ömlesztett	7,8
	zsákos	7,5
Zab	5	30
Olajrepcemag	6,4	25
Rozs	7	30
Rizs	5-8	-
Komló	1-2	25
Maláta	4-6	45
Fűmag	3,4	30
TAKARMÁNYNÖVÉNYEK		
	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]
Szalma, bálázott	1,5	-
Széna, hengerbe kötött	6-7	-
Zöldtakarmány, boglyázott	3,5-4,5	-
Silótakarmány	5-10	-
GYÜMÖLCSÖK		
	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]
Alma- termésűek	ömlesztett	8,3
	dobozos	6,5
Cseresznye, meggy	7,8	-
Paradicsom, ömlesztett	6,8	-
Görögdió, 1 m <sup>3</sup> -es ládában	4,5	-
ZÖLDSÉGFÉLÉK		
	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]
Káposzta	4	-
Cukorrépa, szárított, szeletelt	2,9	35
Zöldségfélék, hüvelyes, gumós	8,1-8,8	-
Burgonya	ömlesztett	7
	zsákos	4,4
EGYÉB MEZŐGAZDASÁGI TERMÉNYEK		
	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]
Ömlesztett termények	6	25
Margarin, vaj	5,5-7,0	-
Sajt	7	-
Méz, kannás	10-14	-
Hús- neműek	hal	7-8
	húsok (fagyasztva)	4,5
Dohány, bálákban	3,5-5	-
tej, gyümölcslevek, dobozban	9	-
Konzerv	hagymányos	8,7
	kisméretű, dobozos	5,5-7
Sör	0,5 l üveges/dobozos	5,0-7,7
Ásványvíz, 1,5 l palackos	5,7-7	-

## 7. Hasznos terhek

Épületek hasznos terheinek értelmezésével, jellemzőivel és számításba veendő értékeinek megadásával az EN 1991-1-1 foglalkozik [12].

### 7.1. A hasznos terhek általános jellemzői

A hasznos terhek az épület rendeltetésének megfelelő használatából származnak, amelyek magukba foglalják

- a szokásos emberi használat hatásait,
- bútorok, egyéb mozgatható tárgyak és berendezések terheit a bennük tárolt anyagokkal (pl. könyv, folyadék),
- a járművek okozta terheket,
- ritkán fellépő körülményeket (emberek, bútorok, tárgyak koncentrált elhelyezkedése, mozgatása pl. átrendezés, felújítás során).

Ha reális annak a valószínűsége, hogy az egyébként az állandó terhek közé sorolható válaszfalakat, gépészeti berendezéseket az épület tervezett élettartama során át fogják helyezni, akkor ezek súlyát hasznos tehernek kell tekinteni.

A hasznos terhek statikai modellje

- felületen egyenletesen megoszló teher  $q$  [kN/m<sup>2</sup>]
- vonal mentén megoszló teher  $q$  [kN/m]
- koncentrált teher  $Q$  [kN]

vagy ezek kombinációja lehet.

7-1. táblázat

Hasznos terhek általános jellemzői			
<b>Időbeli változás szerint</b>		esetleges	
<b>Eredet szerint</b>		közvetlen	
<b>Térbeli változás szerint</b>		rögzített / nem rögzített	
<b>Jelleg szerint</b>		statikus / kvázi-statisz / dinamikus	
<b>Parciális (biztonsági) tényező</b>		$\gamma_Q = 1,50$	Tartós / ideiglenes tervezési helyzeteken belül <i>teherbírási</i> határállapotban
		$\gamma_Q = 1,0$	Tartós / ideiglenes tervezési helyzeteken belül, <i>használati</i> határállapotban
		$\gamma_A = 1,0$	<i>Rendkívüli</i> tervezési helyzetben
<b>Kombinációs (egyidejűségi) tényező</b>	$\psi_0$	teherfajtától	Tartós / ideiglenes tervezési helyzetekben
<b>A gyakori teherrészt megadó tényező</b>	$\psi_1$	függően a	
<b>A kvázi-állandó teherrészt megadó tényező</b>	$\psi_2$	3-5. táblázat szerint	

### 7.2. A hasznos terhek karakterisztikus értéke

A hasznos terhek karakterisztikus értékének meghatározásához az épület földem- vagy tetőterületeit a használati osztályoknak megfelelő részekre kell osztani. Az egyes használati osztályokhoz tartozó jellemző funkciókat és a hasznos teher számításba veendő karakterisztikus értékeit a 7-2. táblázat adja meg. A megadott értékek kvázi-statisz hatásnak felelnek meg; a hasznos terhek okozta dinamikus hatások figyelembevételének módjára lásd a 7.7. szakaszt.

### 7.3. A hasznos terhek teherelrendezései

*Egy földem(szint)* valamely tartószerkezetének vizsgálata során a hasznos terhet, mint esetleges hatást a terhelhető felület azon részein kell számításba venni, ahol az a vizsgált igénybevétel szempontjából a legkedvezőtlenebb; pl. többtámaszú gerendák esetében ez tehersémák alkalmazását teszi szükségessé.

Ha *több szint* hasznos terhe terheli a méretezendő szerkezeti elemet (pl. oszlopot vagy falat), az ezekhez a szintekhez tartozó földemek hasznos terhe a teljes felületen egyenletesen megoszló teherként, totálteherként vehető számításba.

Földemszerkezet pontszerű koncentrált hasznos teher alatti *lokális* ellenállásának (pl. átszűrődésének) vizsgálatánál más egyidejű esetleges hatást nem kell figyelembe venni.



hasznos terhek (hasznos terhek karakterisztikus értékei) 7.2. táblázat

### Födémek és tetők függőleges hasznos terhei

Az EN 1991-1-1 a hasznos terhek nagyságát általában egy alacsonyabb és egy magasabb érték közötti tartományként, továbbá egy kiemelt ajánlott értékkel adja meg. Az alábbi táblázatban a Nemzeti Melléklet által előírt minimális értékek szerepelnek. A megadott terhek vízszintes felületen ható (illetve vízszintes vetületen megoszló), függőlegesen lefelé mutató erőhatások. Vízszintes irányú hasznos terhekre a 7.5. szakasz ad tájékoztatást.

Használati osztály	Funkció szerint besorolás	Felületen megoszló teher $q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Pontszerű teher <sup>(1)</sup> $Q_k$ [kN]	
A	Háztartási és tartózkodási célra szolgáló területek (lakások és szállodák szobái, konyhák és mellékhelyiségek, kórtermek)	2,00	2,00	
	Padlások (nem rendszeres tartózkodás céljára)	1,50	2,00	
	Lépcsők, erkélyek	3,00	3,00	
B	Irodák	3,00	4,50	
C	C1 Asztalokkal berendezett helyiségek (iskolák és vendéglátó helyek, olvasótermek)	3,00	4,00	
	C2 Rögzített ülőhelyes termek (színház, mozi, előadó, templom, váróterem)	4,00	4,00	
	C3 Emberi mozgást nem akadályozó berendezésű födémek (múzeumok, kiállítótermek, középületek közlekedő területei)	5,00	4,00	
	C4 Összehangoltan mozgó tömegek által használt területek (tánc terem, színpad, tornaterem, sportpálya)	5,00	7,00	
	C5 Tömegrendezvények céljára szolgáló födémterületek (tánc terem, színpad, tornaterem, sportpálya)	5,00	4,50	
D	D1 Kiskereskedelem üzlethelyiségei	4,00	4,00	
	D2 Áruházak (pontosabb adatok hiányában)	5,00	7,00	
E	E1 Raktárak (pontosabb adatok hiányában)	7,50	7,00	
	E2 Ipari csarnokok közbenső födémjei	technológustervező adatai alapján		
F	Könnyű gépjárművel járható födémek (személygépkocsi garázs, parkolóház $G_k \leq 30$ kN összsúlyú járművekkel)	2,50	20,00	
G	Nehézgépjárművel járható födémek (tehergépkocsi, autóbusz forgalom, tűzoltóautó útvonala $G_k \leq 160$ kN összsúlyú járművekkel)	5,00	90,00	
H	Nem járható tetők	$\leq 10^\circ$ hajlásszög	0,40	1,00
		$\geq 20^\circ$ hajlásszög	0,00	1,00*
		ha nincs külön héjalás	-	1,50
I	Járható tetők A-D használati osztályoknak megfelelő igénybevétellel	használati osztálynak megfelelően		
K	Különleges célokra kialakított tetők (pl. helikopter leszállóhelyként kialakított tető)	egyedi adatszolgáltatás alapján (helikopterre lásd 7-7. táblázat)		
-	Tetőlétrák, tetőjárdák	0,40	1,00	
	Tető vizsgálójárdák		1,50	
-	Menekülési útvonalak járdái	a menekülési úthoz tartozó földmennyiség használati osztályának megfelelő $q_k$ érték <sup>†</sup>		
-	Búvónyílások keret- és lefedőszerkezetei (az üvegezés kivételével), álmennyezetek függesztő szerkezetei	0,25	0,90	
-	Állattartási épületek helyiségei <sup>‡</sup>	kis állatok (állatsúly $\leq 0,25$ kN/db)	1,50	adatszolgáltatás alapján
		egyéb állatok	5,00	adatszolgáltatás alapján

<sup>(1)</sup> A pontszerű teher a födém, az erkély vagy a lépcső bármely helyén működhet, általában egy pontban, kerek járművek tengelyterhe esetén jellemzően két pontban koncentráva. Ha nincs nagyobb méretű teherelosztó elem, a feltételezendő teherátadási felület általában egy 50 x 50 mm-es négyzet. Járművek tengelyterhéhez tartozó teherátadási felületekre lásd a 7.6. fejezet adatait.

A táblázatban a minimálisan előírt értékek találhatók, a valóságos teher ennél nagyobb is lehet. A megadott értékek nem tartalmazzák a nehéz berendezések (pl. ipari konyhák, radiológiai gépek, kazánok, páncélszekrények stb.) terheit.

Kérdéses esetekben a számításba veendő hasznos teher értékét a funkciónak, illetve a technológustervező által közölt adatoknak megfelelően kell megállapítani a megbízó és az illetékes hatóság egyetértésével.

\* A Nemzeti Melléklet itt 0,0 értéket ad meg, de ez ellentétes a szabvány szövegével és szakmai megfontolásokkal is.

† A torlódás veszélye miatt ennél nagyobb érték figyelembevétele is indokolt lehet (a szerzők megjegyzése).

‡ Ezt a funkciót csak a Nemzeti Melléklet említi.



## 7.4. Mozgatható válaszfalak

7-3. táblázat

Válaszfalak helyettesítő hasznos terhe		
A mozgatható (átépíthető, áthelyezhető, mobil) válaszfalak önsúlya esetleges hasznos teherként kezelendő. Figyelembevétele egy egyenértékű, a felületen egyenletesen $g_k$ megoszló helyettesítő teherrel történhet, amely a többi hasznos teherrel összegezhető.		
Az ilyen válaszfalteher kvázi-állandó hatásnak tekintendő, ezért $\psi_0 = \psi_1 = \psi_2 = 1,0$ .		
Biztonsági tényezője az esetleges terhekre vonatkozó szabályok szerint veendő fel ( $\gamma_0$ ).		
Válaszfal fajtája, példa	A válaszfal folyómétersúlya [kN/m]	Helyettesítő teher (pontosabb adat hiányában) $q_k$ [kN/ alrajzi m <sup>2</sup> ]
Könnyű szerelt válaszfal (pl. gipszkarton)	$\leq 1,0$	0,50
Könnyű válaszfal (pl. 8 cm-es elemes gipsz válaszfal)	$\leq 2,0$	0,80
Hagyományos vékony válaszfalak (pl. 6 cm-es kétoldalt vakolt égetett kerámia válaszfal, falsúly 1,2 kN/m <sup>2</sup> )	$\leq 3,0$	1,80
10 cm-es két oldalt vakolt égetett kerámia válaszfal, max. 4,0 m belmagasság <sup>(1)</sup> 1,2 kN/m <sup>2</sup> )	3,5-5,0	3,00
„Nehéz” válaszfalak	$> 5,0$	Egyedileg határozandó meg a válaszfalak elrendezése, iránya és a földém szerkezeti rendszere alapján

<sup>(1)</sup>Ez a hagyományos válaszfal az EN 1991-1-1-ben nem szerepel, megadását gyakori hazai alkalmazása indokolja.

Nem együttműködő, gerendás jellegű földémeknél a helyettesítő válaszfalteher nem alkalmazható!

## 7.5. Vízszintes irányú hasznos terhek

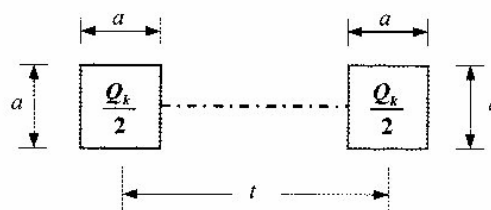
7-4. táblázat

Mellvédek és elválasztó falak vízszintes hasznos terhei														
A korlátként (is) működő mellvédeken és elválasztó falakon egy vonal mentén megoszló $q_k$ vízszintes terhet kell számításba venni, amely az elem tetején, de legfeljebb 1,20 m magasságban hat.														
(a)	(b)	(c)												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kapcsolódó földém használati osztálya (a 7-2. táblázat szerint)</th> <th><math>q_k</math> [kN/m]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>B és C1</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>C2, C3, C4 és D</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>C5</td> <td>3,0</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>2,0</td> </tr> </tbody> </table> <p>A <math>q_k</math> teher a dinamikus hatást is tartalmazza!</p>	Kapcsolódó földém használati osztálya (a 7-2. táblázat szerint)	$q_k$ [kN/m]	A	0,5	B és C1	0,5	C2, C3, C4 és D	1,0	C5	3,0	E	2,0
Kapcsolódó földém használati osztálya (a 7-2. táblázat szerint)	$q_k$ [kN/m]													
A	0,5													
B és C1	0,5													
C2, C3, C4 és D	1,0													
C5	3,0													
E	2,0													
Az olyan területeknél, ahol embertömegek torlódása várható (pl. sportsarnokok, lelátók, színházak, gyűlés- és előadótermek) a vonal menti terhet a C5 osztálynak megfelelő $q_k=3,0$ kN/m értékkel kell felvenni.														

## 7.6. Járművek tengelyterhei

A targoncák és egyéb (pl. közúti) járművek rendeltetészerű működéséből származó függőleges hatásokat egy  $Q_k$  koncentrált erővel kell figyelembe venni, amely a 7-1. ábrán megadott nagyságú és elrendezésű terhelten hat. Ezt az erőt a földém  $q_k$  hasznos terhével együtt működőnek kell feltételezni.

$Q_k$ ,  $a$  és  $t$  értékei villástargoncákra a 7-5. táblázatban, közúti járművekre a 7-6. táblázatban találhatók.



7-1. ábra

7-5. táblázat

Villástargoncák tengelyterhei								
Targonca-osztály	A targonca jellemző paraméterei				Függőleges tengelyteher jellemzői			
	szélesség $b$ [m]	hosszúság $l$ [m]	önsúly [kN]	emelési súly [kN]	tengelyteher értéke $Q_k$ [kN]	terhelt felület		keréktávolság a tengelyen $t$ [m]
						db	$a$ [mm]	
FL 1	1,00	2,60	21	10	26	2	200	0,85
FL 2	1,10	3,00	31	15	40			0,95
FL 3	1,20	3,30	44	25	63			1,00
FL 4	1,40	4,00	60	40	90			1,20
FL 5	1,90	4,60	90	60	140			1,50
FL 6	2,30	5,10	110	80	170			1,80
A gyorsításból és lassításból származó vízszintes tengelyterhek karakterisztikus értéke: $0,3Q_k$								

7-6. táblázat

Közúti járművek tengelyterhei					
Használati osztály (lásd 7-2. táblázat)	A jármű jellemzője	Tengelyteher $Q_k$ [kN]	A teher jellemzői		
			Terhelt felület		Keréktávolság a tengelyen $t$ [m]
			db	$a$ [mm]	
F	összsúly $\leq 30$ kN	20	2	100	1,80
G	$30$ kN $<$ összsúly $\leq 160$ kN	90	2	200	1,80
A gyorsításból és lassításból származó vízszintes tengelyterhek karakterisztikus értéke: $0,3Q_k^*$					

Épületek tetején kialakított helikopter leszállóhelyek esetén az EN 1991-1-1 két gépkategóriát különböztet meg. A mértékadó terhelt felület ebben az esetben csak egy db  $a \times a$  méretű négyzet.

7-7. táblázat

Helikopter leszállóhelyek hasznos terhei					
Használati osztály	Helikopter osztály	A jármű jellemzője	Felszálláshoz tartozó teher $Q_k$ [kN]	A teher jellemzői	
				Terhelt felület	
				db	$a$ [mm]
K	HC1	felszállási összsúly $\leq 20$ kN	20	1	200
	HC2	$20$ kN $<$ felszállási összsúly $\leq 60$ kN	60	1	300

### 7.7. A dinamikus hatás figyelembe vétele

A hasznos terhek karakterisztikus értékei általános esetben tartalmazzák a födémterület funkciójának megfelelő, szokásos működési körülmények esetén fellépő dinamikus hatásokat is.

Általában **nem kell további dinamikus hatásokat vizsgálni**

- az **A, B, C1, C2, C3, D** használati osztályba sorolt födémek függőleges terheinél,
- az **F** és **G** járműforgalmi használati osztály terheinél,
- a **H** és **I** használati osztályú tetőfödémeknél,
- a **korlátként** működő mellvédek és elválasztó falak vízszintes terheinél.

Amennyiben a dinamikus hatások nem okoznak számottevő gyorsulásokat a szerkezeten, és rezonancia-jelenség sem várható, figyelembe vételük a statikus hatás **dinamikus tényezővel** történő növelésével történhet.

A dinamikus hatás karakterisztikus értéke ekkor:

$$Q_{k,dyn} = \varphi Q_k$$

ahol:  $Q_k$  a statikus hatás karakterisztikus értéke,  $\varphi$  a dinamikus növelő tényező a 7-8. táblázat szerint<sup>†</sup>.

\* Ez az adat az EN 1991-1-1-ben csak a villástargoncákra vonatkozóan szerepel, de egyéb adat híján itt is alkalmazható.

† A táblázatban található értékek többségét a Nemzeti Melléklet határozta meg, és akkor alkalmazandók, ha azt a tervező és/vagy a megbízó kifejezetten indokoltnak tartja.

7-8. táblázat

Hasznos terhek dinamikus tényezői					
Használati osztály	A dinamikus hasznos teher fajtája		Vizsgált szerkezeti elem vagy szerkezet		dinamikus tényező $\varphi$
C4 C5	Embercsoport mozgása által okozott ritmikus erőhatás:		födém (lemez, gerenda stb.)		1,30
	– táncteremek, tornatermek, színpadok terhe		fal, oszlop		1,10
E1, E2	Ipari épületek födémjein működő gépek Állattartási épületek födémterhe		alapozás		1,00
E1, E2	Darupályák függőleges keréknyomása		födém (lemez, gerenda stb.)	$v \leq 1,5$ m/s	1,20
	(v az emelt teher felfüggesztési pontjának bármely irányú maximális emelési sebessége)		födém (lemez, gerenda stb.)	$v > 1,5$ m/s	1,30
			fal, oszlop	$v \leq 1,5$ m/s	1,10
			fal, oszlop	$v > 1,5$ m/s	1,20
			alapozás		1,0
E1, E2	Emelővillás targoncák koncentrált terhe	függőleges	födém (lemez, gerenda stb.)	- felfújható kerék	1,40
		vízszintes		- tömör kerék	2,00
				bármilyen kerék	1,00
C, D, E1, E2	Szállítójárművek, fenntartási célú eszközök koncentrált erőhatásai		födém (lemez, gerenda stb.) tetőfödém		egyedileg veendő fel
K	Helikopter felszálláshoz tartozó, ütközési hatásokat is tartalmazó teher		tetőfödém		1,40

A dinamikus hatásokat is tartalmazó hasznos terheket **dinamikai vizsgálat keretében kell figyelembe venni**, amennyiben azok a szerkezeten számottevő gyorsulásokat okoznak, és/vagy rezonancia-jelenség várható.

### 7.8. Csökkentő tényezők

Egy adott szerkezet vagy szerkezeti elem vizsgálatánál az azonos használati osztályba tartozó hasznos terhek értéke a terhelt összfelület nagysága vagy a terhelt szintek száma függvényében csökkenthető.

7-9. táblázat

A hasznos teher értékét csökkentő tényezők		
	Födémterület szerinti tényező	Szintszám szerinti tényező
Számítási képlet	$\alpha_A = \frac{5}{7} \psi_0 + \frac{A_0}{A} \leq 1,0$ <p><math>A_0</math>: 10 m<sup>2</sup>  <math>A</math>: a terhelt felület m<sup>2</sup>-ben  <math>\alpha_A \geq 0,6</math> (csak C és D használati osztályú hasznos terhek esetén)</p>	$\alpha_s = \frac{2 + (n-2)\psi_0}{n}$ <p><math>n</math>: a vizsgált oszlopot vagy falat terhelő, azonos használati osztályba tartozó szintek száma</p>
	$\psi_0$ : a hasznos teher kombinációs (egyidejűségi) tényezője a 3-5. táblázat szerint	
A csökkenthető hasznos teher használati osztályai	A, B, C, D, E, H, I	A, B, C, D
Alkalmazási feltételek	$A > 35,0$ m <sup>2</sup> , ha $\psi_0=1,0^*$ $A > 20,0$ m <sup>2</sup> , ha $\psi_0=0,7$ $A > 15,6$ m <sup>2</sup> , ha $\psi_0=0,5$	$n > 2$
Egy teherelrendezés vizsgálata során egyfajta hasznos teherre csak az egyik csökkentő tényező alkalmazható! Ha a fenti csökkentést alkalmazzuk, az adott hasznos teherre további $\psi_0$ kombinációs (egyidejűségi) tényező már nem használható. Ha $\psi_0 < \min\{\alpha_A, \alpha_n\}$ , akkor általában az egyidejűségi tényező alkalmazása eredményezi a kisebb hasznos terhet.		

\*  $\psi_0=1,0$  esetén a hasznos teher konkrét fajtájának ismeretében mérlegelni kell, hogy szabad-e a csökkentő tényezőt használni.

† Ez a szabály így nincs leírva az Eurocode-ban, hanem a szerzői kollektíva javaslata, mint gazdaságos de még biztonságos megoldás. A  $\psi_0$  és  $\alpha$  tényezők egyidejű alkalmazásának kérdésében az EN 1991-1-1 nem egyértelmű.

## 8. Hóteher

A hóterhek meghatározásával az MSZ EN 1991-1-3 szabvány foglalkozik [14].

### 8.1. A hóteher jellemzői

8-1. táblázat

A hóteher általános jellemzői		
Időbeli változás szerint	esetleges / rendkívüli	
Eredet szerint	közvetlen	
Térbeli változás szerint	rögzített / nem rögzített	
Jelleg szerint	statikus / dinamikus	
A teher nagyságától függő körülmények alapján	szokásos / kivételes	
A hófelhalmozódás szempontjából	felhalmozódás nélküli / felhalmozódott	
parciális (biztonsági) tényező	$\gamma_Q = 1,5$	Tartós / ideiglenes tervezési helyzeteken belül, <i>teherbírási</i> határállapotban
	$\gamma_Q = 1,0$	Tartós / ideiglenes tervezési helyzeteken belül, <i>használati</i> határállapotban
	$\gamma_A = 1,0$	Rendkívüli tervezési helyzetben
Kombinációs (egyidejűségi) tényező	$\psi_0 = 0,50$	Tartós / ideiglenes tervezési helyzetekben
A gyakori teherrészt megadó tényező	$\psi_1 = 0,20$	
A kvázi-állandó teherrészt megadó tényező	$\psi_2 = 0,00$	

### 8.2. A felszíni hóteher

#### 8.2.1 A felszíni hóteher karakterisztikus értéke

A hóterhek szempontjából Magyarország területe – a legtöbb európai országgal ellentétben – egyetlen zónának tekinthető. A felszíni hóteher karakterisztikus értéke az ország egész területén az alábbiak szerint vehető fel:

8-2. táblázat

A felszíni hóteher Magyarországon	
400 m tengerszint feletti magasságig: $s_k = 1,25$ [kN/m <sup>2</sup> ]	
Az előbbieknél magasabb területeken: $s_k = 1,25 + \frac{A - 400}{400}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	
ahol: $A$ [m] a talaj felszínének magassága az Adria névleges tengerszintje felett, $s_k$ a felszíni hóteher karakterisztikus értéke, mint függőlegesen lefelé mutató, vetületi négyzetméterre vonatkoztatott teher.	
A megadott hóteher az 50 éves átlagos visszatérési periódushoz tartozó érték.	



8-1. ábra

A 8-1. ábra térképvázlata tájékoztató jelleggel mutatja Magyarország azon területeit (hegységeit), ahol a helyi domborzati viszonyok függvényében az Adria feletti magasság (mAf) nagyobb lehet, mint 400 méter.

A fekete pontok a hegység legmagasabb csúcsát jelölik, mellette annak tengerszint feletti magasságával.

\* A korábban használatos Balti tenger feletti magasság (mBI) ennél 0,67 méterrel kisebb.

### 8.2.2 A hó átlagos térfogatsúlya és vastagsága

A hó halmazsűrűsége térben és időben erősen változó. Többek között ez az oka annak, hogy a hóterhek megállapításánál a felszíni hóteherből és nem a hóréteg vastagságából kell kiindulni. Ha azonban a hó vastagsága ismert, a hó halmazsűrűségének (pontosabban térfogatsúlyának) felhasználásával a hóteher értéke közvetlenül is meghatározható. Erre esetenként szükség is lehet, például egyes hózug-terheknél a hóréteg maximális magasságát az építmény geometriája határozza meg, és ekkor a hóteher nagyságát csak a térfogatsúly ismeretében lehet kiszámítani.

Ha az átlagos térfogatsúly ismert, a felszíni hóteher értékéből az ahhoz tartozó felszíni hóvastagság is meghatározható, feltételezve, hogy a hó teljes tömegében azonos sűrűségű. Valójában a vegyes sűrűség a jellemző, pl. a régi vagy nedves hóra friss hó esik. Ilyenkor a hó átlagos sűrűsége az egyes hótipusok aránya szerint súlyozott közbülső érték.

A hó átlagos térfogatsúlyára és az ennek megfelelő hóvastagságokra a *D mellékletben* található adatok.

### 8.3. Teherelrendezések és tervezési helyzetek tetőkön

A hóval terhelt tetők teherbírását és használhatóságát a tető jellegétől és a hóteher nagyságától függően többféle teherelrendezésben és tervezési helyzetben kell ellenőrizni.

A hóteher átrendeződése és felhalmozódása miatt minden tervezési helyzetben\* legalább két teherelrendezés veendő figyelembe:

- a hófelhalmozódás nélküli hóteher esete;
- a hófelhalmozódást is tartalmazó (átrendeződött) hóteher esete.  
(ez többféle teherelrendezésben is veszélyes lehet)

A hófelhalmozódásnál figyelembe kell venni, ha a tetőn hófogó rács vagy más mozgást akadályozó elem, illetve a tető szélén antikafal helyezkedik el. Ha a tetőn levő havat mesterségesen eltávolíthatják vagy átrendezhetik, az ennek megfelelő teherelrendezést is meg kell vizsgálni.

A hóteher nagysága szerint kétféle körülményt, „szokásos” és „kivételes” körülményeket kell megkülönböztetni.

- Szokásos körülmények esetén sem kivételes nagyságú felszíni hóteherrel, sem kivételes hófelhalmozódással nem kell számolni. Ez esetben tartós/ideiglenes tervezési helyzetet kell figyelembe venni mind a hófelhalmozódás nélküli, mind a hófelhalmozódást tartalmazó teherelrendezésekre.
- Kivételesek a körülmények kivételes felszíni hóteher vagy a tetőn jelentkező kivételes hófelhalmozódás esetén. A magyar Nemzeti Melléklet szerint Magyarországon csak kivételes felszíni hóteherrel kell számolni (kivételes felhalmozódással nem). Ez a hóteher rendkívüli hatásnak tekinthető, és ezért csak rendkívüli tervezési helyzet(ek) keretében, teherbírási határállapotban kell figyelembe venni.

### 8.4. Tetők hóterhe tartós/ideiglenes tervezési helyzetben

A tetők hóterhének karakterisztikus értéke a felszíni hóteher karakterisztikus értékéből származtatandó. A hóteher nagyságát befolyásoló további tényezők: a tető alakja, hótani jellemzői, felszínének érdessége, a tető alatti térben keletkező hó mennyisége, a szomszédos épületek távolsága és magassága, a környező terepviszonyok, valamint a helyi meteorológiai viszonyok, különösen a széljárás, a hőmérsékletingadozás és a csapadék előfordulási valószínűsége.

8-3. táblázat

Tetők hóterhének karakterisztikus értéke	
$s = C_e \cdot C_t \cdot \mu_i \cdot s_k$ $0,1 \leq s \leq 1,0$	
$s$	a tető hóterhének karakterisztikus értéke; mivel a gyakorlati esetek többségében a $C_e$ és $C_t$ tényezők értéke 1,0-nek vehető, a számítási képlet $s = \mu_i \cdot s_k$ formára egyszerűsödik.
$C_e$	a szél hatását figyelembe vevő (terep-) tényező, értéke általában 1,0 (lásd még <i>C melléklet</i> ).
$C_t$	hőmérsékleti tényező, értéke általában 1,0 (lásd még <i>C melléklet</i> ).
$\mu_i$	a hóteher alakú tényezője a különböző tetőformáknak és teherelrendezéseknek megfelelően
$s_k$	a felszíni hóteher karakterisztikus értéke a 8.2. szakasz szerint

\* Kivételek a félnyereg tetők, ahol nincs hófelhalmozódás (lásd 8.5.1 szakasz).

8.5. Tetők hőterhének alakí tényezői és teherelrendezései

8.5.1 A tetők hőterhének alakí tényezői

Félnyereg-nyereg- és összekapcsolt nyereg-nyereg esetén a teherelrendezésekhez tartozó  $\mu$  alakí tényezők a tetősíkok vízszintessel bezárt  $\alpha$  hajlásszöge függvényében a 8-4. táblázatból vehetők. Más alakú tetők ettől eltérő  $\mu$  tényezői az aktuális tetőformához tartozó táblázatban található meg.

8-4. táblázat

Hőteher alakí tényezői félnyereg-, nyereg- és összekapcsoló nyereg-nyereg esetén			
Alakí tényező	A tető hajlásszöge ( $\alpha$ )		
	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8(2 - \alpha/30)$	0
	0,8 (akadályozott hólecsúszás <sup>(1)</sup> )		0 <sup>(2)</sup>
$\mu_2$	$0,8(1 + \alpha/30)$	1,6	-

<sup>(1)</sup>Az akadály lehet hófogó, tetősík fölé nyúló elem, attikafal stb.  
<sup>(2)</sup>Az EC előírásai nem egyértelműek ebben a tekintetben. Az akadály meredek tetők esetén is megfogja a lecsúszni akaró havat, de az már elsősorban nem a tetőt, hanem az akadályt terheli.

8.5.2 Félnyereg-nyereg

8-5. táblázat

Félnyereg-nyereg teherelrendezése és alakí tényezője	
	<p>Félnyereg-nyereg esetén elegendő egyetlen teherelrendezést vizsgálni egyenletesen megoszló hőterhellel. Kedvezőtlen hófelhalmozódás nem jöhet létre.</p>
<p>A <math>\mu_1(\alpha)</math> alakí tényező a tetősík vízszintessel bezárt szögének függvényében a 8-4. táblázatból, illetve az ahhoz kapcsolódó diagramból vehető fel.</p>	

8.5.3 Nyereg-nyereg

8-6. táblázat

Nyereg-nyereg teherelrendezései és alakí tényezői		
Nyereg-nyereg tetősíkjain a figyelembe veendő hőteher mindig egyenletesen megoszló, az alakí tényező pedig a tetősíkok hajlásszögének függvénye. A vizsgálandó három teherelrendezés (terhelési eset) a következő:		
1. eset	2. eset: baloldali féloldalas teher	3. eset: jobboldali féloldalas teher
<p>Felhalmozódás nélküli (a hőteher átrendeződése előtti) teherelrendezés</p>	<p>Felhalmozódást is tartalmazó, a hőteher átrendeződése utáni teherelrendezések</p>	
<p>A <math>\mu_1(\alpha)</math> alakí tényezők tetősíkonként, a vízszintessel bezárt szög függvényében vehetők fel a 8-4. táblázat, illetve az ahhoz kapcsolódó diagram alapján.</p>		



8.5.4 Összekapcsolódó nyeregtetők

8-7. táblázat

Összekapcsolódó nyeregtetők teherelrendezései és alakú tényezői	
<p>Összekapcsolódó nyeregtetők felhalmozódás nélküli hőterhe tetősíkonként megegyezik a hasonló alakú, önálló nyeregtető hőterhével (1. eset). A hó átrendeződése következtében viszont a nyeregtetők közötti vágásban hófelhalmozódás (hózugteher) jöhet létre (2. eset). Ha valamelyik tetősíkon <math>\alpha &gt; 60^\circ</math>, további vizsgálat is szükséges (lásd 8.6.szakasz).</p>	
1. eset	2. eset
Felhalmozódás nélküli (a hőteher átrendeződése előtti) teherelrendezés és alakú tényezők	Felhalmozódást is tartalmazó, a hőteher átrendeződése utáni teherelrendezés és alakú tényezők
<p>A <math>\mu_1(\alpha)</math> és a <math>\mu_2(\alpha)</math> tényezők értéke az ábra szerinti <math>\alpha</math> szögek függvényében a 8-4. táblázat alapján vehető fel.</p>	

8.5.5 Magasabb szerkezetekhez csatlakozó tetők

8-8. táblázat

Magasabb szerkezetekhez csatlakozó tetők teherelrendezései és alakú tényezői										
1. eset	2. eset									
Felhalmozódás nélküli teherelrendezés és alakú tényező	Felhalmozódást is tartalmazó, a hőteher átrendeződése utáni teherelrendezés és alakú tényezők									
<p>Az alacsonyabb tetőszakaszra vonatkozóan a <math>\mu_1 = 0,8</math> érték akkor igaz, ha ez a tetőszakasz (közel) vízszintes.</p> <p>A magasabb, ferde tetőszakasz <math>\mu_1(\alpha)</math> alakú tényezője a 8-4. táblázat szerint határozandó meg, de erre a teherre csak a 2. eset vizsgálatánál van szükség.</p>	<p><math>b_2 \geq l_s</math></p> <p><math>b_2 &lt; l_s</math></p>									
<p><math>\mu_s</math> a felső tetőszakaszcól lecsúszó hőmennyiséghez tartozó alakú tényező, a következő feltételek alapján:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\alpha \leq 15^\circ</math> lejtésig nem kell lecsúszó havat feltételezni*;</li> <li>ha <math>\alpha &gt; 15^\circ</math>, akkor a lecsúszó, számításba veendő többlet hőteher a ferde tetőszakasz hőterhének 50%-a;</li> <li>a lecsúszó hó <math>l_s</math> hosszön, az ábra szerint oszlik el.</li> </ul> <p><math>\mu_w</math> a szél átrendező hatásához tartozó alakú tényező  <math>l_s = \min\{5\text{m}; 2h\}</math> de <math>l_s \leq 15\text{m}</math> ;  <math>\gamma_{\text{sej}} = 2 \text{ kN/m}^3</math>, a megüledett hó térfogatsúlya;  <math>\mu_1(\alpha)</math> értelmezését lásd az 1. esetnél.</p>										
<p><b><math>\mu_s</math> és <math>\mu_w</math> alakú tényezők</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th><math>\alpha \leq 15^\circ</math></th> <th><math>\alpha &gt; 15^\circ</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\mu_s</math></td> <td><math>\mu_s = 0</math></td> <td><math>\mu_s = \mu_1(\alpha) \cdot \left(\frac{b_2}{l_s}\right)</math></td> </tr> <tr> <td><math>\mu_w</math></td> <td colspan="2"><math>\mu_w = \min\left\{4,0; \frac{b_1 + b_2}{2h}; \frac{\gamma_{\text{sej}} h}{s_k}\right\}</math> de <math>\mu_w \geq 0,8</math></td> </tr> </tbody> </table>			$\alpha \leq 15^\circ$	$\alpha > 15^\circ$	$\mu_s$	$\mu_s = 0$	$\mu_s = \mu_1(\alpha) \cdot \left(\frac{b_2}{l_s}\right)$	$\mu_w$	$\mu_w = \min\left\{4,0; \frac{b_1 + b_2}{2h}; \frac{\gamma_{\text{sej}} h}{s_k}\right\}$ de $\mu_w \geq 0,8$	
	$\alpha \leq 15^\circ$	$\alpha > 15^\circ$								
$\mu_s$	$\mu_s = 0$	$\mu_s = \mu_1(\alpha) \cdot \left(\frac{b_2}{l_s}\right)$								
$\mu_w$	$\mu_w = \min\left\{4,0; \frac{b_1 + b_2}{2h}; \frac{\gamma_{\text{sej}} h}{s_k}\right\}$ de $\mu_w \geq 0,8$									

\* Fűtött és nem kellően hőszigetelt terek feletti sík tetőkről (pl. üvegtető) a hó kisebb lejtésszög esetén is lecsúszhat.

**8.5.6 További gyakoribb tetőformák**

További gyakoribb tetőformák - dongatetők, sédtetők, meredek síkokkal határolt tetők - valamint általános alakú, síkokkal határolt tetőformák hóterhének meghatározásához lásd az *E mellékletet*.

**8.5.7 Helyi hóhatások a tetőn**

A tetők egyes helyi sajátosságai módosíthatják a hóterhet. Ez a szakasz ilyen esetekre adja meg a számításba veendő hóterhet, tartós/ideiglenes tervezési helyzetben. Az így kapott hóterheket csak a hó által közvetlenül terhelt tetők és tetőszerkezeti elemek vizsgálatánál kell használni.

A tetőn levő akadályok mellett a hó felhalmozódhat, mivel az akadály aerodinamikai árnyékoló hatása miatt a szél összegyűjtheti a havat.

8-9. táblázat

**Hófelhalmozódás kiálló részek és akadályok mellett vízszinteshez közeli tetőkön**

$\mu_{w,2}$ alakú tényező	
$\mu_{w,2} = \min \left\{ 2,0 ; \frac{\gamma_{set} h}{s_k} \right\}$	
de $\mu_{w,2} \geq 0,8$	
ahol: $\gamma_{set} = 2 \text{ kN/m}^3$ , a megüledett hó térfogatsúlya;	
$h$ a tető fölé emelkedő akadály magassága;	
$s_k$ a felszíni hóteher karakterisztikus értéke.	

Egyéb paraméterek	
$l_s = \min \{ 5\text{m} ; 2h \}$ de $l_s \leq 15\text{m}$	
$\mu_1 = 0,8$ a vízszintes tetőre vonatkozó alakú tényező (lásd 8-4. táblázat)	

További helyi hóhatásokra (tető szélén túnyuló hó, tetők hófogóinak többletterhe) az *F melléklet* tartalmaz adatokat.

**8.6. A hófelhalmozódás lehetséges meghatározása általános tetőforma esetén**

A hófelhalmozódás alakját és az ahhoz tartozó alakú tényezőket az EN 1991-1-3 csak speciális esetekben adja meg számszerűen, minden más esetben a tervezőnek kell a konkrét adatokat meghatároznia. A 8-11. táblázat szerinti - a segédlet szerzői által kidolgozott - megoldás a korábbi magyar szabvány mellékletéhez hasonlóan sokkal általánosabb tetőformákra is egyértelműen közli a hóteher meghatározásának módját. Ez határesetként az EN 1991-1-3-ban szereplő alapeseteket pontosan vagy a biztonság javára közelítve adja meg, így azzal nincs ellentmondásban.

Ha az általános tetőformán belül valamelyik tetősík  $60^\circ$ -nál meredekebb ( $\alpha_1 \geq 60^\circ$ ), a tetősík melletti szakaszon a hófelhalmozódás a 8-10. táblázat szerint módosul:

8-10. táblázat

**A hófelhalmozódás alakulása  $60^\circ$ -nál meredekebb tetősík környezetében**

Az A vonal menti vápához tartozó adatok:

Hóvastagság	Alakú tényező
$d_1 = \mu_{2,A} \frac{s_k}{\gamma_{set}}$	$\mu_{2,A} = 1,6 + 2,4 \frac{\alpha_1 - 60}{30} = 1,6 + 0,08(\alpha_1 - 60)$

A meredek tetőfelület melletti hófelhalmozódás felületi síkja nem lehet  $60^\circ$ -nál meredekebb. A legkedvezőtlenebb eset  $\beta=60^\circ$  esetén áll fenn.

A hófelhalmozódás hossza:  $l_{s1} = \max \left\{ \begin{matrix} 5,0 \text{ m} \\ 2d_1 \\ b_3 \end{matrix} \right\} \leq 15 \text{ m}$

A fentiekben:  
 $\gamma_{set} = 2 \text{ kN/m}^3$ , a megüledett hó térfogatsúlya;  
 $s_k$  a felszíni hóteher karakterisztikus értéke;  
 $b_3$  az ferde tetőszakasz vetületi hossza.

8-11. táblázat

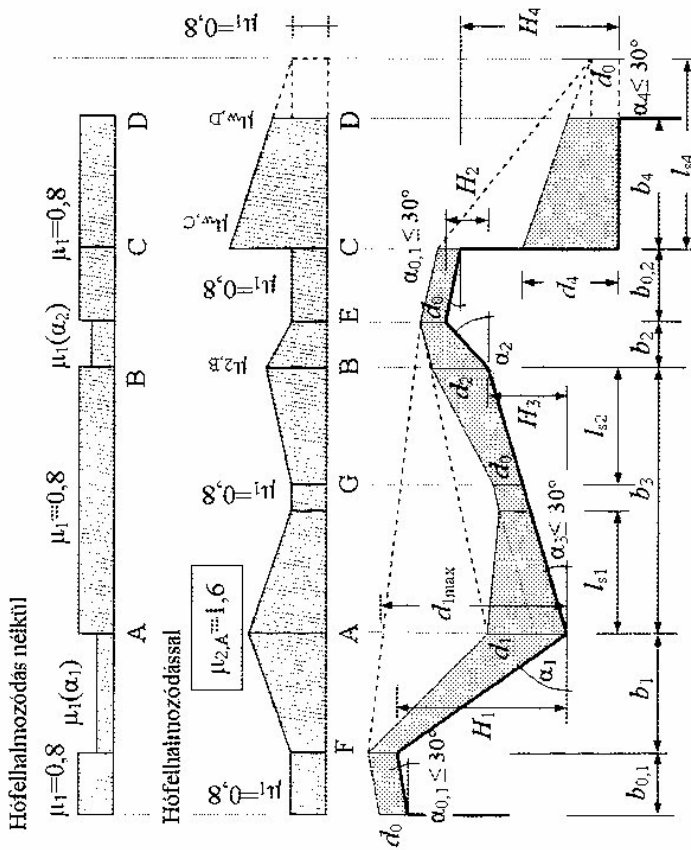
A hófelhalmozódás lehetséges meghatározása általános tetőforma esetén

Az alább ábrázolt esetben a legmeredekebb tetősík lejtése is kisebb, mint 60° ( $\alpha_1 \leq 60^\circ$ ). Amennyiben valamelyik tetősík 60°-nál meredekebb, a módosuló helyi hófelhalmozódást és a hozzá tartozó alaki tényezőket a 8-10. táblázat mutatja.

Hely	Hóvastagság	Alaki tényező	Hófelhalmozódás hossza
F, G és E	$d_0 = 0,8 \frac{s_k}{\gamma_{set}}$	$\mu_1(\alpha \leq 30^\circ) = 0,8$	-
A	$d_1 = 1,6 \frac{s_k}{\gamma_{set}} = 2/h_0$	ha $\alpha_1 \leq 60^\circ$ $\mu_{2,A} = 1,6$ ha $\alpha_1 > 60^\circ$ lásd 8-10. táblázat	$l_{s1} = \max \left\{ \begin{matrix} 5,0 \text{ m} \\ 2d_1 \end{matrix} \right\} \leq 15 \text{ m}$ $b_3$
B	$d_2$ geometriai feltételből	$\mu_{2,B} = \frac{d_2 \gamma_{set}}{s_k}$	$l_{s2} = \max \left\{ \begin{matrix} 5,0 \text{ m} \\ 2d_2 \end{matrix} \right\} \leq 15 \text{ m}$ $b_3$
C	$d_4 = \min \left\{ \begin{matrix} H_4 + d_0 \\ \mu_{w,C} \frac{s_k}{\gamma_{set}} \end{matrix} \right\}$	$\mu_{w,C} = \min \left\{ \begin{matrix} 4 \\ \frac{H_4 \gamma_{set}}{s_k} \end{matrix} \right\} \geq 0,8$	$l_{s4} = \max \left\{ \begin{matrix} 5,0 \text{ m} \\ 2d_4 \end{matrix} \right\} \leq 15 \text{ m}$ $b_4$

ahol:  $\gamma_{set} = 2 \text{ kN/m}^3$ , a megüledett hó térfogatsúlya;  
 $s_k$  a felszíni hőteher karakterisztikus értéke;  
 $\mu_1(\alpha)$  és  $\mu_2(\alpha)$  a 8-4. táblázat szerint;  
 $\mu_w$  értéke a 8-8. táblázat szerint.

Megjegyzés: mivel a hózugok melletti tetősíkok 30°-nál nem meredekebbek, hólecsúszásból származó többlethóval nem kell számolni.



Lépések:

- A 30°-nál nem meredekebb tetőszakaszokon fel kell rajzolni a  $d_0$  hórétegvastagságot, és az ezek szélét összekötő kontúrvonalat.
- A belső és a külső hózugban felhalmozódó hó vastagságának ez vonal a felső határa.
- A belső hózugban a felhalmozódott hó vastagsága a hózug mélyén levő töréspontok felett sem lehet nagyobb  $d_1$ -nél, a külső hózugban a függőleges fal mellett pedig  $d_4$ -nél.
- Az  $l_s$  hófelhalmozódási hosszokon a  $d_0$  vastagságig lineáris átmenet tételezhető fel.

### 8.7. A hőteher, mint rendkívüli teher

A szokásos körülményeknek megfelelő tartós és ideiglenes tervezési helyzeteken túl a hőteher olyan rendkívüli tervezési helyzetben is előfordulhat, amelyben a kivételes nagyságú hőteher jelenti a rendkívüli hatást (kivételes körülmények).

A magyar Nemzeti Melléklet szerint Magyarországon csak kivételes felszíni hőteherrel kell számolni, és a *rendkívüli tervezési helyzetre* vonatkozó hatáskombinációt kell alkalmazni (lásd 4.4.2 szakasz).

#### 8.7.1 A vizsgálat mellőzésének feltételei

8-12. táblázat

A rendkívüli hőterhet figyelembe vevő vizsgálat mellőzésének feltételei	
<p>A kivételes felszíni hőterhet figyelembe vevő rendkívüli terhelési esetet csak akkor kell külön vizsgálni (akkor lehet mértékadó), ha a hőteherrel együtt figyelembe veendő többi hatás a hőteherhez képest nem nagy (pl. üvegházak, szendvicspanel tetők).</p>	<p>Amennyiben a kivételes hőteherrel egyidejűleg csak azonos megoszlású (teherelrendezésű) állandó hatás (önsúly) működik, a rendkívüli terhelési helyzet akkor lesz kedvezőtlenebb a többi tervezési helyzethöz, ha</p> $s \geq 0,7 g_k$ <p>ahol: <math>s</math> a tető hőterhének karakterisztikus értéke a 8.4. szakasz szerint  <math>g_k</math> az állandó teher karakterisztikus értéke.</p>

#### 8.7.2 A kivételes nagyságú felszíni hőteher figyelembevétele

8-13. táblázat

A kivételes felszíni hőteher tervezési értéke	
$s_{Ad} = C_{esl} \cdot s_k = 2,0 s_k \text{ [kN/m}^2\text{]}$ <p><math>s_k</math> a felszíni hőteher karakterisztikus értéke,  <math>C_{esl}</math> a kivételes hőterhek tényezője, értéke 2,0.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Magyarországon kivételes felszíni hőteher bárhol előfordulhat.</li> <li>- A kivételes hőterhet rendkívüli tehernek kell tekinteni.</li> <li>- A kivételes hőteher parciális biztonsági tényezője <math>\gamma_A = 1,0</math>.</li> </ul>

A tetők kivételes hőterhe a kivételes felszíni hőteherből ugyanúgy határozható meg, mint szokásos körülmények esetén. A 8.4. – 8.6. fejezetek táblázataiban és ábráiban a tartós/ideiglenes tervezési helyzetekre megadott teherelrendezések és alakító tényezők változatlanul érvényesek, csak az összefüggésekben a felszíni hőteher  $s_k$  karakterisztikus értéke helyett az  $s_{Ad}$  értéket kell használni. Hasonló a helyzet a helyi hatások esetében is.

#### 8.7.3 A kivételes hófelhalmozódás, mint rendkívüli teher

A hőteherrel összefüggő kivételes körülmények többsége a kivételes nagyságú felszíni hőteherből származik. Néhány tetőfajta esetén azonban kivételes nagyságú felszíni hó nélkül is felléphet a tetőn kivételes hófelhalmozódás. Ezekben az esetekben a tetőn levő hó a hózugokban gyűlik össze úgy, hogy a tetőn másutt nincs, vagy nem feltétlenül van érdemi hőtömeg.<sup>†</sup>

Mivel Magyarországon az ilyen eseteket nem kell számításba venni, csak röviden utalunk rá, hogy az EN 1991-1-3 négy kivételes hófelhalmozódási esethez ad meg konkrét adatokat. Ezek:

- hófelhalmozódás összekapcsolódó nyeregtetők vápaiban,
- a tetőről kiemelkedő építmények, akadályok melletti hófelhalmozódás,
- hófelhalmozódás épületek melletti előtetőkön az épület bejáratai felett,
- tetők mellvédfalai melletti hófelhalmozódás.

#### 8.7.4 A hőteherrel összefüggő egyéb hatások

A nem tartósan megfelelő vagy hiányzó hófogó szerkezetek miatt a *tetőről lecsúszó, lezuhanó hőtömeg* súlyos károkat okozhat (gyalogjárókon, kiálló épületszerkezeteken pl. erkélyek, alsóbb szintű födémek stb.), különösen akkor, ha a lecsúszó hőtömeg nagy magasságról esik a szerkezetre. Ezt a jelenséget a szabvány nem említi, mivel tartószerkezeti eszközökkel általában nem lehet védekezni ellene. (A kis magasságról lecsúszó, nem dinamikus hatású havat azonban az EN 1991-1-3 a hófelhalmozódást is tartalmazó eseteken belül figyelembe veszi, lásd 8.5.4 szakasz).

Nagy alapterületű lapostetőkön a rendkívüli hőteherre történő tervezés kapcsán a felgyülemlett hó mesterséges eltávolítását írhatják elő. Az ilyen esetekhez általában egyedi teherelrendezés(ek) is tartoznak, amelyekben a *hőeltakarító gép okozta járulékos hatásokkal* is számolni kell.

\* Az  $1,35g_k + 1,5s \leq 1,0g_k + 2,0s$  feltételből átrendezéssel kapjuk, hogy  $s \leq 0,7g_k$ .

† Az ilyen jellegű rendkívüli hófelhalmozódások tehát helyi hatásnak számítanak.

## 9. A szélteher

A szélhatások meghatározásának módjával az MSZ EN 1991-1-4 foglalkozik. Jelen állapotában ez a magyar szabvány az eredeti angol nyelvű Eurocode-dal egyezik meg, de a Nemzeti Melléklet már elkészült. Ezzel a szabvány véglegesnek tekinthető, de hivatalos magyar nyelvű fordítás híján a szakkifejezések használatában a régi magyar szabvány [34] és a korábbi, visszavont MSZ ENV [18] mellett csak más magyar nyelvű adaptációkra [33], valamint saját értelmezésekre támaszkodhattunk. Emiatt egyes szakkifejezéseknél többféle (de egyaránt helyes) változatot párhuzamosan használunk.

### 9.1. A szélhatás modellezése és általános jellemzői

kvázi-statisztikus

Az itt és a továbbiakban ismertetett szabályok 200 méternél nem magasabb építményekre alkalmazhatók.

A szélhatást egyszerűsített módon az áramló, turbulens szél hatásaival egyenértékű kvázi-statisztikus nyomásokkal vagy erőkkel modellezzük.

A számított szélhatások karakterisztikus értékek, egy éven belüli előfordulási valószínűségük 0,02.

9-1. táblázat

A szélterhek általános jellemzői		
<b>Időbeli változás szerint</b>	esetleges / rendkívüli	
<b>Eredet szerint</b>	közvetlen	
<b>Térbeli változás szerint</b>	rögzített /nem rögzített	Hacsak külön intézkedés nincs, a szélteher rögzített(!) hatás
<b>Jelleg szerint</b>	statikus / dinamikus	
<b>Parciális (biztonsági) tényező</b>	$\gamma_0 = 1,5$	Tartós / ideiglenes tervezési helyzetekben belül <i>teherbírási</i> határállapotban
	$\gamma_0 = 1,0$	Tartós / ideiglenes tervezési helyzetekben belül, <i>használati</i> határállapotban
	$\gamma_A = 1,0$	<i>Rendkívüli</i> tervezési helyzetben
<b>Kombinációs (egyidejűségi) tényező</b>	$\psi_0 = 0,60$	Tartós / ideiglenes tervezési helyzetekben
<b>A gyakori teherrészt megadó tényező</b>	$\psi_1 = 0,50$	
<b>A kvázi-állandó teherrészt tényezője</b>	$\psi_2 = 0,00$	

### 9.2. Terep (beépítettségi) kategóriák

A szélteher, illetve a torlónyomás meghatározása során az építési helyszínt következő kategóriák valamelyikébe kell besorolni<sup>1</sup>:

9-2. táblázat

Terep (beépítettségi) kategóriák	
Jel	A terep jellemzése
0	Nyílt tenger
I	Nyílt terep: szélirányban legalább 5 km hosszú tó; egyenletes sík szárazföldi terület akadályok nélkül
II	Mezőgazdasági terület kerítésekkel, elszórta mezőgazdasági építményekkel, házakkal vagy fákkal
III	Alacsony beépítés: külvárosi vagy ipari övezetek; erdők
IV	Intenzív beépítés: városi övezet; a földfelület legalább 15%-án olyan épületek vannak, amelyek átlagos magassága legalább 15 m.

A terep kategória egyszerű megállapítása az épület körüli 1,0 km sugarú körben levő tereptagoltság alapján lehetséges. Ha a vizsgált körben többféle kategóriának megfelelő terület van, mindig a kedvezőtlenebb, alacsonyabb számjelű kategóriát kell választani. Ha az eltérő kategóriájú terület a besorolásnál figyelembe veendő összterület 10%-ánál kisebb, a besorolás szempontjából figyelmen kívül lehet hagyni. Az EN 1991-1-4 függeléke ennél pontosabb módszert is ad.

Valamely terep kategóriája és ezzel az építési helyszínt besorolása a széliránytól függően többféle is lehet. Egy adott szélirányhoz az épület középpontjából kiinduló  $\pm 15^\circ$ -os körcikk alakú terület terepviszonyait kell figyelembe venni.

0 jelű kategóriába eső terület Magyarországon nincs, ezért a továbbiakban erre vonatkozó adatokat nem közlünk.

<sup>1</sup> Bizonyos esetekben a szél dinamikus hatásának pontosabb figyelembevételétől nem lehet eltekinteni. E tekintetben az EC kevés tájékoztatást ad. Javasolt irodalom: Kollár Lajos: A szél dinamikus hatása az építményekre. TERC, Bp. 2004.

<sup>2</sup> A besorolás nem függ a tervezett épület tulajdonságaitól.

### 9.3. A torlónyomás számításba veendő értékei Magyarországon

Az EN 1991-1-4 szerint a szél torlónyomása a szélesség és a terepszint feletti  $z$  magasság függvényében bonyolult algoritmus alapján határozandó meg. Ennek részletei a *G mellékletben* találhatóak meg.

Mivel Magyarország a szélesség kiindulási értéke szempontjából egyetlen zónába esik ( $v_{b0} = 23,6$  m/s), a számítás egyszerűsíthető. Ha a  $v_b$  átlagos szélesség meghatározásához alkalmazandó módosító tényezőket egységnek vesszük ( $c_{dir} = c_{season} = 1,0$ ), a terepszint feletti  $z$  magassághoz tartozó  $q_p(z)$  torlónyomás értékei az algoritmusból közvetlenül meghatározhatók. Az így kiszámított, Magyarország teljes területére érvényes torlónyomás értékek a *9-3. táblázatból*, illetve a *9-1. ábrából* vehetők.

Közbenső magassági értékeknel lineáris interpoláció, vagy a nagyobb magassághoz tartozó táblázati érték használható. Ez utóbbi esetben a közelítés a biztonság javára történik, és a hiba mértéke 5% alatt marad.

Ha a szélesség  $v_{b0}$  kiindulási értékét a  $c_{dir}$  vagy  $c_{season}$  tényezővel mégis módosítani szükséges, a táblázati értékek ennek négyzetével szorozva korrigálhatók:

$$q_p(z)_{\text{módosított}} = c^2 \cdot q_p(z)_{\text{táblázati}}$$

Lejtős terepnél a szélesség szintén módosul, és iránya is eltér a vízszintestől. Ilyen esetekben a *G melléklet*, illetve a szabvány szerinti pontosabb számítást kell alkalmazni.

### 9.4. A szélhatások karakterisztikus értékének meghatározása

#### 9.4.1 A szélteher összetevői

Egy épületre, szerkezetre vagy szerkezeti elemre ható szélteher az egyes felületrészekben működő szélerek vektoriális összege. Az erőtanai számításokban figyelembe veendő szélerek:

- a külső felületekre merőlegesen ható szélerek,
- a belső felületekre merőlegesen ható szélerek,
- a külső felületekkel párhuzamos sűrűlátsási szélerek.

Egy adott hatáskombináció szerinti vizsgálatban ezek az erők csak egyszerre fellépő, egyidejű hatások lehetnek, azokat közös biztonsági és egyidejűségi tényezővel kell számításba venni.

#### 9.4.2 Épületek aerodinamikai (alaki) tényezői

A szélhatások nagyságának meghatározásához az EN 1991- többfajta alaki tényezőt használ, ezeket összefoglalóan aerodinamikai tényezőknek is nevezi. A vizsgált szerkezet fajtája, illetve a szélereő felülettel bezárt szöge alapján az aerodinamikai tényező lehet:

- *külső vagy belső nyomási tényező* (egységnyi felületre merőleges egyoldali nyomás/szívás meghatározásához),
- *összesített (nettó) nyomási tényező* (egységnyi felületre merőleges eredő nyomás/szívás meghatározásához),
- *sűrűlátsási tényező* (a felülettel párhuzamos sűrűlátsási erő meghatározásához),
- *erőtényező* (szerkezetre vagy szerkezeti elemre ható erő nagyságának meghatározásához).

#### 9.4.3 Referencia felületek és referencia magasság

Az épületre, szerkezetre vagy szerkezeti elemre ható szélereő meghatározásában számításba veendő felületek (az úgynevezett  $A_{ref}$  referencia felületek), valamint a torlónyomás meghatározásához szükséges referencia-magasság értékek ( $z_c$  vagy  $z_i$ ) az egyes szerkezetfajták aerodinamikai tényezőit ismertető fejezetekben találhatóak meg.

#### 9.4.4 Felületi szélnyomás és szélsűrűlátsás

Épület, épületrész vagy szerkezeti elem egységnyi felületére ható *felületi szélnyomást* (amely egyaránt lehet nyomás vagy szívás), valamint a *felületi szélsűrűlátsást* a terep feletti  $z$  magassághoz értelmezett torlónyomás és az alaki tényező szorzataként kell meghatározni:

$$w = q_p(z) \cdot c$$

A *felületi szélnyomás* lehet

- külső, ha az épület külső felületen hat ( $w_c$ )
- belső, ha a belső térrel rendelkező épület belső felületen lép fel ( $w_i$ )
- összesített (nettó,  $w_{net}$ ), amely a külső és belső nyomás előjelhelyes összegeként számítható, illetve a felület két oldalán fellépő nyomások eredőjét megadó alaki tényező segítségével kapható (jellemzően nyitott építményeknél).

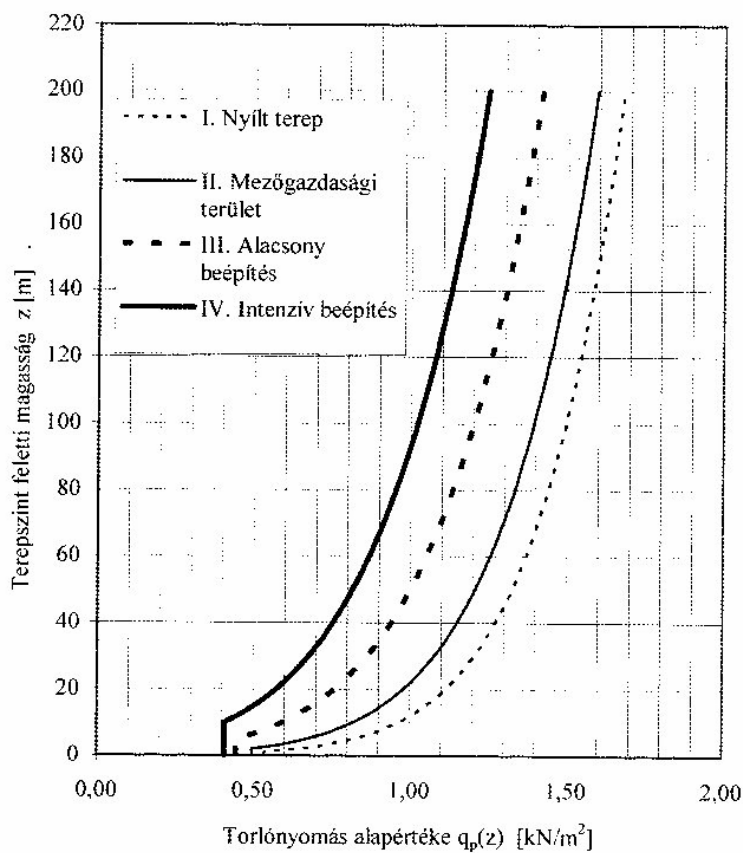
A felületi szélnyomás a felületre merőlegesen - görbült felület esetén a helyi érintő síkra merőlegesen - értelmezendő. A felület felé mutató szélnyomás előjele pozitív (+), a felülettől elfelé mutató szélszívás negatív (-) előjelű.

A *felületi szélsűrűlátsás* a széllel érintkező felületeken, a szél felülettel párhuzamos komponensének irányában hat.



9-3. táblázat

A szél torlónyomásának értékei Magyarországon $q_p(z)$									
Terepszint feletti magasság $z$ [m]	Terep- (beépítési) kategória				Terepszint feletti magasság $z$ [m]	Terep- (beépítési) kategória			
	I	II	III	IV		I	II	III	IV
	$q_p(z)$ [kN/m <sup>2</sup> ]					$q_p(z)$ [kN/m <sup>2</sup> ]			
1	0,536	0,495	0,446	0,409	26	1,172	1,042	0,826	0,639
2	0,654	0,495	0,446	0,409	28	1,189	1,060	0,845	0,658
3	0,727	0,571	0,446	0,409	30	1,205	1,077	0,863	0,676
4	0,781	0,627	0,446	0,409	33	1,227	1,101	0,888	0,702
5	0,824	0,672	0,446	0,409	36	1,248	1,123	0,911	0,725
6	0,860	0,709	0,484	0,409	40	1,272	1,150	0,940	0,754
7	0,891	0,742	0,516	0,409	45	1,300	1,180	0,972	0,786
8	0,918	0,770	0,545	0,409	50	1,326	1,207	1,001	0,816
9	0,942	0,796	0,571	0,409	55	1,349	1,232	1,028	0,843
10	0,964	0,819	0,595	0,409	60	1,370	1,255	1,052	0,868
11	0,984	0,840	0,617	0,431	65	1,390	1,277	1,075	0,892
12	1,002	0,860	0,637	0,451	70	1,408	1,297	1,096	0,913
13	1,019	0,878	0,655	0,469	80	1,441	1,333	1,135	0,953
14	1,035	0,895	0,673	0,486	90	1,471	1,365	1,170	0,989
15	1,050	0,911	0,689	0,503	100	1,498	1,395	1,202	1,022
16	1,064	0,926	0,705	0,518	110	1,522	1,421	1,230	1,051
17	1,077	0,940	0,720	0,533	120	1,545	1,446	1,257	1,079
18	1,090	0,953	0,734	0,546	130	1,565	1,469	1,282	1,104
19	1,102	0,966	0,747	0,560	140	1,585	1,490	1,305	1,128
20	1,113	0,978	0,760	0,572	160	1,620	1,529	1,347	1,171
22	1,135	1,001	0,783	0,596	180	1,651	1,563	1,384	1,210
24	1,154	1,022	0,805	0,618	200	1,679	1,594	1,418	1,245



9-1. ábra

9-4. táblázat

A felületi szélnyomás és a szélsúrlódás meghatározása			
A szélfajta	Számítási képlet	Alaki tényező értelmezése	
külső felületi szél-nyomás	$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$	$c_{pe}$	a külső felületi nyomás alaki tényezője <sup>(1)</sup>
belső felületi szél-nyomás	$w_i = q_p(z_i) \cdot c_{pi}$	$c_{pi}$	a belső felületi nyomás alaki tényezője <sup>(2)</sup>
összesített (nettó) felületi szélnyomás	$w_{net} = q_p(z_e) \cdot c_{p,net}$	$c_{p,net}$	az összesített felületi nyomás alaki tényezője <sup>(3)</sup>
szélsúrlódás (egységnyi felületen)	$w_{fr} = q_p(z_e) \cdot c_{fr}$	$c_{fr}$	a szélsúrlódás alaki tényezője <sup>(4)</sup>
$q_p(z_e)$ a torlónyomás csúcserőértéke a terepszint feletti $z_e$ külső, illetve a $z_i$ belső referencia magasságban			
<sup>(1)</sup> A külső felületi nyomás alaki tényezőinek meghatározására vonatkozó általános módszer különböző kialakítású és formájú épületekre a 9.5. fejezetben, a szokványos geometriájú épületekre érvényes egyszerűsített módszer pedig a 9.5.6 szakaszban található. <sup>(2)</sup> A belső felületi nyomás alaki tényezőinek meghatározási módját a 9.6. fejezet ismerteti. <sup>(3)</sup> Összesített felületi nyomás alaki tényezői szabadon álló szerkezetekre a 9.8. fejezetben található. <sup>(4)</sup> A szélsúrlódási tényező értékeit a 9.7. fejezet adja meg.			

#### 9.4.5 Szélerők meghatározása felületi szélnyomásokból

Egy szerkezet/szerkezeti elem adott részére ható szélerő - amely lehet nyomóerő, szívóerő, összesített (nettó) erő vagy súrlódó erő - a felületi szélnyomás és referencia felület szorzataként számítható:  $F_w = w \cdot A_{ref}$ . A teljes szerkezetre, szerkezeti elemre ható szélerő ezen hatások vektoriális összege, amelyet külső erők esetén még egy szerkezeti tényezővel is módosítani kell.

9-5. táblázat

A felületre merőleges szélerő és a szélsúrlódási erő meghatározása		
Erő fajtája	Karakterisztikus érték számítása	Értelmezések
külső felületi szélerő	$F_{we} = \sum w_e A_{ref}$	$w_e, w_i, w_{net}$ és $w_{fr}$ sorra a 9-4. táblázat szerinti felületi szélfajta szerinti felületi szélfajta szerinti felület, vagyis a vizsgált felület számításba veendő része
belső felületi szélerő	$F_{wi} = \sum w_i A_{ref}$	
összesített (nettó) felületi szélerő	$F_{w,net} = \sum w_{net} A_{ref}$	
szélsúrlódási erő	$F_{w,fr} = \sum w_{fr} A_{ref}$	

#### 9.4.6 Eredő szélerő meghatározása erőtegyező segítségével

Megfelelő kiindulási adatok birtokában a szerkezetre vagy a szerkezet egy részére ható, a szélsúrlódást is magába foglaló teljes szélerő közvetlenül is számítható az

$$F_w = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref}$$

összefüggéssel, illetve több szerkezeti elemből vagy felületből összetett szerkezet esetén az egyes elemekre ható szélerők vektoriális összegzésével:  $F_w = c_s c_d \cdot \sum c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref}$

A fentiekben:  $c_s c_d$  a szerkezeti tényező, amelynek értéke általában 1,0 (feltételek a H mellékletben),  
 $q_p(z_e)$  a torlónyomás (csúcserő) értéke a 9.3. szakasz szerint,  
 $A_{ref}$  a referencia felület.

A  $c_f$  erőtegyező és a hozzátartozó  $z_e$  referencia magasságok értékei különböző kialakítású és formájú épületekre, építményekre a 9.8. fejezetben található.

Ez a módszer elsősorban szabadon álló szerkezeteknél alkalmazható.

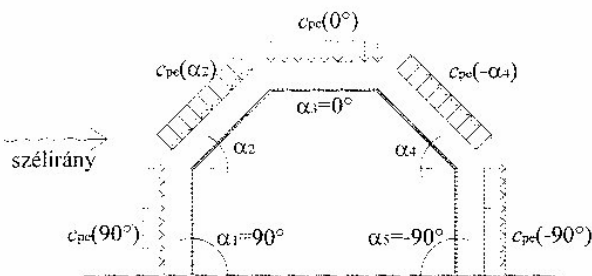
#### 9.4.7 Ferde szélerők figyelembevétele

Az EN 1991-1-4-ben található egyszerű épületek és tetők alaki tényező táblázatai az épület főtengelyével párhuzamos szélirányok feltételezésével készültek. Ezeknél az eseteknél ez egyben a legveszélyesebb (legnagyobb szélfajta adó) szélirányokat is jelenti. Bizonyos esetekben azonban a ferde (általános irányú) szél is veszélyes lehet. Erre nézve további szakirodalmként Zuranski, J.A.: A szél hatása az építményekre (Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1986) c. könyve használható.

## 9.5 Külső felületek nyomási tényezői

### 9.5.1 Hajlásszögek értelmezése a külső alaki tényező meghatározása során

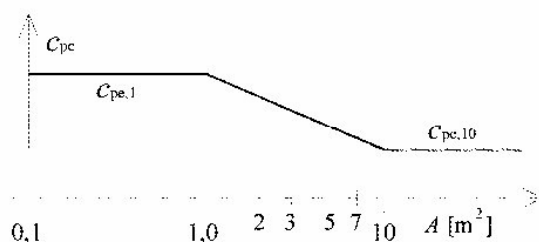
A 9.5. fejezetben szereplő táblázatok és ábrák alaki tényezőinek értelmezése a következő ábra szerint történik:



9-2. ábra

### 9.5.2 A nyomási tényező és a felület nagysága közötti kapcsolat

A szél nyomási tényezőjének értéke függ a felület nagyságától. Az EN 1991-1-4 általában két értéket, nevezetesen az  $1 \text{ m}^2$ -nél kisebb ( $c_{pe,1}$ ), valamint a  $10 \text{ m}^2$ -nél nagyobb felületekre ( $c_{pe,10}$ ) vonatkoztatott értékeket adja meg.  $1 \text{ m}^2 < A < 10 \text{ m}^2$  esetén logaritmikus interpolációval lehet a keresett alaki tényezőt meghatározni a 9.3. ábra szerint. ( $A$  értéke itt a vizsgált elemet terhelő felület nagysága, nem pedig a referencia-felület.)



9-3. ábra

Az  $1 \text{ m}^2 \leq A \leq 10 \text{ m}^2$  szakaszon:  $c_{pe}(A) = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \log_{10}(A)$   
A biztonság javára történő közelítésként lineáris interpoláció is alkalmazható.

### 9.5.3 Alaki tényezők egy felületsíkon belül

$0 \leq |\alpha| \leq 45^\circ$ -os tető hajlásszög esetén a tetőket alkotó felületsíkok egyes zónáiban pozitív és negatív alaki tényező (nyomás és szívás) egyaránt előfordulhat. Több zónára osztott tetősíkokon azonban egy adott terhelési eset szerinti vizsgálatban tetősíkonként vagy csak szélnyomást, vagy csak szélszívást kell feltételezni (a 0 értéket is beleértve). A szélteher szempontjából tehát egy tetősík egy terhelési mezőnek számít. Ugyanakkor a különböző tetősíkokon a figyelembe veendő terhelési eseteknek megfelelően már lehetnek egyidejűleg különböző előjelű szélterhek (lásd 9-4. ábra).

### 9.5.4 Terhelési esetek az alaki tényezők felvételéhez

Ha egy felületen/felületrészen többféle alaki tényező is lehetséges, a konkrét vizsgálatához tartozó értékeket a vizsgált terhelési eset szerint kell felvenni.

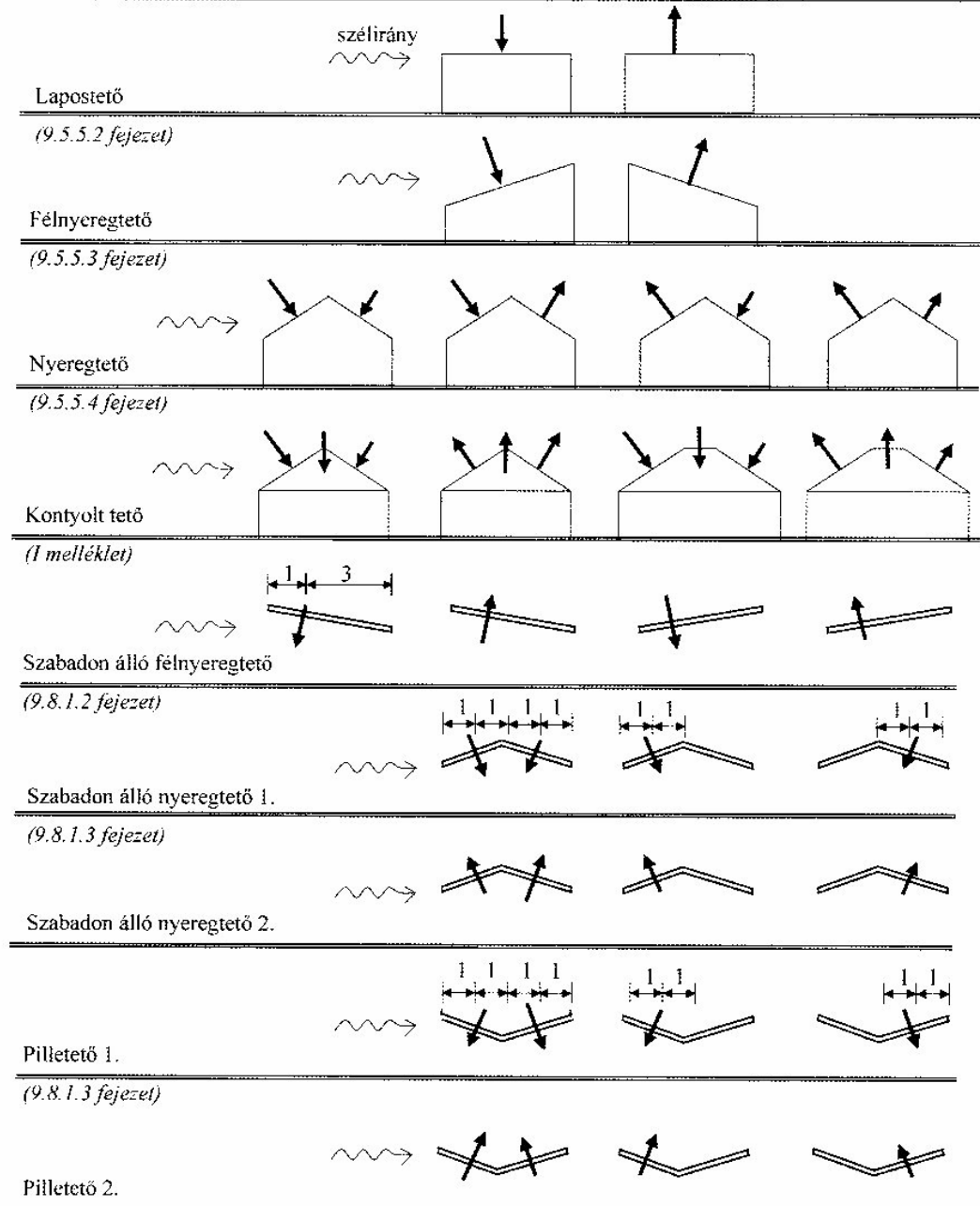
A 9-4. ábra az alapesetnek számító 1, 2, illetve kontyolt tetőnél 4 síklappal jellemezhető tetőidomokhoz adja meg a figyelembe veendő terhelési eseteket.

A nyílak a tetősíkra nyílirányban ható legnagyobb eredő szélterőt jelentik, amelynek értéke a szerkezet fajtájától függően határozható meg. Az eredő helye nyomási, illetve összesített alaki tényezők esetén számítás eredménye, az erőtényezővel meghatározható terhek esetében (szabadon álló tetőknél) az erőtényezővel együtt az eredő erő helye is mindig meg van adva.

9-4. ábra

## Tetők szélterhének figyelembe veendő terhelési esetei

Az alábbi ábráson az egyes tetőfajták esetén megvizsgálandó terhelési eseteket szemlélteti az EN 1991-1-4 előírásai alapján. A szélterőket tetősíkonként az eredőjük jellemzi, amely mindig merőleges az adott tetősíkra, és iránya a jelölésnek megfelelő. A szélterők nagyságát és helyét (ahol az nincs megadva) a megfelelő tetőformákra vonatkozó fejezetek alapján kell meghatározni (fejezetszámra utalás az ábrában). Az alaki tényezőket tetősíkonként a megadott iránynak megfelelő legnagyobb értékükkel, vagy ha olyan nincs, zérus értékkel kell számításba venni.



Szabadon álló tetőknél a szélterők eredőjének megadott helye az erőtényező segítségével meghatározott szélfhatásra vonatkozik. A lefelé mutató erőkhöz  $c_f > 0$ , a felfelé mutatóhoz  $c_f < 0$  erőtényező tartozik.

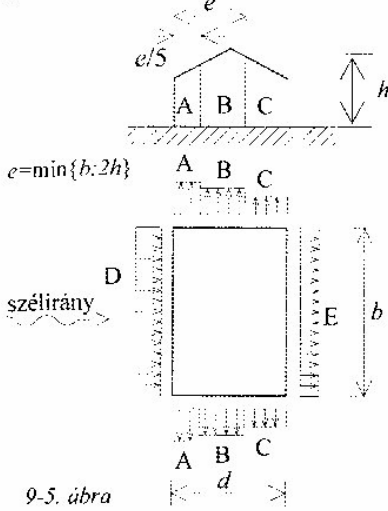
Az EN 1991-1-3 a lapos és nyeregtetők kivételével kizárólag olyan terhelési esetek vizsgálatát írja elő, amelyekben az épület összes tetősíkján azonos előjelű szélhatás lép fel. Ez csak a táblázatokban megadott hajlászögek tartományában igaz. Kontyolt tetőknél, valamint meredekebb szabadonálló nyereg- és pilleltetőknél a nyeregtető második és harmadik esetéhez hasonlóan a váltott előjelű terhelési esetek vizsgálata is szükséges (a szerzők megjegyzése).

9.5.5 Külső nyomási tényezők meghatározása: részletes eljárás

Az alábbiakban csak a gyakorlat szempontjából legfontosabb alapeseteket közöljük. További tetőformák – kontyolt nyeregtetők, dongatetők és kupolák – adatai a *J mellékletben* találhatóak.

9.5.5.1 Épületek külső függőleges felületei

Elrendezés és tetőznák:

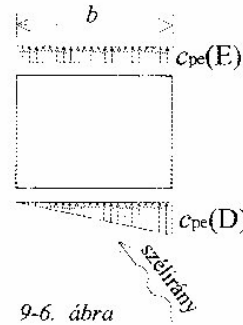


9-5. ábra

$h$  a homlokzat legmagasabb pontjának a terepszintől mért távolsága. Ha az épület lapostetős,  $h$  a párkányig, illetve az attika tetejéig mért magasság.

Homlokzati szélterő esetleges külpontosságának figyelembevétele:

Amennyiben az épület merevítése érzékeny a csavaró hatásokra, az épületek oldalfalait terhelő szél alaprajzi külpontosságát, illetve ferdeségét az ábrán jelölt módon is figyelembe kell venni.



9-6. ábra

Szabadon álló függőleges táblákra más eljárás érvényes, ez a *J mellékletben* található.

Alaki tényezők:

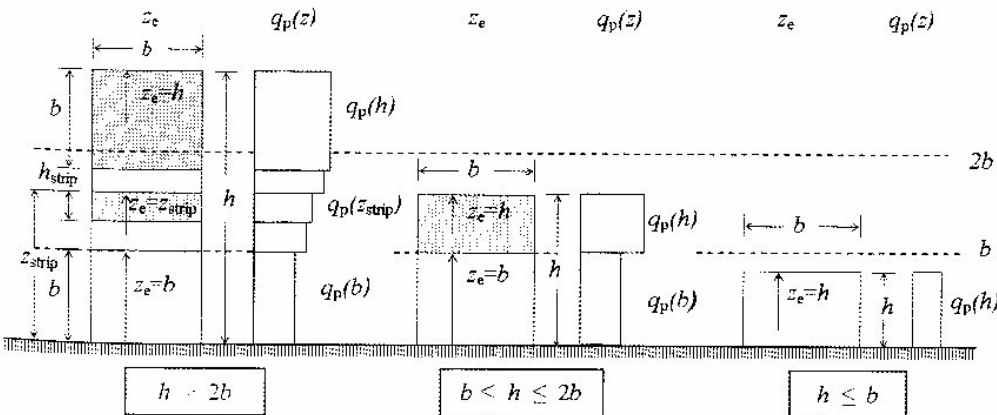
9-6. táblázat

Függőleges felületek külső nyomási tényezői										$c_{pe}$
$h/d$	A		B		C		D		E	
	Széliránnyal párhuzamos felület		Széliránnyal párhuzamos felület		Széliránnyal párhuzamos felület		Szélítámadta oldal		Szélárnyékos oldal	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
$\geq 5$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

Ha  $h/d > 5$ , a szélterő a 9.8.3 szakasz szerint meghatározott erőtényező segítségével is számítható.

Közbenső  $h/d$  értékeknél lineáris interpoláció alkalmazható.

$A_{z_e}$  referencia magasságok a  $q_p(z)$  torlónyomások meghatározásához:



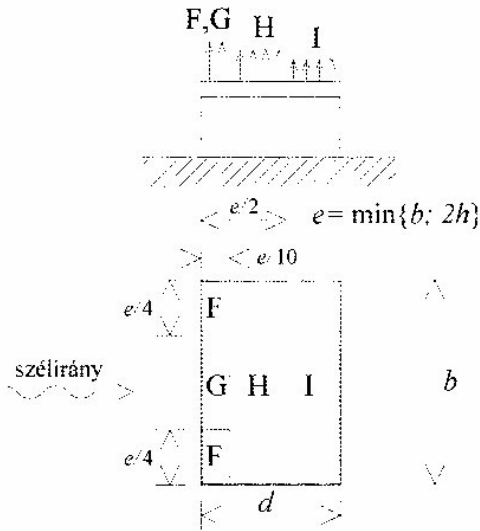
9-7. ábra

A  $h_{strip} \leq b$  sávmagasságok tetszőlegesen felvehetők.

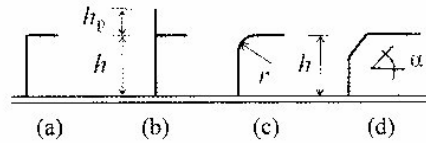
9.5.5.2 Lapostetők

Lapostetőnek tekintendők a  $-5^\circ < \alpha < +5^\circ$  hajlásszögű tetők.

Elrendezés és tetőzónák:



A tetőperem változatai



Referencia magasságok:

Szögletes, lekerekített vagy levágott tetőperemmel:  
Attikafalas tetővel:

$$z_c = h$$

$$z_c = h + h_p$$

9-8. ábra

Alaki tényezők:

9-7. táblázat

Tető típusa		Vízszintes felületek külső nyomási tényezői							
		Zóna							
		F		G		H		I	
		Szél felőli zóna sarkai		Szél felőli zóna közepe		Középső zóna		Széllel átellenes zóna	
		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
a) Szögletes peremű		-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
b) Attikafalas	$h_p/h=0,025$	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
	$h_p/h=0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
	$h_p/h=0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
c) Lekerekített peremű	$r/h=0,05$	-1,0	-1,5	-1,2	-1,8	-0,4		+0,2	-0,2
	$r/h=0,10$	-0,7	-1,2	-0,8	-1,4	-0,3		+0,2	-0,2
	$r/h=0,20$	-0,5	-0,8	-0,5	-0,8	-0,3		+0,2	-0,2
d) Levágott peremű	$\alpha = 30^\circ$	-1,0	-1,5	-1,0	-1,5	-0,3		+0,2	-0,2
	$\alpha = 45^\circ$	-1,2	-1,8	-1,3	-1,9	-0,4		+0,2	-0,2
	$\alpha = 60^\circ$	-1,3	-1,9	-1,3	-1,9	-0,5		+0,2	-0,2

Közben  $h_p/h$ ,  $r/h$ , illetve  $\alpha$  értékeknél lineáris interpoláció alkalmazható.

Terhelési esetek a 9-4. ábra szerint.



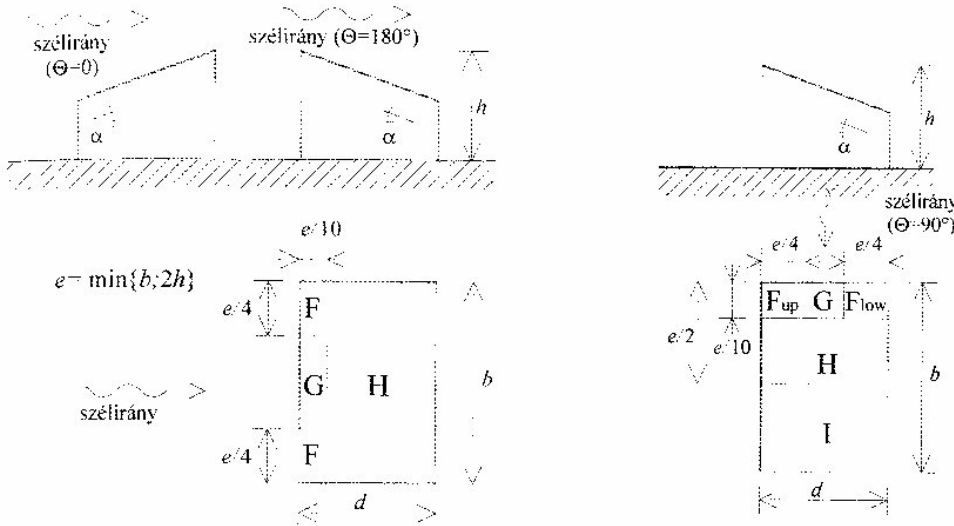
9.5.5.3 Félnyeregteretők

Az  $\alpha=5^\circ$ -nál kisebb hajlásszögű tetőket lapostetőként kell kezelni.

Elrendezés és tetőzónák:

a) Szélirány a tetőéltre merőlegesen

b) Szélirány a tetőéltre párhuzamosan



9-9. ábra

Referencia magasság:  $z_e=h$

Alaki tényezők:

9-8. táblázat

a) Félnyeregteretők külső nyomási tényezői – tetőéltre merőleges szélirány												
Tetősíkhajlásszöge ( $\alpha$ )	Tetősíkhajlásszögű oldalon ( $\Theta=0^\circ$ )						Tetősíkhajlásszögű oldalon ( $\Theta=180^\circ$ )					
	F		G		H		F		G		H	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-2,3	-2,5	-1,3	-2,0	-0,8	-1,2
	0,0		0,0		0,0							
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2
	+0,2		+0,2		0,2							
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-1,1	-2,3	-0,8	-1,5	-0,8	
	+0,7		+0,7		+0,4							
45°	0,0		0,0		+0,0		-0,6	-1,3	-0,5		-0,7	
	+0,7		+0,7		+0,6							
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,7							
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	
	+0,8		+0,8		+0,8							

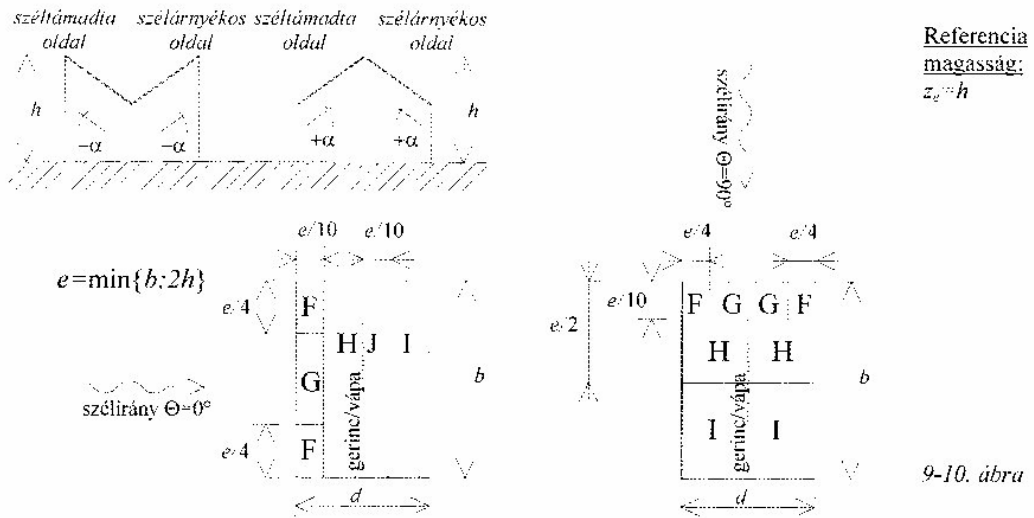
b) Félnyeregteretők külső nyomási tényezői – tetőéltre párhuzamos szélirány												
Tetősíkhajlásszöge ( $\alpha$ )	Dőlt tetősík a szél irányában ( $\Theta=90^\circ$ )											
	$F_{up}$		$F_{low}$		G		H		I			
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5°	-2,1	-2,6	-2,1	-2,4	-1,8	-2,0	-0,6	-1,2			-0,5	
15°	-2,4	-2,9	-1,6	-2,4	-1,9	-2,5	-0,8	-1,2			-0,7	
30°	-2,1	-2,9	-1,3	-2,0	-1,5	-2,0	-1,0	-1,3			-0,8	
45°	-1,5	-2,4	-1,3	-2,0	-1,4	-2,0	-1,0	-1,3			-0,9	
60°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3			-0,7	
75°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3			-0,5	

Közben a szögértékeknel lineáris interpoláció alkalmazható. A táblázati zérus értékek ennek elvégzéséhez kellnek.

Terhelési esetek a 9-4. ábra szerint.

**9.5.5.4 Nyeregtetők**

A  $-5^\circ \leq \alpha \leq 5^\circ$  hajlásszögű tetőket lapostetőként kell kezelni.



Referencia magasság:  $z_e = h$

9-10. ábra

Alaki tényezők:

9-9. táblázat

**a) Nyeregtetők külső nyomási tényezői, ha  $\Theta=0^\circ$**

Tetősíki hajlásszöge ( $\alpha$ )		$c_{pe}$									
		F		G		H		I		J	
		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
vápa	$-45^\circ$	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
	$-30^\circ$	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
	$-15^\circ$	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
	$-5^\circ$	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
gerinc	$5^\circ$	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	0,0		-0,6	-0,6
		0,0		0,0		0,0		-0,6		-0,6	
	$15^\circ$	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
		+0,2		+0,2		+0,2		0,0		0,0	
	$30^\circ$	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
		+0,7		+0,7		+0,4		0,0		0,0	
	$45^\circ$	0,0		0,0		0,0		-0,2		-0,3	
+0,7		+0,7		+0,6		0,0		0,0			
-0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3			
$75^\circ$	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3		

**b) Nyeregtetők külső nyomási tényezői, ha  $\Theta=90^\circ$**

Tetőhajlás ( $\alpha$ )		$c_{pe}$							
		F		G		H		I	
		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
vápa	$-45^\circ$	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
	$-30^\circ$	-1,5	-2,1	-1,2		-1,0	-1,3	-0,9	
	$-15^\circ$	-1,9	-2,5	-1,2		-0,8	-1,2	-0,8	
	$-5^\circ$	-1,8	-2,5	-1,2		-0,7	-1,2	-0,6	
gerinc	$5^\circ$	-1,6	-2,2	-1,3		-0,7	-1,2	-0,6	
	$15^\circ$	-1,3	-2,0	-1,3		-0,6	-1,2	-0,5	
	$30^\circ$	-1,1	-1,5	-1,4		-0,8	-1,2		
	$45^\circ$	-1,1	-1,5	-1,4	-0,9	-1,2			
	$60^\circ$	-1,1	-1,5	-1,2	-0,8	-1,0			
	$75^\circ$	-1,1	-1,5	-1,2	-0,8	-1,0			

Közbenő a szögértékeknél lineáris interpoláció alkalmazható. (A táblázati zérus értékek ennek elvégzéséhez szükségesek.)

Terhelési esetek a 9-4. ábra szerint.

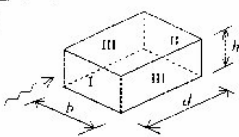
9.5.6 Külső nyomási tényezők meghatározása: egyszerűsített eljárás

Az alábbi egyszerűsített eljárás hasábszerű, síklapokkal határolt épületek esetére adja meg az egyes felületekhez tartozó átlagos  $c_{pe,10}$  alaki tényező (külső nyomási tényező) biztonságos felső értékét.\*

Az eljárás csak az alábbi két geometriai helyzetben alkalmazható:

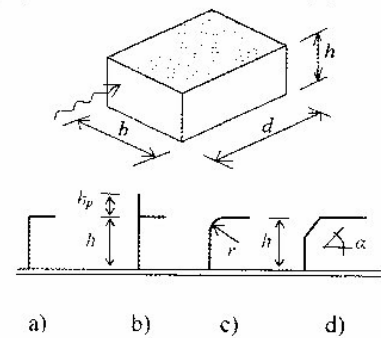
- ha a  $d > h$  vagy  $d > b/2$  feltételek legalább egyike teljesül, az [1] táblázati oszlopok adatai használhatók;
- ha a  $d > h/2,5$  vagy  $d > b/5$  feltételek legalább egyike teljesül, a [2] táblázati oszlopok adatait kell használni.

9-10. táblázat

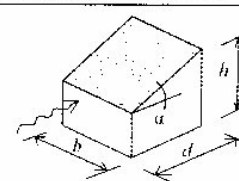
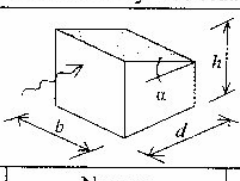
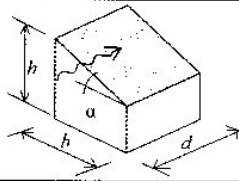
	h/d	$c_{pe,10}$			
		Széltámadta oldalon (I)	Szélárnyékos oldalon (II)	Szélirányra merőlegesen (III)	
				[1]	[2]
$\geq 5$	+0,80	-0,70	-0,96	-1,2	
1	+0,80	-0,50			
$\leq 0,25$	+0,70	-0,30			

A függőleges falak alaki tényezője nem függ a falak fölötti tetőidom alakjától (lapos vagy magastető).

9-11. táblázat

	Tető típusa	Szélszívás		$c_{pe,10}$ Szélnyomás
		[1]	[2]	
		a) szögletes peremű	-0,80	
b) attikafalás	$h_p/h=0,025$	-0,78	-0,90	
	$h_p/h=0,05$	-0,74	-0,80	
	$h_p/h=0,10$	-0,72	-0,75	
c) lekerekített peremű	$r/h=0,05$	-0,56	-0,80	
	$r/h=0,10$	-0,40	-0,55	
	$r/h=0,20$	-0,34	-0,40	
d) levágott peremű	$\alpha=30^\circ$	-0,44	-0,65	
	$\alpha=45^\circ$	-0,58	-0,85	
	$\alpha=60^\circ$	-0,66	-0,90	

9-12. táblázat

Tetősík hajlásszöge ( $\alpha$ )	Tetősík a széltámadta oldalon		Tetősík a szélárnyékos oldalon					
								
	[1]	[2]	Félnyereg		Nyereg		Kontyolt	
			[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]
5°	0	0	-0,9	-1,05	+0,04	+0,1	-0,36	-0,45
	-0,72	-0,9			-0,6	-0,6		
15°	+0,2	+0,2	-0,98	-1,1	-0,52	-0,7	-0,64	-0,85
	-0,4	-0,55						
30°	+0,46	+0,55	-0,8	-0,8	-0,42	-0,45	-0,42	-0,45
	-0,26	-0,35						
45°	+0,62	+0,65	-0,66	-0,6	-0,22	-0,25	-0,3	-0,3
60°	+0,7	+0,7	-0,5	-0,5	-0,22	-0,25	-0,3	-0,3
75°	+0,8	+0,8	-0,5	-0,5	-0,22	-0,25	-0,3	-0,3
Hajlásszög ( $\alpha$ )	Széliránnyal párhuzamos tetőfelület							
			Félnyereg		Nyereg		Kontyolt	
	5° - 75°		[1]	[2]	[1]	[2]	[1]	[2]
		-1,10	-1,35	-1,04	-1,15	-0,92	-1,10	

\* Ez az eljárás nem része az EC-nak, hanem a korábbi szabályozások analógiájára a szerzők által kidolgozott javaslat.

**Referencia magasság:** A torlónyomás meghatározásához alkalmazandó referenciamagasság a vizsgált tetősík legmagasabb élének terepszint feletti magassága, általában  $z_c = h$   
 atikafalas homlokzatoknál  $z_c = h + h_p$

**Referenciafelület:** a vizsgált fal vagy tetősík teljes területe.

**Az alkalmazás további feltételei:**

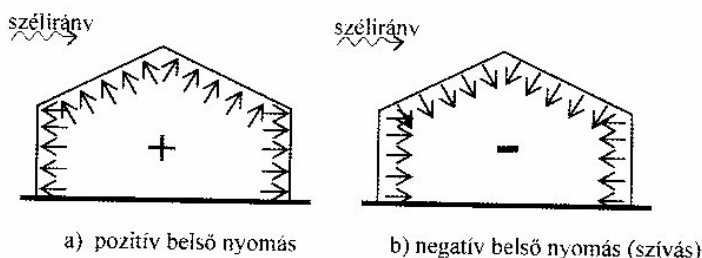
Az egyszerűsített eljárás abból a feltevésből indul ki, hogy az épület egésze szempontjából meghatározó tartószerkezetek terhelési zónáira általában teljesül az  $A > 10 \text{ m}^2$  feltétel. Ezért a szélteher alakí tényezői az  $A > 10 \text{ m}^2$  felületekre vonatkozó nyomási alakí tényezők ( $c_{pe,10}$ ) figyelembe vételével lettek meghatározva.

Ha az épület arányaira vonatkozóan a bevezetőben megadott két geometriai helyzet egyike sem teljesül (az épület tömege nem a szokásos hasábszerű) ez az eljárás nem használható.

A felületre ható erő eredőjét a felület középpontjában ható erőként javasoljuk feltételezni, annak ellenére, hogy ez nem felel meg a részletes eljárás során kaphatóknak: a pontos számítás szerint az eredő legtöbbször kissé eltolódik a tetősík szél felőli oldalának irányába. Ezt az elterést azonban - pl. a szabadon álló tetők erőtényezőinél - az EC is elhanyagolja.

### 9.6. Belső felületek nyomási tényezői és referencia magasságai

Zárt jellegű, belső térrel rendelkező épületek körítő felületeinek nyílásai, valamint a felületek légáteresztő képessége miatt a szélhatásból mindig keletkezik belső nyomás vagy szívás is (9-12. ábra).



a) pozitív belső nyomás

b) negatív belső nyomás (szívás)

9-12. ábra

A 9.5. fejezet szerinti külső nyomásokat valamint a belső szélnyomásokat egyszerre működőnek kell tekinteni.

A lehetséges felületi nyílások és áttörések minden kombinációjához a külső és belső nyomások legkedvezőtlenebb kombinációját kell feltételezni!

A belső nyomások figyelmen kívül hagyhatók, ha az egész épületre ható szélereket kell meghatározni, és az épületnek nincs domináns áttört oldala (lásd 9-13. táblázat). Egyéb esetekben a belső nyomásokat mindig figyelembe kell venni

**A belső nyomási tényezők:**

A belső nyomási tényező ( $c_{pi}$ ) az épület körítő felületein levő nyitott felületrészek nagyságától és felületi eloszlásától függ. Nyitott felületrészek tekintendők az olyan nyílások is, mint a nyitott ablakok, ventilátorok, kémények, továbbá a tömítetlenségéből származó légáteresztés (filtráció) miatt a homlokzat zárt ablakai, ajtóí és egyéb áttörései.\*

Zárt, de peremein légáteresztő nyílászárók helyettesítő nyitott felülete a nyílásfelület 0,01 - 0,1 %-a.

9-13. táblázat

Belső nyomás alakí tényezői		$c_{pi}$	
Felületi áttörtség	Értelmezés	Alakí tényező	
Teljesen zárt épület	Az Eurocode nem értelmez ilyen épületet!	$c_{pi} = 0$	
Nyitott épület	Az épület min. két oldalán (homlokzat/tető) a nyílásfelületek aránya nagyobb, mint 30%	A szabadon álló tetők szabályai alkalmazandók a 9.8.1 szakasz szerint	
Az épületnek nincs domináns áttört oldala	Nincs olyan homlokzat/tető, amelyen az teljes épületfelület nyílás-területeinek legalább 2/3-a koncentrálódna.	Pontosabb adatok hiányában*:	$c_{pi} = -0,2$ és $c_{pi} = -0,3$ közül a kedvezőtlenebb
Az épületnek van domináns áttört oldala	A domináns épületfelületen a nyílások, áttörések összfelülete ( $A_{od}$ ) nagyobb, mint az épület többi felületi nyílásának ( $A_o$ ) kétszerese. (Az összes nyílásfelület 2/3-a egy homlokzatra, a domináns oldalra koncentrálódik.)	ha $A_{od} \geq 2A_o$	$c_{pi} = 0,75 c_{pe}$
		ha $A_{od} \geq 3A_o$	$c_{pi} = 0,90 c_{pe}$
		Itt $c_{pe}$ az adott felületre vonatkozó külső nyomási tényező. Közbülső értékek lineáris interpolációval számíthatók.	

**A  $z_c$  referencia magasság belső felületi nyomáshoz:**

- Ha nincs domináns áttört oldal, az épületen értelmezhető legnagyobb  $z_c$  értéket kell használni.
- Ha van domináns áttört oldal, akkor  $z_c$  a domináns épületoldal  $z_c$  referencia magasságával egyezik.

\* A nyitható ablakokat aszerint kell nyitottnak vagy zártknak tekinteni, hogy az épület, illetve a vizsgált szerkezet szempontjából mi jelenti a kedvezőtlenebb esetet.

\* Az EN 1991-1-4 a homlokzati áttörtség és az épületarányok függvényében egy részletesebb számításmódot is ad.

## 9.7. Felületi szélsúrlódás

A felületi szélsúrlódásból származó erő *figyelman kívül hagyható*, ha széliránnyal párhuzamos (vagy azzal csak kis szöget bezáró) összes felület kisebb vagy egyenlő, mint az összes szélirányra merőleges külső, függőleges felület (a szélárnyékos oldalakat is beleértve):

$$\Sigma A_{\text{párhuzamos}} \leq \Sigma A_{\text{merőleges}}$$

A szélsúrlódás alakhi tényezője (súrlódási tényező):

9-14. táblázat

Szélsúrlódott felületeken a felülettel párhuzamos szélsúrlódás  $c_{fr}$  alakhi tényezője a felület durvasága, illetve tagoltsága függvényében a 9-22. táblázat szerint vehető fel:

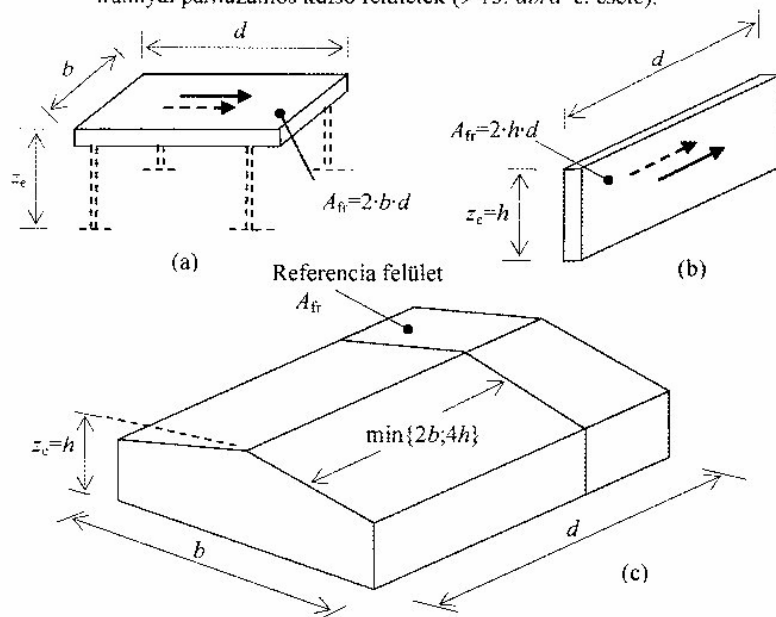
A szélsúrlódás alakhi tényezője		$c_{fr}$
Felület jellege	$c_{fr}$ súrlódási tényező	
sima (acél, simított beton)	0,01	
durva (nyersbeton, kátránypapír)	0,02	
igen durva (hullámos, bordás felület)	0,04	

A  $z_c$  referencia magasság:

- szabadon álló szerkezeteknél (pl. tetők, falak) a szerkezet magassága,
- zárt és részben nyitott épületeknél az épület legnagyobb magassága.

A szélsúrlódáshoz tartozó  $A_{ref} = A_{fr}$  referencia felület:

- szabadon álló szerkezetnél (tető, fal) a széliránnyal párhuzamos összes felület a bútőfelületek nélkül (lásd a 9-13. ábra a. és b. esetét);
- zárt épületeknél az épület körüli légáramlatok sajátosságai miatt kieső felületrészekkel csökkentett, széliránnyal párhuzamos külső felületek (9-13. ábra c. esete).



9-13. ábra

## 9.8. Szabadon álló egyrészes tetők és szerkezetek alakhi tényezői

A szabadon álló szerkezetek körébe az elhatárolt belső tér nélküli, vagy a szabad külső felületekhez képes elhanyagolható belső terű szerkezetek tartoznak.

Az alakhi tényező az EN 1991-1-4 szerint kétféle módon vehető fel:

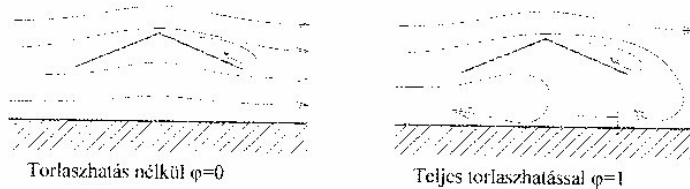
- a szembenfekvő párhuzamos felületen fellépő nyomások/szívások összegét megadó  $c_{pe}$  alakhi tényező használatával;
- a teljes szerkezetre ható szélterő eredőjét adó  $c_f$  erőtegyező használatával; ez esetben az eredő helye is meg van adva.

9.8.1 Szabadon álló tetők, pilltetetők

A szabadon álló tetők olyan lábakon álló vagy függesztett építmények tetői, amelyeknek nincs állandó oldalfaluk, vagy a homlokzatok és tetőfelületek áttörtsége miatt nyitottként kezelendő épületek tetői.\*

9.8.1.1. A torlaszhatás

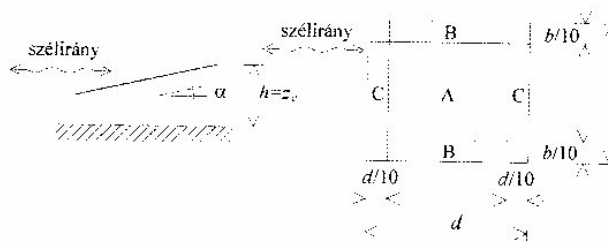
A tető alatti terület részbeni vagy teljes időleges eltorlaszolása befolyásolja a szél áramlási viszonyait. Ezt a  $\varphi$  gátolási tényező segítségével lehet figyelembe venni.



9.14. ábra

A  $\varphi \leq 1$  tényező értéke általános esetben a torlasz által elzárt keresztmetszeti felület és tető alatti legkisebb szabad keresztmetszeti felület arányszáma, mindkettő a szélirányra merőlegesen értelmezve.

9.8.1.2. Oldalain nyitott ferdesíkú tető



A hosszanti irányú szél esete nem mértékadó.†

Terhelési esetek a 9-4. ábra szerint.

9-15. ábra Tetőelrendezés, tetőzónák és a  $z_c$  referenciamagasság értelmezése

Tetősík hajlásszöge ( $\alpha$ )	Alaki tényező jellemzője		Erőtenyező a teljes felületre $C_f$	$C_f$ és $C_{p,net}$ zónák		
				A	B	C
				$C_{p,net}$	$C_{p,net}$	$C_{p,net}$
0°	maximum		+0,2	+0,5	+1,8	+1,1
	minimum	$\varphi = 0$	-0,5	-0,6	-1,3	-1,4
		$\varphi = 1$	-1,3	-1,5	-1,8	-2,2
	maximum		+0,4	+0,8	+2,1	+1,3
5°	minimum	$\varphi = 0$	-0,7	-1,1	-1,7	-1,8
		$\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,2	-2,5
10°	maximum		+0,5	+1,2	+2,4	+1,6
	minimum	$\varphi = 0$	-0,9	-1,5	-2,0	-2,1
		$\varphi = 1$	-1,4	-2,1	-2,6	-2,7
	maximum		+0,7	+1,4	+2,7	+1,8
15°	minimum	$\varphi = 0$	-1,1	-1,8	-2,4	-2,5
		$\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,9	-3,0
20°	maximum		+0,8	+1,7	+2,9	+2,1
	minimum	$\varphi = 0$	-1,3	-2,2	-2,8	-2,9
		$\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,9	-3,0
	maximum		+1,0	+2,0	+3,1	+2,3
25°	minimum	$\varphi = 0$	-1,6	-2,6	-3,2	-3,2
		$\varphi = 1$	-1,4	-1,5	-2,5	-2,8
30°	maximum		+1,2	+2,2	+3,2	+2,4
	minimum	$\varphi = 0$	-1,8	-3,0	-3,8	-3,6
		$\varphi = 1$	-1,4	-1,5	-2,2	-2,7

9-15. táblázat

A maximum szó a legnagyobb lefelé mutató (+), a minimum a legnagyobb felfelé mutató (-) szélhatásra utal.

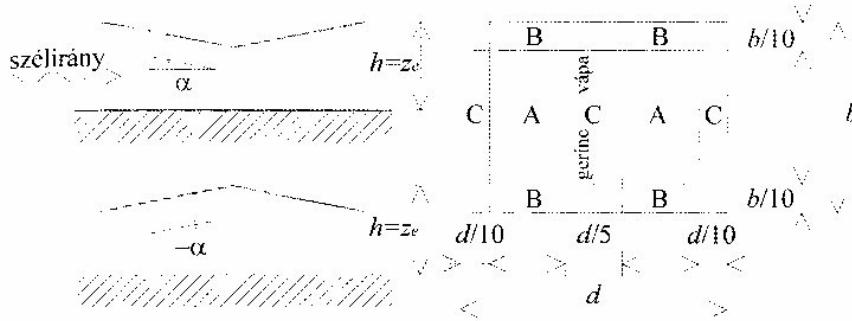
Terhelési esetek erőtenyező használata esetén a 9-4. ábra szerint.

\* Ez az eset akkor áll fenn, ha az épület legalább két felületén a nyílásfelületek aránya nagyobb, mint 30%.

† A hatásokat itt egy közel vízszintes, szabadonálló tető feltételezésével lehetne felvenni ( $\alpha=0^\circ$ ).



9.8.1.3. Oldalain nyitott nyereg-, illetve pillertető



Terhelési esetek a 9-4. ábra szerint.

9-16. ábra Tetőelrendezés, tetőzónák és a  $z_e$  referenciamagasság értelmezése

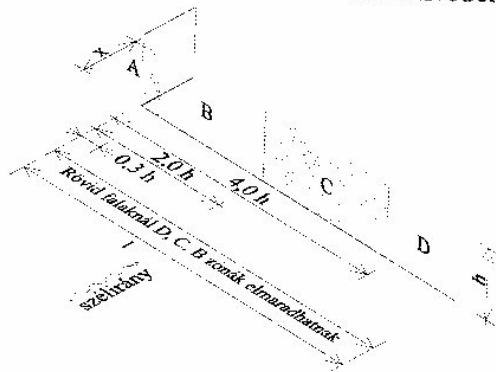
9-16. táblázat

Oldalain nyitott nyereg- ill. pillertető alakú tényezői			$C_f$ és $C_{p,net}$				
Tetősíkhajlásszöge ( $\alpha$ )	Alakú tényező jellemzője		Erőtényező a egy tetősíkra $C_f$	zónák			
				A $C_{p,net}$	B $C_{p,net}$	C $C_{p,net}$	D $C_{p,net}$
-20°	maximum		+0,7	+0,8	+1,6	+0,6	+1,7
	minimum	$\varphi = 0$	-0,7	-0,9	-1,3	-1,6	-0,6
		$\varphi = 1$	-1,3	-0,9	-1,3	-1,6	-0,6
-15°	maximum		+0,5	+0,6	+1,5	+0,7	+1,4
	minimum	$\varphi = 0$	-0,6	-0,8	-1,3	-1,6	-0,6
		$\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,7	-2,6	-0,6
-10°	maximum		+0,4	+0,6	+1,4	+0,8	+1,1
	minimum	$\varphi = 0$	-0,6	-0,8	-1,3	-1,5	-0,6
		$\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,7	-2,6	-0,6
-5°	maximum		+0,3	+0,5	+1,5	+0,8	+0,8
	minimum	$\varphi = 0$	-0,5	-0,7	-1,3	-1,6	-0,6
		$\varphi = 1$	-1,3	-1,5	-2,4	-2,4	-0,6
0°	maximum		+0,2	+0,5	+1,8	+1,1	+0,2
	minimum	$\varphi = 0$	-0,5	-0,6	-1,3	-1,4	-0,5
		$\varphi = 1$	-1,3	-1,5	-1,8	-2,2	-1,3
5°	maximum		+0,3	+0,6	+1,8	+1,3	+0,4
	minimum	$\varphi = 0$	-0,6	-0,6	-1,4	-1,4	-1,1
		$\varphi = 1$	-1,3	-1,3	-2,0	-1,8	-1,5
10°	maximum		+0,4	+0,7	+1,8	+1,4	+0,4
	minimum	$\varphi = 0$	-0,7	-0,7	-1,5	-1,4	-1,4
		$\varphi = 1$	-1,3	-1,3	-2,0	-1,8	-1,8
15°	maximum		+0,4	+0,9	+1,9	+1,4	+0,4
	minimum	$\varphi = 0$	-0,8	-0,9	-1,7	-1,4	-1,8
		$\varphi = 1$	-1,3	-1,3	-2,2	-1,6	-2,1
20°	maximum		+0,6	+1,1	+1,9	+1,5	+0,4
	minimum	$\varphi = 0$	-0,9	-1,2	-1,8	-1,4	-2,0
		$\varphi = 1$	-1,3	-1,4	-2,2	-1,6	-2,1
25°	maximum		+0,7	+1,2	+1,9	+1,6	+0,5
	minimum	$\varphi = 0$	-1,0	-1,4	-1,9	-1,4	-2,0
		$\varphi = 1$	-1,3	-1,4	-2,0	-1,5	-2,0
30°	maximum		+0,9	+1,3	+1,9	+1,6	+0,7
	minimum	$\varphi = 0$	-1,0	-1,4	-1,9	-1,4	-2,0
		$\varphi = 1$	-1,3	-1,4	-1,8	-1,4	-2,0

A maximum szó a legnagyobb lefelé mutató (+), a minimum a legnagyobb felfelé mutató (-) szélhatásra utal.

Terhelési esetek erőtényező használata esetén a 9-4. ábra szerint.

9.8.2 Szabadon álló falak és mellvédek



$h$  a fal magassága  
 $l$  a fal hossza  
 $x$  a visszaforduló falvég hossza

Referencia magasság:  
 A  $z_e$  referencia magasság a fal, illetve a parapet tetejének a terepszinttől mért magassága

9-17. ábra

Összesített (nettó) nyomási tényezők:

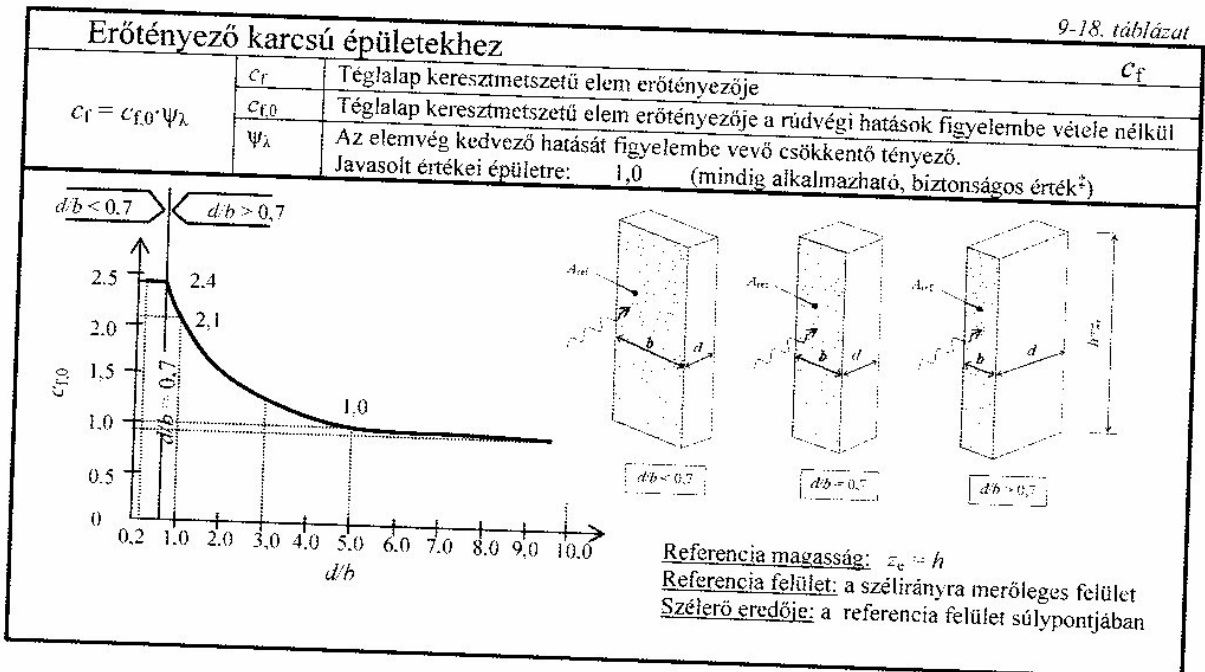
9-17. táblázat

Alaki tényező szabadon álló falakon, mellvédeken				$C_{p,net}$			
feltételek				A	B	C	D
$\phi=1,0$ (tömör felület)	Merőleges falsarok nélkül ( $x=0$ )	$l/h \leq 3$		2,3	1,4	1,2	1,2
		$l/h = 5$		2,9	1,8	1,4	
		$l/h \geq 10$		3,4	2,1	1,7	
	Merőlegesen visszaforduló falvéggel	$x \geq h$	2,1	1,8	1,4		
$\phi=0,8$ (20 %-os áttörtség)				lineáris interpoláció $x$ szerint			
$\phi < 0,8$ (20 %-nál nagyobb áttörtség) esetén a felületet rácsos szerkezetként kell kezelni*				1,2			

9.8.3 Karcsú, téglalap alaprajzú épületek

$h$  magasságú, téglalap alaprajzú épületeknél a szélterő eredője közvetlenül, erőtényező segítségével is meghatározható, amennyiben teljesül a  $h/d > 5$  feltétel†.  $d$  a széliránnyal párhuzamos alaprajzi méret.

Alaki tényező:



\* Erre nézve ez a segédlet nem tartalmaz további adatokat, azok az EN 1991-1-4-ben található meg.  
 † Ez a téglalap keresztmetszetű elemekre (rudakra) vonatkozó EC előírások egyszerűsített alkalmazása épületekre.

‡ Ha szükséges,  $\psi_\lambda$  az EN 1991-1-4 -ben található számításmód szerint határozható meg a karcsúság és az áttörtség függvényében. A tényező 0,6 és 1,0 közötti értékeket vehet fel.

9.9. Alaki tényezők egymás után sorolt tetőelemek esetén

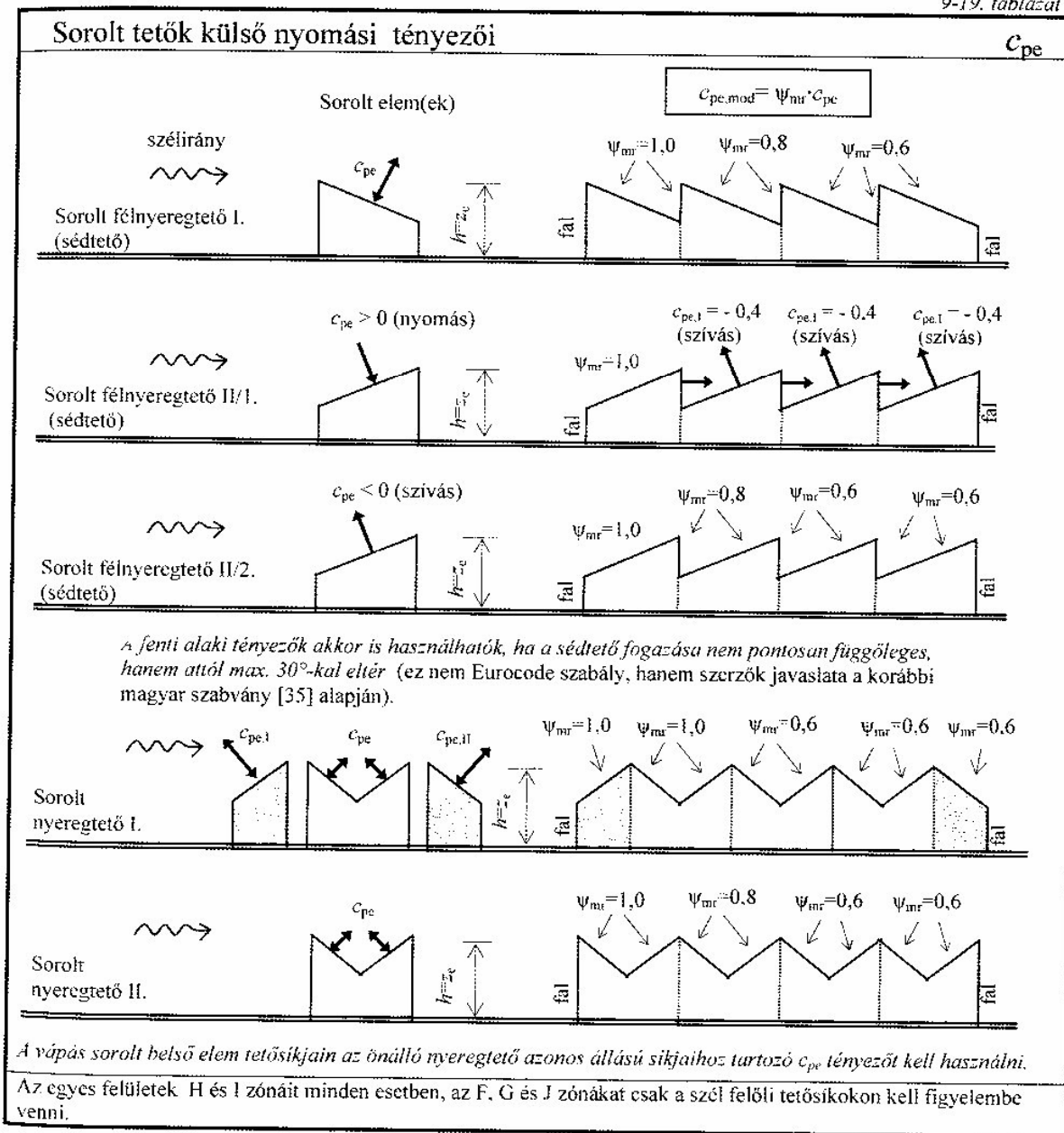
A többrészes (multispan) tetők elemi tetőtípusok egymás utáni sorolásaként értelmezendők. A sorolt elem sokféle lehet, de az EN 1991-1-4 csak a sorolt félnyeregtekre, középső vágás nyeregtekre, valamint sorolt szabadonálló pilltetőkre tartalmaz adatokat.

9.9.1 Sorolt félnyereg-és nyeregtek

A 9-19. táblázat az egyes tetősíkok külső nyomási tényezőjének meghatározási módját mutatja különféle tetőformák és szélirányok szerinti bontásban. Kiindulásul az önállóként tekintett sorolt elem(ek) tetősíkjaihoz tartozó zónákat és alaki tényezőket kell meghatározni (az ábra első oszlopa). Az ehhez szükséges adatok félnyeregtekre a 9.5.5.3 szakaszban, nyeregtekre a 9.5.5.4 szakaszban találhatóak.

A többrészes tető felületeinek módosított alaki tényezője általában a  $c_{pe,mod} = \psi_{mr} \cdot c_{pe}$  összefüggéssel számítható. A  $\psi_{mr}$  csökkentő tényező értékei a 9-19. táblázat ábráiból olvashatók ki. Kivételként a sorolt félnyeregtek II/1. változatában a széloldali tetősík utáni tetőfelületeken konstans értékű alaki tényezőt kell figyelembe venni.

9-19. táblázat



A szeltámadta és a szélárnyékos oldal végfalaira (az ábrán „fal” szöveggel jelölve) az épületek külső függőleges felületeire vonatkozó általános szabályokat kell alkalmazni a 9.5.5.1 szakasz szerint.

9.9.2 Sorolt pilletetők

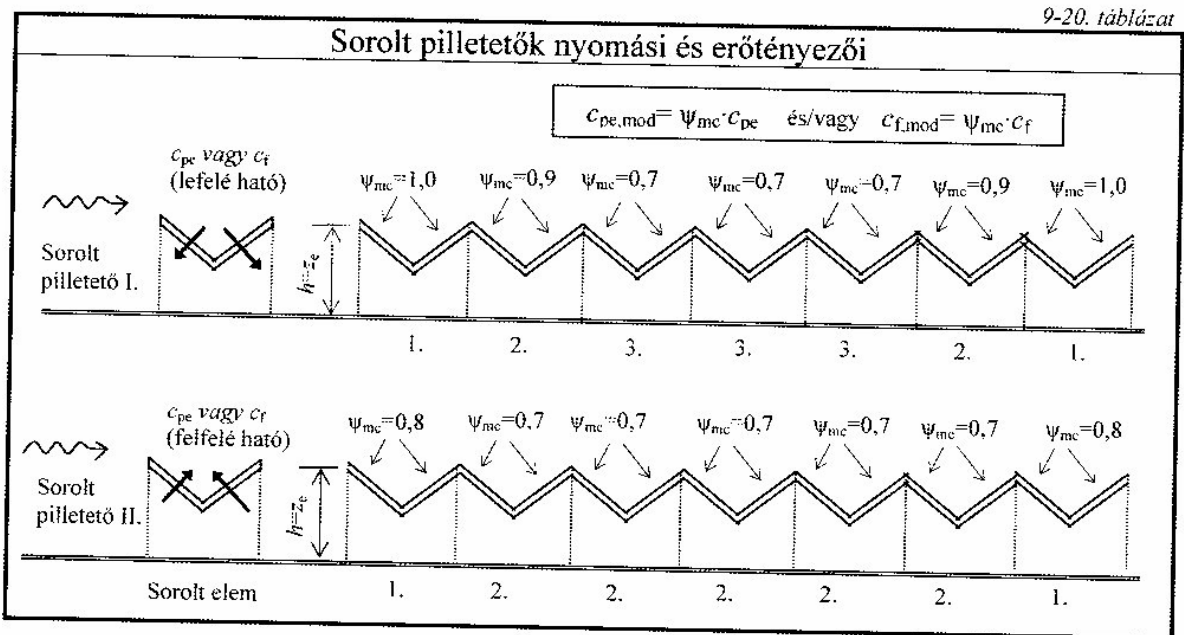
Szabadon álló sorolt pilletetőknel a tetősíkok *külső nyomási* tényezője vagy *erőtényezője* általában csökkenthető az elemi pilletetőhöz képest.

Nyomási és erőtényezők:

Az egyes tetősíkok alaki tényezőjének meghatározási módja különféle tetőformák és szélirányok esetén a 9-20. táblázatban található. A sorolás alapjául szolgáló, önállóan tekintett pilletető síkjain értelmezett nyomási vagy erőtényezőket kell kiindulási alapnak venni (az ábra első oszlópa), az ehhez szükséges adatok a 9.8.1.3 szakaszból vehetők. A többrészes tető egyes felületein számításba veendő módosított alaki tényezők számítási módja:

$$\begin{aligned} \text{nyomási tényezőknél} & & c_{pe,mod} &= \psi_{mc} \cdot c_{pe} \\ \text{erőtényezőknél} & & c_{f,mod} &= \psi_{mc} \cdot c_f \end{aligned}$$

A  $\psi_{mc}$  csökkentő tényező értékei a 9-20. ábrából olvashatók ki.



## 10. Hőmérsékleti hatás

A tartószerkezeteket érő közvetett hatás – a közvetlen hatásokkal ellentétben – nem erő vagy nyomtaték jellegű teher, hanem olyan egyéb fizikai hatás, amelynek következtében a szerkezet alakja, mérete, térfogata megváltozik. Ilyen közvetett hatás pl. a hőmérsékletváltozás, a nedvességváltozás és a nem rendkívüli hatásokból származó talajmozgás.\* Ezek a hatások egyidejűleg is felléphetnek, és összegződésük is lehetséges.

Az olyan közvetett hatásokat, amelyek döntően függenek a szerkezeti anyag fajtájától, nem a teher szabványok, hanem a szerkezeti anyag szerinti Eurocode-ok tárgyalják. A hőmérsékleti hatásokkal viszont az Eurocode terhekre vonatkozó szabványsorozatában önálló füzet, az MSZ EN 1991-1-5 [16] foglalkozik.

### 10.1. Általános jellemzők

A tartószerkezetet/tartószerkezeti elemet érő hőmérsékleti hatások a hőmérséklet-eloszlás változásából származó hatásokat jelentik egy adott időszakban (tervezési helyzetben).

10-1. táblázat

A hőmérsékleti hatás általános jellemzői		
Időbeli változás szerint	esetleges <sup>†</sup>	
Eredet szerint	közvetett	
Térbeli változás szerint	rögzített/nem rögzített <sup>‡</sup>	
Jelleg szerint	statikus	
Parciális (biztonsági) tényezők	$\gamma_Q = 1,50$	tartós/ideiglenes tervezési helyzetekben belül <i>teherbírási határállapotban</i>
	$\gamma_Q = 1,0$	tartós/ideiglenes tervezési helyzetekben belül <i>használati határállapotban</i>
Kombinációs (egyidejűségi) tényező	$\psi_0 = 0,60$	tartós/ideiglenes tervezési helyzetekben
A gyakori teherrészt megadó tényező	$\psi_1 = 0,50$	
A kvázi-állandó teherrészt megadó tényező	$\psi_2 = 0,00$	

A hőmérsékleti hatások vizsgálatának keretében figyelembe kell venni

- a szerkezet hőmérséklet-változását a külső időjárási, éghajlati körülmények hatására
- a használatból, technológiai folyamatokból származó hőmérséklet-változásokat
- a külső szerkezetek, illetve természetes tereptárgyak ányékoló hatását
- a különböző hőtágulási szerkezetek összekapcsolásának hatását.

A továbbiak alapvetően az első pont szerinti meteorológiai hatásokra vonatkoznak. A használatból eredő hőmérséklet-változásokat egyedileg – lehetőleg technológus tervezővel egyeztetve – kell felvenni. Ugyancsak egyedileg határozhatók meg a két utolsó pontban foglalt hatások.<sup>§</sup>

### 10.2. Tervezési állapotok

A hőmérsékleti hatásokat *nem kell figyelembe* venni, ha a szerkezet nincs kitéve se éghajlati, se használati okokból származó hőmérsékleti változásoknak, illetve ha a hőhatás miatti alakváltozások vagy feszültségek következtében nem áll fenn annak a veszélye, hogy a szerkezet túllépi teherbírási vagy használhatósági határállapotát. Ha a határállapot túllépésének lehetősége fennáll, minden figyelembe veendő tervezési állapotban számolni kell a mértékadó hőmérsékleti hatásokkal is.

### 10.3. A hőmérsékleti hatás összetevői

A teljes épületet vagy szerkezeti részeit érő hőmérsékleti hatások következtében az épület kialakításának (tájolás, tömeg, burkolatok, fűtési és szellőzői rendszer, hőszigetelés) függvényében a tartószerkezet elemeiben a hőmérséklet-eloszlás térben és időben folyamatosan változik.

Egy homogén (állandó hővezetési tényezőjű) keresztmetszeten az általános hőmérsékleti hatás összetevőkre bontható.

\* Ezzel szemben a számításba vett terhek okozta talajmozgást, a lassú alakváltozásnak, valamint a beton zsugorodásának hatását általában nem közvetett hatásként, hanem a szerkezet illetve a szerkezeti anyag modelljének megfelelő megválasztásával lehet figyelembe venni.

† Technológiai jellegű hőmérsékleti hatás (pl. hűtőházaknál) közel állandó hatás is lehet.

‡ Az EN 1991-1-5 a térbeli változás szerinti jellemzőket nem adja meg.

§ A tűz, mint rendkívüli hatás okozta hőmérsékleti hatást az Eurocode a tűznek kitétt szerkezeteket érő hatásokkal foglalkozó EN 1991-1-2 [13] keretén belül tárgyalja, ezzel segédletünk nem foglalkozik.

A hőmérsékleti hatás összetevői		
(a)	(b)	(c)
Egy keresztmetszet szimmetria tengelyére szimmetrikus hőmérsékleti eloszlás három alapösszetevőre bontható:		
(a)	egyenletes hőmérséklet változás	
(b)	lineáris hőmérsékletváltozás	
(c)	nemlineáris hőmérséklet változás	
A (c) összetevőt úgy kell felvenni, hogy egy önmagában egyensúlyban levő feszültség-eloszlást hozzon létre, amely az elem további vizsgálata során már elhanyagolható.		
Egyenletes hőmérséklet-változás: $\Delta T_u = T - T_0$	$T_0$	a szerkezet építése közbeni (szerkezet építésének befejezésekor mért) átlaghőmérséklet, pontosabb adat hiányában $T_0 = 10\text{ °C}$
A szerkezeti elem két oldala közötti lineáris hőmérséklet-különbség: $\Delta T_M = T_{up} - T_{low}$	$T$	a szerkezet átlagos hőmérséklete a vizsgált időpontban $T = (T_{up} + T_{low})/2$
	$T_{up}$	a magasabb hőmérsékletű felület hőmérséklete
	$T_{low}$	az alacsonyabb hőmérsékletű felület hőmérséklete

Ha a hőmérséklet eloszlása nem szimmetrikus a keresztmetszet tengelyére, a  $\Delta T_M$  összetevő a két főtengely irányának megfelelően két lineáris részből tehető össze.

## 10.4. Hőmérsékleti adatok

### 10.4.1 A felületi hőmérsékletek tájékoztató értékei

A meteorológiai eredetű hőmérsékleti hatásnak általában két esete vizsgálendő: a *nyári* és a *téli* állapot.

Pontosabb adatok hiányában a külső és belső tér hőmérséklete a 10-3. és a 10-4. táblázatok alapján vehető fel:

10-3. táblázat

A belső tér hőmérséklete* $T_{in}$		
Évszak	$T_{in}$ [°C]	
Nyár	$T_1$	20
Tél	$T_2$	25

10-4. táblázat

A külső tér hőmérséklete $T_{out}$			
Évszak	A felület jellege	Rel. hőelnyelő képesség	$T_{out}$ [°C]
Nyár	Világos, fényes	0,5	$T_{max} + T_3$
	Világos, színes	0,7	$T_{max} + T_4$
	Sötét	0,9	$T_{max} + T_5$
Tél	bármilyen		$T_{min}$

$T_{max}$  és  $T_{min}$  a 10-5. táblázat szerint, a  $T_3$ ,  $T_4$  és  $T_5$  hőmérsékletek a 10-6. táblázat szerint vehető fel.

### 10.4.2 Magyarországi hőmérsékleti adatok

A  $T_{out}$  külső felületi hőmérséklet meghatározásához szükséges klimatikus hőmérsékleti adatok Magyarországon a következők szerint vehetők fel:

10-5. táblázat

$T_{max}$ és $T_{min}$ értékei	
$T_{max} = 35\text{ °C}$ , ha $A \leq 200\text{ mAf}$ $T_{max} = 35 - \left(\frac{A-200}{100}\right)$ , ha $A > 200\text{ mAf}$	$T_{max}$ az árnyékban mért maximális külső léghőmérséklet. Értéke $A=200\text{ m}$ adriai tengerszint feletti magasságig $35\text{ °C}$ . Ennél magasabban fekvő területek esetén az érték $100\text{ m-ként } 1\text{ °C-kal}$ csökkentendő.
$T_{min} = -15\text{ °C}$ , ha $A \leq 200\text{ mAf}$ $T_{min} = -15 - 0,5\left(\frac{A-200}{100}\right)$ , ha $A > 200\text{ mAf}$	$T_{min}$ az árnyékban mért minimális külső léghőmérséklet. Értéke $A=200\text{ m}$ adriai tengerszint feletti magasságig $-15\text{ °C}$ . Ennél magasabban fekvő területek esetén az érték $100\text{ m-ként } 0,5\text{ °C-kal}$ csökkentendő.
$A$ az épület $\pm 0,00$ szintjének az Adria névleges tengerszintje feletti magassága:	

A minimális (téli) hőmérséklet helyi jelleggel a táblázati értéktől eltérő is lehet. A környezetéhez képest mélyen fekvő, védett területeken hidegebb fagyzónák is kialakulhatnak, a nagy kiterjedésű városi övezetekben, valamint nagy vízfelületek mellett a hőmérséklet magasabb is lehet. Mindkét hatás helyi meteorológiai adatok alapján vehető számításba.

\* A jelenlegi hazai hőtechnikai szabályozás a nyári állapotra magasabb, a téli állapotra alacsonyabb értéket használ. [39]



A külső tér hőmérsékletének meghatározásához szükséges  $T_3$ ,  $T_4$  és  $T_5$  hőmérsékletek Magyarországra érvényes értékei a 10-6. táblázatban találhatók:

10-6. táblázat

$T_3$ , $T_4$ és $T_5$ értékei			
Felület tájolása, ill. helyzete	$T_3$ [C°]	$T_4$ [C°]	$T_5$ [C°]
Északkeleti	0	2	4
Délnyugati vagy vízszintes	18	30	42

Közbenő irányoknál az értékek lineárisan interpolálhatók.

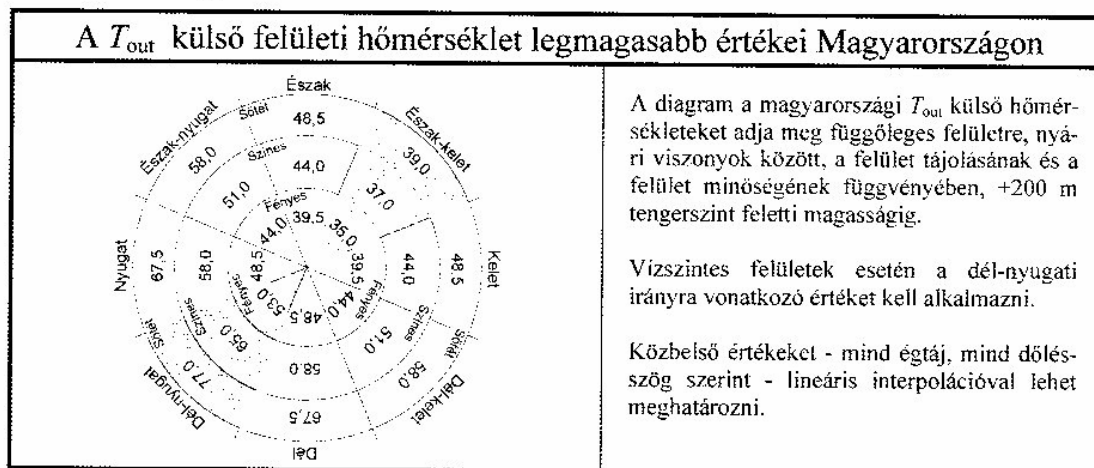
Talajszint alatti szerkezetek hőmérséklete Magyarországon a 10-7. táblázat szerint alakul:

10-7. táblázat

Talajszint alatti szerkezetek $T_{out}$ hőmérséklete		
Évszak	Talajszinthez viszonyított helyzet [m]	$T_{out}$ [C°]
Nyár	-1,0 m-nél magasabban fekvő	8
	-1,0 m-nél mélyebben fekvő	5
Tél	-1,0 m-nél magasabban fekvő	-5
	-1,0 m-nél mélyebben fekvő	-3
	A területre érvényes fagyhatár alatt	0

### 10.4.3 A külső tér hőmérsékletének maximumai Magyarországon

A 10-1. ábra a  $T_{out}$  külső tér hőmérsékletének alakulását szemlélteti a 10.4.1 szakasz összefüggései és a 10.4.2. szakasz hőmérsékleti adatai alapján.



10-1. ábra

### 10.4.4 Szerkezeti anyagok hőtágulási együtthatói

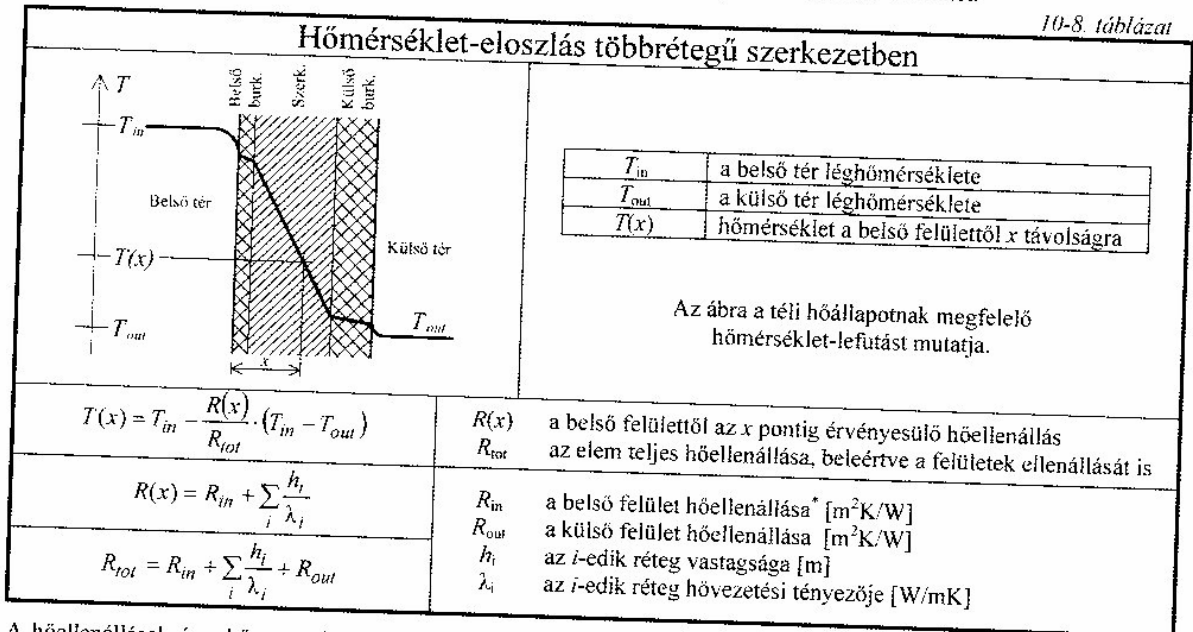
10-8. táblázat

Szerkezeti anyagok hőtágulási együtthatói		$\alpha_T$	
Anyag	Hőtágulási együttható $\alpha_T$ [ $10^{-6}/K$ ]	Anyag	Hőtágulási együttható $\alpha_T$ [ $10^{-6}/K$ ]
Beton	10	Üveg	6-9
Könnnyűbeton	7	Hőálló üveg	I. o. 3,1-4,0
Betonacél bebetonozva	10		II-III. o. 4,1-6,0
Acél	12	Erdei fenyő	rostirányban 3,65
Rozsdamentes acél	16		rostokra merőlegesen 63,6
Alumínium	24	Lucfenyő	rostirányban 5,41
Falazatok	tégla		rostokra merőlegesen 34,1
	pórusbeton	8	rostirányban 4,92
	kő	2-9	rostokra merőlegesen 54,4

**10.4.5 Hőmérséklet-eloszlás meghatározása többrétegű szerkezetekben**

Többrétegű, hőhidmentesnek feltételezett szerkezeteken belül a hőmérséklet-eloszlás a hővezetési elmélet alapján határozható meg. A számítás nyugalmi hőtani állapot (állandósult hőáramlás) feltételezésével történhet.

10-8. táblázat



A hőellenállások és a hővezetési tényezők az épületek hőfizikai méretezésének előírásaiból, pl. az EN ISO 6946-ból [38], vagy az MSZ 04-140-2-ből [39] vehetők. Épületekre az EN 1991-1-5 az alábbi tájékoztató adatokat közli:

$R_{in} = 0,10 - 0,17 \text{ m}^2K/W$  és  $R_{out} = 0,04 - 0,12 \text{ m}^2K/W$  (a hőáram irányától függően)  
 $\lambda_c = 1,16 - 1,71 \text{ W/mK}$  (a normál sűrűségű beton hővezetési tényezője)

**11. Geotechnikai és víz okozta hatások**

**11.1. Geotechnikai hatások**

A geotechnikai eredetű hatások az épületek terheinek sajátos, különálló csoportját képviselik, amelyek ismertetése önálló Eurocode szabványban, az EN 1997-ben [7], illetve magyar kiadású megfelelőjében, az MSZ EN 1997-ben [29] található. Ez a szabvány, ahogy az már a címéből is kiderül, nemcsak a geotechnikai terhekkel és hatásokkal, hanem a teljes geotechnikai tervezéssel is foglalkozik.\*

A komplex geotechnikai hatások közül e segédlet tárgykörébe elsősorban az épületek terepszint alatti szerkezeteire ható geotechnikai terhek tartoznak. Valójában azonban már ezek meghatározása is kívül esik a magasépítési tervező feladatkörén, és geotechnikai tervező által nyújtandó adatszolgáltatást igényel. Ezért a geotechnikai előírások véglegesedéséig konkrét geotechnikai adatokat nem közlünk.‡

**11.2. Víz okozta hatások**

Az épületeket érő vízhatások jelentős része – de nem mindegyik – a terepszint alatti építéssel, illetve talajvízzel összefüggő hatás. Ez indokolja, hogy ismertetésük ebbe a fejezetbe került.

**11.2.1 Általános jellemzők**

A vízhatások talajvízként, hasznos teherként, továbbá időjárás hatásként (csapadék, árvíz) is megjelenhetnek, emiatt összefoglaló Eurocode előírás nincs e témakörben. A kérdést leginkább az építés közbeni hatásokkal foglalkozó szabvány [17] tekinti át, az alábbiakban közölt adatok elsősorban innen származnak.

Építés közbeni állapotban és az elkészült épület tartószerkezetein is a víz hatását (a talajvizet is beleértve) *felületre merőlegesen ható hidrosztatikus nyomásként és/vagy hidrodinamikai hatásként* kell figyelembe venni aszerint, hogy melyik a kedvezőtlenebb. A vízhatást a körülményektől függően állandó vagy esetleges hatásként kell kezelni.

\* A felületi hőellenállás a hazai gyakorlatból ismert felületi hőátadási tényező reciproka.

‡ Hasonló felépítésű a földrengésállósággal foglalkozó EN 1998 is [8].

§ Az MSZ EN 1997 szabványt – a többi tartószerkezeti méretezési szabványhoz hasonlóan – még csak angol nyelven, nemzeti melléklet nélkül jelentette meg a Magyar Szabványügyi Testület.

### 11.2.2 A hidrosztatikus és hidrodinamikusan víznyomás

A hidrosztatikus nyomást a szokott módon, a várható szintváltozások figyelembevételével lehet számításba venni:

$$p = h \cdot \gamma_{wa} \quad [\text{kN/m}^2]$$

ahol  $h$  [m], a vízmélység a vizsgált helyen,  $\gamma_{wa} = 10 \text{ kN/m}^3$  a víz térfogatsúlya. A hidrosztatikus nyomás a vízfelszíntől lefelé lineárisan nő, az áramlás sebességétől független és a víz alatti felületeken mindenütt hat.

A hidrodinamikai hatások elsősorban a vízbe merülő építményeket érő hullámverésből valamint az áramló vízből származnak.<sup>\*</sup> Az áramló víz által kifejtett hidrodinamikai hatás statikus nyomással helyettesíthető a 12-1. táblázatban megadott módon.

12-1. táblázat

A víz áramlásából származó nyomás és az eredő erő	
	<p>A helyettesítő áramlási nyomás maximuma:</p> $p_{\max} = k \cdot \rho_{wa} \cdot v_{wa}^2 \quad [\text{N/m}^2]$ <p>Az áramlás okozta teljes vízszintes erő:</p> $F_{wa} = 0,5 \cdot p_{\max} \cdot h \cdot b \quad [\text{N}]$
<p><math>v_{wa}</math> a víz átlagos folyási sebessége [m/s]  <math>\rho_{wa}</math> a víz sűrűsége: <math>\rho_{wa} = 1000 \text{ kg/m}^3</math>  <math>h</math> vízmélység [m] a helyi kimosódások nélkül  <math>b</math> az építménynek az áramlás irányára merőleges szélessége  <math>k</math> alakí tényező, értékei az építmény alaprajzi alakjától függően:  <math>k=1,44</math> (négyzet vagy téglalap), illetve <math>k=0,70</math> (kör, ill. lekerekített sarkú négyzet)</p>	

### 11.2.3 Folyóvízi uszadék okozta erőhatás

A folyóvízi uszadék lehetséges felhalmozódásából származó erő az áramlás irányában:

$$F_{deb} = k_{deb} \cdot A_{deb} \cdot v_{wa}^2 \quad [\text{N}]$$

ahol:  $k_{deb}$  az uszadék sűrűsége  $666 \text{ kg/m}^3$  javasolt értékkel<sup>†</sup>,  
 $A_{deb}$  az összegyűlt uszadék területe  $\text{m}^2$ -ben,  
 $v_{wa}$  a víz átlagos folyási sebessége [m/s].

### 11.2.4 Egyéb hatások

A víz hatásai közül figyelembe kell még venni

- a jegesedést (beleértve az úszó jégtáblák hatását),
- a munkagödör víztelenítésének következtében fellépő esetleges hatásokat (pl. roskadás, kimosódás),
- az esővíz összegyűléséből vagy az elvezetett víz áramlásából származó kedvezőtlen hatásokat (pl. az alapozási sík felázása).

## 12. Daruk és gépi berendezések okozta hatások

Ebbe témakörbe a különféle nagyméretű, esetenként jelentős dinamikus hatású gépek épületekre, szerkezeti elemekre gyakorolt hatásai tartoznak. Ezek az egyedi jellegű terhek nem részei a 7. fejezet szerinti, általánosan értelmezett hasznos terheknek, hanem azokkal egyidejű önálló teherként kezelendők.

A daruk és más gépi berendezések terheivel a visszavont MSZ ENV 1991-5 előszabvány foglalkozott [21]. Az ennek helyébe lépő új Eurocode előírás angol nyelven már létezik [23], de Magyarországon az MSZT még nem jelentette meg.

Bizonyos jelek arra utalnak, hogy a szabványt az előszabványhoz képest jelentősen át dolgozták, egyes részei (pl. a targoncaterhek) más előírásokba kerültek át. Emiatt nem célszerű az elavult előszabvány adatait közölni, már csak azért sem, mert az ilyen típusú terheket általában a magasépítési tervező nem maga veszi fel, hanem technológiai adatszolgáltatásként a megbízótól vagy technológus tervezőtől kapja.

<sup>\*</sup> Az EN1991-6 még a földrengések okozta tengerárról (cunami) is említést tesz, de konkrét számértékek nélkül.

<sup>†</sup> Meghökkenő módon az EN 1991-1-6-ban ez a látványos, de nem kerek érték szerepel.

## 13. Építés közbeni hatások épületeken

Az épületeket megvalósítása (építés, kivitelezés, szerelés), valamint átépítése (átalakítás, felújítás, részleges bontás) során a szerkezeteket érő hatásokkal a MSZ EN 1991-1-6 [17] szabvány foglalkozik. Ugyanez a szabvány mérnöki létesítményekkel (pl. hidak) és építési segédszerkezetekkel kapcsolatosan is tartalmaz előírásokat, adatokat, de a továbbiakban csak az épületek méretezéséhez szükséges hatásokkal foglalkozunk.

A Magyar Szabványügyi Testület által megjelentetett, az eredeti EN 1991-1-6-tal megegyező angol nyelvű előírásban számos olyan pont szerepel, amelyre nézve a Nemzeti Mellékletnek kell állást foglalnia vagy konkrét számértékeket rögzítenie. A magyar Nemzeti Melléklet hiányában a szabvány még nem tekinthető teljesnek. Segédletünk az Eurocode-ban szereplő ajánlott értékeket adja meg (már ahol van ilyen), és utal rá, ha az adott érték még megváltozhat.

### 13.1. Tervezési helyzetek

Az építés közbeni állapot vizsgálatának a teljes szerkezetre, annak elemeire, a részben elkészült szerkezetekre és az építési segédszerkezetekre is ki kell terjednie. Tehát a már elkészült, és hosszabb-rövidebb ideig önállóan funkcionáló szerkezeti részeket is vizsgálni kell az adott állapotban érvényesülő hatásokra.

A kiválasztott **tervezési helyzeteknek lépésről lépésre** összhangban kell lenniük a tényleges építési folyamat fázisaival.

A kivitelezés jellegéből adódó időbeli korlátok miatt

- elsősorban az *ideiglenes* (átmeneti),
- emellett *rendkívüli és szeizmikus*\*

tervezési helyzeteket kell feltételezni.

Az építési folyamat időbeli korlátozottsága, valamint a lehetséges a szezonális jelleg miatt az építési terhek karakterisztikus értéke - elsősorban a klimatikus viszonyoktól függő hatásoknál - csökkenthető (lásd a 13.4 szakaszt).

### 13.2. Határállapotok

A **teherbírás határállapotokat** az előző pontban felsorolt összes tervezési helyzet minden lehetséges építési fázisában ellenőrizni kell. A teherbírás igazolását az adott, részben elkészült szerkezet statikai modellje, geometriája és szilárdsági jellemzői alapján kell végezni.

A **használati határállapotokat** az *ideiglenes tervezési helyzet szerint* kell vizsgálni. A lehetséges hatáskombinációk:

- *karakterisztikus kombináció* (ha a károsodás a használhatóság szempontjából irreverzibilis)
- *kvázi-állandó kombináció* (ha a határállapot esetleges kisebb túllépésének nincs irreverzibilis használati következménye, a hatások megszűnését követően a használhatóság helyreáll.)

A használhatósági követelményeket a végleges szerkezetre vonatkozó feltételek szerint kell felvenni, illetve azokban külön meg kell állapodni. Az építési segédszerkezetek: állványok, zsálatatok, alátámasztások stb. használhatósági követelményeit úgy kell megállapítani, hogy a segítségükkel megvalósított szerkezetek feleljenek meg a rájuk vonatkozó követelményeknek

Különös gonddal kell ügyelni arra, hogy a szerkezeti elemek a szállítás, tárolás, emelés alatt ne szenvedjenek olyan deformációkat, repedéseket, amelyek a későbbi rendeltetésszerű használatukat, tartósságukat befolyásolnák.

*Rendkívüli és szeizmikus* tervezési helyzetekben nem kell a használhatósági határállapotot vizsgálni.

### 13.3. Az építés közbeni hatások jellegzetességei

A már elkészült teherhordó szerkezetek és a még csak részben elkészült szerkezetek kölcsönhatását figyelembe kell venni. Az elkészült részek építési segédszerkezetként merevíthetők, megtámaszthatják az építés-szerelés alatt álló többi szerkezetrészt is.

Az építési-kivitelezési folyamat során az egyes szerkezeteket, szerkezeti elemeket érő hatások nagyobbak, illetve minőségileg eltérőek lehetnek a végleges, rendeltetésszerű állapot terheihöz képest. Azt is figyelembe kell venni, hogy a szerkezeti elemek (pl. az állványzatot alátámasztó földemek vagy falak) szilárdsága még nem feltétlenül érte el teljes, végleges értékét.

Az építés közben fellépő és figyelembe veendő hatások két fő csoportja:

- *általános (common) hatások*, amelyek nemcsak az építési folyamathoz kötődnek;
- a szűkebben vett *építési (építés közbeni) terhek*, amelyek kizárólag az építési folyamat részeként, a megvalósítás érdekében végzett építési-szerelési tevékenység következtében lépnek fel.

\* A vizsgálat mellőzésének feltételeiről a Nemzeti Melléklet intézkedhet.

### 13.4. Általános építés közbeni hatások

E hatások körébe azok a különféle terhek és hatások tartoznak, amelyek nemcsak az építési folyamaton belül, hanem más, nem építés közbeni tervezési helyzetekben is természetesen előfordulhatnak. Ennek megfelelően az ezekre vonatkozó szabályok, előírások többsége önálló szabványokban található. Az alábbi pontok csak az építés közbeni helyzetből adódó lényeges különbségekre hívják fel a figyelmet.

A szerkezeti és egyéb elemek **önsúlya** a végleges helyre történő beépítéséig nem rögzített hatás. Az önsúlyt az építési folyamaton belül a szállítás, az emelés és az átmeneti tárolás keretében is számításba kell venni. Általában nem hanyagolhatók el a lengésekből és gyorsulásból származó dinamikus hatások. Szállítás és emelés során fellépő vízszintes és függőleges gyorsulások meghatározására az EN 1991-3 [22] tartalmaz adatokat.

A **geotechnikai hatások** körében az általános hatások mellett az ideiglenes építési szerkezetek és a talaj kölcsönhatását is vizsgálni kell. A vízzel kapcsolatos hatásokra lásd a 11. fejezetet.

A **kezdeti geometriai pontatlanságok** (alaki és elhelyezési pontatlanságok, inhomogenitások stb.) értéke eltérhet a végleges, kész szerkezetre vonatkozó értékektől. A szerkezeti biztonság és a használhatósági követelmények kielégítése érdekében betervezett kezdeti deformációk (pl. túlemelés) hatása építés közbeni állapotokban is ellenőrizendő, mind teherbírás, mind alakváltozási szempontból.

A függőleges szerkezetek építési pontatlanságából származó névleges vízszintes erő ( $F_{tm}$ ) meghatározásához 3%-os, a függőlegestől mért ferdeség tételezhető fel.<sup>\*</sup>

A **hőmérsékletváltozás, a nedvességtartalom változása (hidratációs hatások), valamint a zsgorodás** az építés során általában korlátozás nélkül érvényesül. Emiatt számottevő alakváltozások jöhetnek létre. Az alakváltozások megakadályozása viszont többlet igénybevételekkel, feszültségekkel, betonszerkezeteknél repedésekkel jár, amelyeket számításba kell venni.

Nagy tömegű betonszerkezetek betonozását követően a kötési hő miatt a szerkezet hőmérséklete jelentősen megnövekedhet.

A kivitelezés lehetséges időpontjának (évszakának) függvényében a kültéri hőmérsékletek számításba veendő alsó és felső szélső értékei jelentősen eltérhetnek az egész évre vagy több évre vonatkozó értékektől.

**Klimatikus, időjárási és az ezekről függő hatások** esetén ideiglenes állapotokban (ilyen az építés közbeni állapot is) figyelembe vehető, hogy a vizsgálati időszak rövidebb névleges időtartama miatt azonos előfordulási gyakorisághoz kisebb karakterisztikus érték tartozik. Teherbírás határállapotokban ezt az EN 1991-1-6 az *átlagos visszatérési periódus hosszának módosításával* (csökkentésével) éri el.<sup>†</sup>

3 hónapnál rövidebb névleges építési időtartam esetén egyes hatások *évszaktól vagy más rövid idejű meteorológiai sajátosságától való függését* is figyelembe lehet venni.<sup>‡</sup>

**Hóteher** az építési folyamat során olyan felületeken, szerkezeti elemeken is létrejöhethet, amelyekre erre a végleges állapotban már nem kerülhet sor.

A hóval is terhelt, befejezetlen szerkezeten átmenetileg a *véglegesnél kedvezőtlenebb teherelrendezés vagy statikai modell* figyelembe vételére is szükség lehet. Mindez túlterhelést vagy a használati jellemzők romlását eredményezheti. Ilyen esetekben el kell rendelni a hó eltávolítását.

Az építés közbeni állapot vizsgálatok a hóteher, mint klimatikus eredetű hatás karakterisztikus értékét csökkenteni lehet. A csökkentés alapja a *rövidebb átlagos visszatérési periódus*, amelynek javasolt hosszát az EN 1991-1-6 az ideiglenes állapot fennállásának névleges időtartama függvényében adja meg. A hóteher  $s_n$  csökkentett és  $s_k$  karakterisztikus értékének hányadosa a visszatérési periódus hosszának függvényében a 13-1. táblázatból vehető<sup>§</sup>.

\* Végleges állapotokhoz ennél általában kisebb ferdeség figyelembe vételét írják elő a szabványok.

† A kivitelezési időszak névleges hossza és a hatás figyelembe vehető átlagos visszatérési periódusa összefügg, de nem azonos. Lásd a 13-1. táblázat adatait.

‡ Így pl. a kizárólag a nyári időszakra kiterjedő építési munkák során Magyarországon nem kell hóteherrel, vagy jeges árvízzel számolni. Ugyanakkor mérlegelni kell az építési munkák bármilyen okból történő jelentős elhúzóadásának vagy félbeszakadásának ilyen jellegű következményeit is.

§ Az értékek az EN 1991-3 alábbi képletével lettek meghatározva:  $s_n = s_k \left( \frac{1 - V \frac{\sqrt{6}}{\pi} \left( \ln \left( -\ln \left( 1 - \frac{1}{n} \right) \right) + 0,57722 \right)}{1 + 2,5923 V} \right)$ ,

ahol  $n$  az átlagos visszatérési periódus években, és  $V=0,5$  az éves legnagyobb hóteher variációs tényezője Magyarországon, a Nemzeti Melléklet szerint.

13-1. táblázat

Visszatérési periódusok és a hőteher csökkentő szorzója		
névleges építési időtartam	átlagos visszatérési periódus [év]	$s_n / s_k$
$t \leq 3$ nap	2	nincs adat*
3 nap < $t \leq 3$ hónap	5	0,59
3 hónap < $t \leq 1$ év	10	0,72
$t > 1$ év	50	1,00

A szél hatása ideiglenes, építés közbeni állapotokban a véglegestől lényegesen eltérő és esetenként jóval kedvezőtlenebb körülményeket is okozhat.

A szélerek meghatározásánál a kivitelezés során alkalmazott ideiglenes berendezéseket, zsálatokat és egyéb építési segédszerkezetek szélertő módosító hatását is figyelembe kell venni.

Építés közbeni állapotban a véglegesként *belsőtéri szerkezetek külső szélterhelése* is lehetséges (pl. építés közben még szabadon álló belső falak, kémények). Az ilyen szerkezeteknél az átmeneti állapot vizsgálatához az aktuális alak és méret szerinti  $c_{pe}$  külső alaki tényezőt kell a szélteher számításában használni.

A még nem kellően merev, illetve merevített szerkezeti részeknél a végleges állapot vizsgálatától eltérő módszerekre, így részletes dinamikai vizsgálatra is szükség lehet.

Ha dinamikus vizsgálatra nincs szükség, az építés ideiglenes, rövidebb időszakú jellege miatt a szélesebesség, mint klimatikus hatás karakterisztikus értékét *rövidebb visszatérési periódus* alapján is fel lehet venni. Az EN 1991-1-6 ajánlása szerint azonban – földrajzi elhelyezkedéstől és időjárási viszonyoktól függetlenül – a szélesebesség figyelembe veendő értéke 3 hónapnál rövid építési időszak esetén sem lehet kisebb, mint  $v_{b0} = 20$  m/sec.<sup>†</sup>

Szerkezeti elemek emelésénél, mozgatásánál szükségessé válhat annak ellenőrzése és előírása, hogy a műveletet milyen maximális szélesebesség mellett lehet még elvégezni.

### 13.5. Az építési terhek

Az építési (constructional) terhek kizárólag az építési folyamat keretén belül, a megvalósítás érdekében végzett építési-szerelési tevékenységből származóan lépnek fel a részben elkészült szerkezeteken. Az ilyen terhek tulajdonképpen az építés közbeni hasznos terheknek felelnek meg.<sup>‡</sup>

Az építési terhek önállóan, vagy különböző típusú építési terhek csoportjaként jelenhetnek meg. Ezek a terhek egyidejűleg működőnek tekintendők a többi lehetséges általános hatással.

Mivel az építési terhek jellegük szerint nem rögzített hatások, ezért azokat tehersémák alkalmazásával, a szóba jöhető legkedvezőtlenebb teherelrendezésekben kell figyelembe venni.

#### 13.5.1 Általános jellemzők

13-2. táblázat

Az építési terhek általános jellemzői		
Időbeli változás szerint	esetleges	
Eredet szerint	közvetlen	
Térbeli változás szerint	nem rögzített	
Jelleg szerint	statikus / dinamikus	
Parciális (biztonsági) tényezők	$\gamma_0 = 1,50$	ideiglenes tervezési helyzetekben belül teherbírási határállapotban
	$\gamma_0 = 1,0$	ideiglenes tervezési helyzetekben belül, használati határállapotban
	$\gamma_A = 1,0$	rendkívüli tervezési helyzetben
Kombinációs (egyidejűségi) tényező	javasolt érték: $\psi_0 = 1,0$ de nem kisebb, mint 0,6	ideiglenes tervezési helyzetekben
A gyakori teherrészt megadó tényező	Építési terhekre nem használatos	
A kvázi-állandó teherrészt megadó tényező	$\psi_{2,min} = 0,20$	ideiglenes tervezési helyzetekben

\* 3 napnál rövidebb ideig tartó építési munkálatokhoz statisztikai megfontolások helyett az építési helyszínrre vonatkozó megbízható meteorológiai előrejelzésekből kell kiindulni.

† Magyarországon ez alig kisebb, mint az 50 éves átlagos visszatérési periódushoz tartozó  $v_{b0} = 23,6$  m/s.

‡ Mindez nem zárja ki, hogy a végleges hasznos terhek vagy azok egy része már az építési folyamat során, az építési terhekkel egyidejűleg a szerkezetre kerüljön.



## 13.5.2 Az építési terhek fajtái

Az építési-szerelési tevékenység végrehajtásából származó hatásokat a 13-3. táblázat foglalja össze:

13-3. táblázat

Az építési teherfajták jellemzői				
típusa	jele	Az építési teher		Egyéb szabályozások
		leírása	javasolt értékei	
Emberek és kéziszerszámok	$Q_{ca}$	Építéshelyi dolgozók, irányítók és látogatók, valamint az egyszerű kézi szerszámok és eszközök súlya	$q_{ca,k} = 1,0 \text{ kN/m}^2$ <i>a szóba jöhető legkedvezőbb elrendezésben</i>	Nemzeti Melléklet <sup>1</sup> ; a konkrét létesítmény tervdokumentációja <sup>2</sup>
Tárolt anyagok	$Q_{cb}$	Építési és szerelési anyagok, előregyártott egységek és berendezések súlya	Épületekre nincs adat.	Nemzeti Melléklet <sup>1</sup> ; a konkrét létesítmény tervdokumentációja <sup>2</sup>
Ideiglenes berendezések	$Q_{cc}$	Az építés, illetve az anyagmozgatás segédszerkezetei: zsaluelemek, állványok, konténerek, sajtók, ellensúlyok stb. súlya	$q_{ca,k} = 0,5 \text{ kN/m}^2$ <i>(minimális érték pontosabb adatok hiányában)</i>	Vonatkozó CEN elírások: EN 12811 zsaluzatokra, EN 12812 állványokra stb.
Athelyezhető nehéz gépek és berendezések	$Q_{cd}$	Nehéz, mozgatható berendezések és gépek: emelő- és szállító berendezések (liftek, daruk, járművek), energiaszolgáltató és -elosztó egységek stb. súlya	A konkrét berendezés ismeretében kell meghatározni.	ENV 1991-2 [23] járművekre; MSZ ENV 1991-1-5[21], EN 1991-3 [22] darukra, egyéb gépi berendezésekre
Felhalmozódott építési hulladékok	$Q_{ce}$	Felhalmozott felesleges építési anyagok: maradék- és hulladékanyagok, bontási törmelék, kiemelt talaj stb. súlyhatása vízszintes, ferde és függőleges szerkezeti elemekre	Nagyságban, térben és időben rendkívül változékony hatások!	-
A nem végleges állapotú szerkezet hatásai	$Q_{cf}$	A szerkezet által a végleges állapotot megelőző ideiglenes helyzetekben okozott hatások: a nyers beton súlya, elemcsúszás beemeléskor stb.	A kivitelezési eljárás ismeretében tervezendők.	Betonozási terhekre lásd a 13.5.3 szakaszt.

<sup>1</sup>Amíg a Nemzeti Melléklet nem jelenik meg, az EC által javasolt értéket célszerű figyelembe venni.  
<sup>2</sup>A számításba vett értéket a konkrét létesítményre vonatkozó tervben kell rögzíteni.

## 13.5.3 Építési teher betonozáskor

A monolit vasbeton födéme betonozásakor a zsaluzatra, illetve az azt alátámasztó tartószerkezetekre ható teher az építési terhek egyik gyakori és tipikus példája. A többféle, jelentős nagyságú, egyidejűleg fellépő és a födém bármely részén előforduló hatás kezelésének módjára az EN 1991-1-6 részletes szabályokat ad.

A vizsgálatot a teherelrendezéstől függően egy vagy két szomszédos födémmezőn kell elvégezni. Teherként a dolgozókat és eszközeiket ( $Q_{ca}$ ), a födém friss betonját ( $Q_{cf,3}$ ) a további bedolgozáshoz egy 3x3 m-es területen felhalmozott friss beton többletet ( $Q_{cf,2}$ ), valamint a zsaluzat és az azt alátámasztó szerkezetek súlyát egyidejűleg kell figyelembe venni. A terhek figyelembe veendő területi elrendezését és javasolt értékeit a 13-4. táblázat tartalmazza.

## 13.6. Építés közbeni rendkívüli terhek és hatások

Építés közben előforduló rendkívüli hatások között minden olyan rendkívüli (nem a rendeltetés szerű építési tevékenységből származó) hatást figyelembe kell venni, amely az épület teherhordó szerkezeti elemeinek tönkremenetelét eredményezheti. Ilyenek elsősorban az *építési járművek, daruk okozta ütközés, berendezések, építőanyagok leesése, végleges vagy ideiglenes támaszok tönkremenetel.*

Az ilyen terheknél a *dinamikus tényező* javasolt értéke: 2,0.

Az emberi balesetek okozta ütközési hatás is rendkívüli tehernek minősül, ennek értéke

- Eiesés jellegű balesetnél 2,5 kN erő egy 200 x 200 mm-es felületen
- Lezuhanás esetén 6,0 kN erő egy 300 x 300 mm-es felületen.

A *tűzhatás* lehetőségével is számolni kell.

13-4. táblázat

Födémbetonozás építési terhei				
A terhelt terület		A teher		
értelmezése	jele	fajtája	jele	értéke
A közvetlen munkaterületen kívüli rész	1	Dolgozók és eszközeik súlya	$Q_{ca}$	$0,75 \text{ kN/m}^2$
A közvetlen munkaterület ( $3 \times 3 \text{ m}$ )	2	A felhalmozott többlet friss beton súlya <sup>(1)</sup>	$Q_{ef,2}$	$\min\{0,75 \text{ kN/m}^2; 0,1 G_{ck}\}$ , de max. $1,50 \text{ kN/m}^2$ ( $G_{ck}$ a beépítendő friss beton súlya <sup>(2)</sup> )
A vizsgált teljes terület	3	A födém friss betonjának négyzetmétersúlya a tervezett vastagságnak megfelelően	$Q_{ef,3}$	A konkrét létesítmény és technológia ismeretében a tervező határozza meg
		Zsaluzat és alátámasztások súlya	$Q_{ec}$	

Friss beton felhalmozása mezőben

Friss beton felhalmozása támasz fölött

<sup>(1)</sup> A terv szerinti vastagságnak megfelelő betonmennyiségen felüli többlet, amely  $Q_{ca}$  értékét is magába foglalja.  
<sup>(2)</sup> Bár a szabvány nem fogalmaz egyértelműen,  $G_{ck}$  az adott betonozási egységben bedolgozandó frissbeton súlya.

Fenti adatok a betonpumpával történő betonozás esetére vonatkoznak. Konténeres betonozás esetén ennél kedvezőtlenebb teherrendezések is fellelhetnek.

## 14. Baleset jellegű rendkívüli hatások

Ez a fejezet olyan rendkívüli hatásokkal foglalkozik, amelyek nem egy rendeltetészerű működéshez kapcsolódó általános hatás kivételes megnyilvánulásai, hanem valamilyen emberi vagy technikai hibával összefüggő, baleseti jellegű rendkívüli eseményből származnak.\* Tartószerkezeteknél elsősorban az ütközésből és robbanásból származó rendkívüli hatások sorolhatók ebbe a körbe.

Az ilyen hatások figyelembevételére véglegesen elfogadott EN előírás még nincs. Az alábbiakban az MSZ ENV 1991-2-7 [19] angol nyelvű változatából azokat a hatásokat emeljük ki, amelyek épületek tartószerkezeteit is terhelhetik.

### 14.1. Következmény szerinti kategóriák

Rendkívüli hatásokat is tartalmazó tervezési helyzetek a hatás következménye szempontjából három kategóriába sorolhatók. A kategóriába sorolástól függően állapítható meg a tartószerkezet méretezésénél figyelembe veendő teher számításának módja, a hatás mértéke, valamint az alkalmazható méretezési eljárás.

14-1. táblázat

Kategóriába sorolás a következmények függvényében		
Kategória	A hatás következménye <sup>†</sup>	Figyelembevétel módja
1	korlátozott	A hatás külön figyelembe vételére nincs szükség.
2	közepes	A szerkezet sajátosságainak függvényében: <ul style="list-style-type: none"> <li>Egyszerűsített vizsgálat egyenértékű helyettesítő statikus hatással</li> <li>Tapasztalatokon alapuló tervezési/konstrukciós szabályok alkalmazása</li> </ul>
3	súlyos	Részletes dinamikus vizsgálat, nem lineáris modellek használata, teher és szerkezet kölcsönhatásának figyelembe vétele

A továbbiakban részletesebben csak az egyszerűsített vizsgálathoz szükséges egyenértékű statikus teher megállapítási módjával foglalkozunk.

\* Tehát nem tartoznak ide az embertől független természeti katasztrófák, de még a háborúk okozta „hatások” sem.

† A következményeket az ENV 1991-2-7 nem részletezi. Egyéb szabályozás hiányában az itteni három kategória a szerkezeti méretezésnél használatos első három fontossági kategóriának feleltethető meg (15-1. táblázat).

**14.2. Jármű ütközésből származó hatások**

Jármű által okozott ütközési teherrel elsősorban az alábbi épületfajtáknál kell számolni: parkolóházak, járművek behajtására alkalmas épületek, villás targoncát használó áruházak, raktárak, gépjármű közlekedési utak közelében álló épületek, helikopter leszállásra kiképezett zárófödémű épületek.

**14.2.1 Az egyenértékű statikus teher**

Ha az ütközési energiát elsősorban az ütköző jármű nyeli el, az egyenértékű helyettesítő statikus teher jellemzői gépjárműveknél a 14-2. és a 14-3. táblázatok, helikopter baleset esetén a 14-4. táblázat adatai szerint határozhatók meg.

14-2. táblázat

Gépjármű-ütközés egyenértékű statikus terhe függőleges tartószerkezeteken <sup>(1)</sup>				
A forgalom helye	Jármű típusa	Vízszintes ütközési erő nagysága <sup>(2)</sup>		Ütközési erő eredőjének magassága az út szintje fölött <i>h</i> [m]
		a kijelölt haladási irányban	a kijelölt haladási irányra merőlegesen	
		$F_{d,x}$ [kN]	$F_{d,y}$ [kN]	
országút	teherautó, autóbusz	1000	500	Személygépkocsi: 0,50 Teherautó: 1,25 Villás targonca: 0,75
lakott terület	teherautó, autóbusz	500	250	
épület udvara	csak személygépkocsi	50	25	
	teherautók	150	75	
parkoló	csak személygépkocsi	40	25	
raktárak	villás targonca	$5W$ <sup>(3)</sup>		

<sup>(1)</sup> Az adatok szokásos kialakítású és burkolatú, külön ütközés elleni védelemmel nem ellátott szerkezeti elemekre (oszlopokra, pillérekre, falakra) vonatkoznak. Az ütközési erő nem függ a szerkezet anyagától.  
A táblázat adatai ajánlások, azokat a Nemzeti Melléklet még módosíthatja.

<sup>(2)</sup> Az  $F_{d,x}$  és  $F_{d,y}$  erőket nem kell egyidejűleg figyelembe venni.

<sup>(3)</sup>  $W$  a targonca bruttó súlya (önsúly plusz a megengedett terhelés)

14-3. táblázat

Gépjármű-ütközés egyenértékű statikus terhe vízszintes tartószerkezeteken	
Egy közlekedési sáv feletti vízszintes tartószerkezeteken csak akkor kell ütközési teherrel számolni, ha a minimálisan előírt (közúti) ürszelvényt nem biztosítják, illetve más alkalmas védelmi intézkedés nem zárja ki az ütközés lehetőségét. Ellenkező esetben az alábbi ütközési terheket kell figyelembe venni:	
<p><b>a) függőleges felületeken</b> az ütközési teher tervezési értéke <math>F = rF_{d,x}</math>, ahol <math>F_{d,x}</math> a függőleges tartószerkezeti elemeken figyelembe veendő ütközési erő a 14-2. táblázat szerint, <math>r</math> az alábbi ábra melletti diagram szerint veendő fel.</p>	<p><b>b) alsó vízszintes felületeken,</b> gerendákon az ütközési erő egyezik a függőleges felületeken figyelembe veendő, a) szakasz szerinti erővel, de hatásvonala 10°-os ferdeséggel felfelé mutat.</p>
<p>Ütközési terhek vízszintes elemeken</p> <p>Az <math>r</math> tényező értéke</p>	
A $h$ magasság az ábrákon az útfelülettől értendő.	

\* A vasúti pályák és hajózó utak közelében levő építmények ilyen jellegű ütközési terheivel a segédlet nem foglalkozik. Erre vonatkozó adatok az ENV 1991-2-7-ben találhatóak.

Baleset jellegű rendkívüli hatások

Ha a szerkezetet úgy tervezik, hogy az ütközési energiát annak rugalmas-képlékeny deformációi nyeljék el, ezt az egyenértékű helyettesítő statikus teher meghatározásában figyelembe lehet venni. Részletek az ENV 1991-2-7 előszabványban találhatók.

14-4. táblázat

Helikopter-baleset egyenértékű statikus terhe			
Ilyen terhet csak helikopter leszállására kiképezett tetőkön kell figyelembe venni.			
A födémre ható teher a leszálló pálya bármely részén, valamint annak 7 m sugarú körzetében bárhol működhet.			
Az egyenértékű statikus teher tervezési értéke: $F_d = 100\sqrt{0,1Q_k}$ [kN] ahol $Q_k$ a helikopter felszállási összsúlya kN-ban	Az EN 1991-1-1 szerinti helikopter-típusokra:		
	géptípus	felszállási összsúly [kN]	$F_d$ [kN]
	HC1	20	141
	HC2	60	245

## 14.2.2 A számításba veendő ütközési felület

14-5. táblázat

Az *ütközési felület* (az ütközési erő átadódási felülete) téglalap alakúnak tetelezhető fel, és nagysága  $A = bh$ , ahol  $b$  és  $h$  a felület szélessége, illetve magassága.

A különböző ütközési esetekhez tartozó ütközési felületek értékei a 14-5. táblázatból vehetők.

Az ütközési felületek adatai			
Szerkezeti elem	ütköző jármű fajtája	magasság $h$ [m]	szélesség $b$ [m]
Függőleges (oszlop, pillér, fal)	Személygépkocsi	0,25	$\min \left\{ \begin{matrix} 1,50 \\ s_z^{(1)} \end{matrix} \right\}$
	teherautó	0,50	
Vízszintes (gerenda, lemez)	bármely jármű	0,25	0,25
Tetőfödém	helikopter	2,0 x 2,0 m	

<sup>(1)</sup>  $s_z$  a függőleges szerkezeti elem szélessége

## 14.3. Robbanásból származó hatások

A robbanás, mint a levegővel keveredő gőzök és gázok heves kémiai reakciója, a tartószerkezetre lökeshullámokat fejt ki. Tökéletesen zárt, végtelenül merev és szilárd falú helyiségekben a gőz- vagy gázrobbanás 1000-1500 kN/m<sup>2</sup> nyomást is okozhat. A robbanás okozta nyomás korlátozása úgynevezett hasadó-nyíló felületek alkalmazásával lehetséges, amelyek meghatározott nyomás hatására mennek tönkre.

Az alábbiakban az egyenértékű statikus teher felvételének és alkalmazásának kétféle módját ismertetjük. Ez a teher a 14-1. táblázat szerinti 2. kategóriájú épületek meghatározott nagyságú hasadó-nyíló felülettel ellátott, egyedi helyiségeinek vizsgálatára használható.

a) Minden kulcsfontosságú elem és azok csomópontjai egy fiktív statikus nyomás alapján méretezendők, amely a tér minden irányában azonos intenzitással működik:

$$p_d = 20 \text{ kN/m}^2$$

E hatással együtt kezelendők mindazon terhek, amelyek a vizsgált elemre reakcióként az ugyanilyen nyomásnak kitett csatlakozó épületelemekről adódnak át.

b) Földgáz eredetű gázok belső térben történő robbanásából a kulcsfontosságú elemekre számításba veendő egyenértékű statikus nyomás két érték közül a nagyobbik:

$$p_d = \max \left\{ \begin{matrix} 3 + p_v \\ 3 + p_v / 2 + 0,04 / (A_v / V)^2 \end{matrix} \right\}$$

A fenti összefüggésekben  $p_v$  a hasadó-nyíló felület tönkremeneteléhez (vagy megnyílásához) tartozó egyenletesen megoszló statikus nyomás kN/m<sup>2</sup>-ben;  $A_v$  a hasadó-nyíló felületek nagysága m<sup>2</sup>-ben;  $V$  a helyiség térfogata m<sup>3</sup>-ben, amely nem lehet nagyobb 1000 m<sup>3</sup>-nél.

A  $p_d$  robbanási nyomás egyidejűleg hat a vizsgált helyiséget körülvevő összes felületre.

Ez a számítás mód csak  $p_v \leq 2 \text{ kN/m}^2$  nyomást elviselő hasadó-nyíló felületek alkalmazása esetén javasolható.

\* Ez az eset már általában a tartószerkezet részleges károsodását is jelenti.

## 15. A földrengési hatásokból keletkező terhek

Épületek, építmények földrengési hatásokra való méretezésével külön Eurocode szabvány, az EN 1998 (a továbbiakban EC-8) foglalkozik. Az alábbiakban a földrengési hatásokból keletkező terhek meghatározásának módját ismertetjük az említett szabvány előírásai alapján.

Földrengések hatására az épületek mozgásba jönnek, és az épületrészekre a tömegükkel és a gyorsulásukkal arányos tehetetlenségi erők hatnak. Így a földrengésre való méretezés visszavezethető egy földrengési teherre való vizsgálatra. Épületszerkezetek esetében Magyarországon a függőleges gyorsulásokat nem kell figyelembe venni, így a méretezésben csak vízszintes terhekkel kell számolni.

Általános esetben ezeket a terheket a rezgésalakoknak megfelelő megoszlásban kell működtetni az épületen. Az általános eset vizsgálata természetesen nem része a jelen segédletnek.

Egyszerűbb esetekben, ha a szerkezetet egyetlen elmozdulással tudjuk jellemezni (ilyenek általában pl. az egyszintes szerkezetek), a földrengési teher is egyetlen erővel jellemezhető. Ezt tárgyaljuk a 15.3. és 15.4. alfejezetekben. Ha az épület kialakítása a függőleges síkban „szabályos”, akkor a rezgésalak szerinti tehereloszlás egy egyszerűsített eloszlással helyettesíthető, ezt fogjuk megadni a 15.5. alfejezetben. (A magasság menti szabályosság kritériumait szintén ebben az alfejezetben adjuk meg.)

Az alábbiakban csak az épületszerkezetekre vonatkozó földrengésterheket tárgyaljuk. A hidakra, víztornyokra stb. ható terhekről az EC-8 külön intézkedik (ezeket nem ismertetjük), az atomerőmű és a nagyméretű duzzasztógát pedig nem is tárgya a szabványnak.

Az EC-8 első kötetét [30] ugyan már hivatalosan életbe léptette az MSZT, de a hozzá tartozó Nemzeti Melléklet még nem készült el. Az alábbiakban a korábbi változat során elfogadott Nemzeti Alkalmazási Dokumentumban [41] található zónabeosztást fogjuk megadni, illetve a nemzetek által meghatározott paraméterekre (NDP) az Eurocode-8 ajánlásait fogjuk ismertetni.

### 15.1. Alapkövetelmények

Az EC-8 szerint méretezett szerkezetek hármass követelménynek kell, hogy megfeleljenek:

- el kell kerülni az emberi élet kioltását, még nagy (ritkán bekövetkező) földrengés esetében is,
- korlátozni kell a bekövetkező károkat közepes (gyakran bekövetkező) földrengések esetében,
- biztosítani kell, hogy a létfontosságú létesítmények (pl. kórházak, tűzoltóságok, erőművek) használhatóak maradjanak.

A fentieknek megfelelően (az EC-8 szerint) egy épületnek eleget kell tennie mind a teherbírási (*no-collapse requirement*), mind pedig a korlátozott károk (*damage limitation requirement*) követelményének.

A teherbírási követelmény szerint az épület nem dőlhet össze (de károsodhat) egy olyan földrengés hatására, amelynek túllépési valószínűsége 50 év alatt 10%. Ez megfelel a 475 éves átlagos visszatérési periódusú földrengésnek.

A korlátozott károk követelménye szerint az épület nem károsodhat jelentősen egy olyan földrengés hatására, amelynek túllépési valószínűsége 10 év alatt 10%. Ez megfelel a 95 éves átlagos visszatérési periódusú földrengésnek.

Létfontosságú létesítmények tervezésénél többletbiztonságot kell figyelembe venni. Ezt tartalmazza az ún. fontossági tényező, amely (általában) növeli a szeizmikus hatást (15-1. táblázat).

15-1. táblázat

Épületek fontossági osztályai és fontossági tényezői		$\gamma_1$
I.	Az emberek biztonsága szempontjából kisebb jelentőségű (pl. mezőgazdasági) épület	0.8
II.	Átlagos épület, amely nem tartozik a másik három kategóriába	1.0
III.	Épületek, amelyek összeomlása különösen veszélyezteti az emberi életet (iskolák, gyülekezési helyek, kulturális létesítmények)	1.2
IV.	Épületek, amelyek épsége elsőrendű fontosságú egy földrengés alatt (kórházak, tűzoltóságok, erőművek)	1.4

## 15.2. A földrengés okozta gyorsulások

A földrengés következtében a talajban időben változó elmozdulások és gyorsulások keletkeznek. Az épületek szeizmikus vizsgálata a gyorsulások figyelembevételén alapszik. A gyorsulásnak egyaránt van függőleges és vízszintes összetevője.

Magyarországon a lehetséges *függőleges gyorsulások* értéke olyan, hogy azok nem okoznak mértékadó igénybevételeket, így számításba vételükre általában nincs szükség.

A *vízszintes gyorsulások* számításba vételének kiindulási értéke a sziklán megadott maximális gyorsulás, amelynek összefüggése:

$$a_g = \gamma a_{gR}$$

ahol  $a_{gR}$  a sziklán megadott maximális gyorsulás referenciaértéke, amely zónánként különbözik (15-1. ábra),  $\gamma$  pedig a 15-1. táblázat szerinti fontossági tényező.

Magyarország szeizmikus zónabeosztása [41] követi a megyehatárokat (15-1. ábra). Az egyes zónákban figyelembe veendő *vízszintes talajgyorsulások* szintén az ábrán találhatóak. (Az I. jelű, legenyhébb szeizmikus zónának megfelelő terület Magyarországon nem található.)

A maximális tervezési talajgyorsulás ezek szerint  $a_{gR} = 0.1 g$  ( $g=9.81 \text{ m/s}^2$ )\*



15-1. ábra. Magyarország zónatérképe és a sziklán megadott maximális vízszintes gyorsulás referenciaértéke az egyes zónákban

## 15.3. Teherbirási követelmények

### 15.3.1 A számításba veendő hatáskombináció

A teherbirás vizsgálatához az EC-0 szerint a szeizmikus tervezési helyzethez tartozó hatáskombináció(ka)t kell figyelembe venni. (lásd a 4.1. szakasz 4-3. táblázatát).

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ " + " } A_{Ed} \text{ " + " } \sum_{i \geq 1} \psi_{E,i} Q_{k,i}$$

ahol

$$\psi_{E,i} = \varphi \cdot \psi_{2,i}$$

Ennek alapján a szélterhet, mint esetleges terhet nem kell a földrengésterhrel együtt figyelembe venni (mivel  $\psi_{2,w} = 0$ ), az önsúlyterheknek az alapértékét (karakterisztikus érték) kell használni ( $G_k$ ) és a hasznos terhek alapértékének ( $Q_k$ ) a kvázi-állandó részével kell számolni. A  $\psi_{2,i}$  tényező értékei a 3.7. fejezetben találhatóak. A  $\varphi$  ( $\leq 1$ ) értékét az EC-8 tartalmazza, de általában 1,0-re vehető fel.

A teherbirás ellenőrzéséhez a szilárdságok *tervezési értékét* kell figyelembe venni.

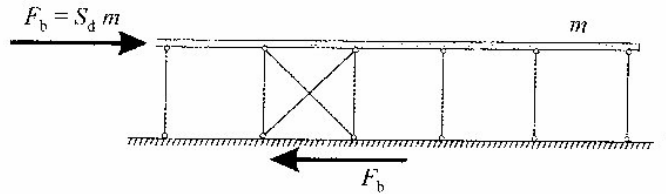
\* Megjegyezzük, hogy a FIR [39] szerinti maximális csúcsgyorsulási érték ennél 50%-kal magasabb:  $a_{gR} = 1.46 \text{ m/s}^2$ .



### 15.3.2 A földrengésből származó eltolóerő

Egy egyszintes épületre jutó földrengési teher az alábbiak szerint modellezhető.

Az egyszintes épület tömegét a földem szintjében koncentrálhatjuk. A földem szintjén ekkor egy  $F_b$  eltolóerőt kell működtetni (15-2. ábra):



15-2. ábra. Egy szabadságfokú rendszerre ható földrengéstehet

$F_b$  a teljes földrengési teher, egyezik a maximális nyíróerő értékével, ezért eltolóerőnek, vagy alapnyíróerőnek (base shear force) is nevezik. Az eltolóerő értéke az

$$F_b = S_d m$$

összefüggésből kapható, ahol:

$m$  a földemben koncentrált tömeg, amely célszerűen a földem tömegének tervszerinti (karakterisztikus) értéke, plusz az oldalfalak tömegének a fele, és az esetleges terhek a  $\psi_{Ei}$  tényezővel szorzott értékének összege.

$S_d$  az ún. tervezési (pseudó) gyorsulási válasz spektrum értéke.

### 15.3.3 A tervezési gyorsulási válasz spektrum

A gyorsulási válasz spektrum azt mutatja meg, hogy az adott tömegnek mekkora a várható gyorsulása. Értéke függ a

- a terület szeizmicitásától,
- az épület szabad rezgésidejétől (azaz merevségétől),
- az épület alatti talajtól,
- az épület duktilitásától (képlékeny deformációs képességétől) és
- az épület fontosságától.

A vízszintes tervezési gyorsulási válasz spektrum,  $S_d$  képletei a 15-2. táblázatban találhatóak.

15-2. táblázat

A tervezési gyorsulási válaszspektrum	
Rezgésidő szerinti tartomány	$S_d$
$0 \leq T \leq T_B$	$a_g S \left[ \frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \left( \frac{2.5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]$
$T_B \leq T \leq T_C$	$a_g S \frac{2.5}{q}$
$T_C \leq T \leq T_D$	$\max \left\{ a_g S \frac{2.5 T_C}{q T}; 0.2 a_g \right\}$
$T_D \leq T$	$\max \left\{ a_g S \frac{2.5 T_C T_D}{q T^2}; 0.2 a_g \right\}$

Az utolsó két sor kettős feltétele azt fejezi ki, hogy jóllehet, egy nagyon lágy szerkezet „kitér” a földrengés elől, a tervezési spektrumnak van egy alsó platója ( $0,2 a_g$ ), amelynél a tervezési gyorsulás nem lehet kisebb.

A képletekben :

$a_g$  a sziklán megadott maximális tervezési gyorsulás 15.2. szakasz szerint

$S$  az ún. talajszorzó a 15-4. táblázat szerint

$T_B, T_C, T_D$  az  $S_d$  görbe töréspontjait azonosító rezgésidők a 15-4. táblázat szerint,

$q$  az ún. viselkedési tényező,

$T$  a szabad rezgést végző szerkezet rezgésideje.

A  $q$  viselkedési tényező a szerkezet képlékenyedő képességét veszi figyelembe. A  $q=1,5$  értéket mindig szabad alkalmazni, ha ennél nagyobb értéket használunk, akkor a szokványostól eltérő módon kell méreteznünk a teherhordó szerkezeteket.\* (Megjegyezzük, hogy  $q$  értéke akár 6,0 is lehet.)

Szabad rezgést végző, 40 m-nél alacsonyabb épületek legkisebb  $T$  rezgésidőjének becslésére az EC-8 az alábbi képletet javasolja:

$$T=C_1 H^{1/4}$$

ahol:  $H$  az épület magassága méterben,  
 $C_1=0,085$  (merevítetlen) acél keretszerkezetek esetében,  
 $C_1=0,075$  vasbeton keretszerkezetek esetében, és különösen merevített acél keretszerkezetekre,  
 (Az acélszerkezet merevítését különösen tekintjük, ha az acél rácsos tartó rúdjai nem egy pontban metszik egymást, és így a rácsos szerkezetben nemcsak normálerők keletkeznek.)  
 $C_1=0,050$  egyébként (beleértve a központosan merevített acél keretszerkezeteket).  
 Falazott szerkezetekről az EC-8 nem intézkedik, erre a javasolt érték  $C_1=0,025$ .

A tervezési gyorsulási válaszspektrumok jelentős mértékben függenek a talaj típusától, valamint a földrengés típusától.

Az EC-8 a talajokat 15-3. táblázat szerint osztályozza.

15-3. táblázat

A talajok osztályozása	
Talajosztály	Talaj jellemzői
A	szikla, legfeljebb 5 m-es gyengébb réteggel a felszínen
B	tömör homokréteg, kavics, vagy kemény agyag legalább több tíz m vastagságban, a mélységgel javuló jellemzőkkel
C	tömör vagy közepesen tömör homok, kavics, vagy kemény agyag, több 10 vagy 100 m vastagságban
D	laza vagy közepesen tömör kohézió nélküli talaj; vagy lágától közepesig terjedő kohéziós talajok
E	üledékes réteg a felszínen, 5 és 20 m közti C és D típusú rétegekkel, alul merevebb talajjal

Az EC-8 további két talajt is definiál.  $S_1$ : réteges talaj, puha agyagból, magas víztartalommal;  
 $S_2$ : folyósódásra hajlamos talaj. Ezekre azonban nincsenek megadva sem a talajszorzó, sem a válaszspektrum görbe töréspontjainak koordinátái, azokat kísérletekből kell meghatározni.

Az EC-8 két földrengés típust különböztet meg (1. és 2. típus). Magyarországon még nincs eldöntve, hogy kell-e mind a két földrengés típust alkalmazni, lehetséges, hogy a magyar Nemzeti Melléklet csak az 1. típust fogja előírni.

A 15-4. táblázat mindkét földrengés típushoz megadja a tervezési válaszspektrum meghatározásához szükséges  $S$  talajszorzót és a válaszspektrum görbe töréspontjaihoz tartozó szerkezeti rezgésidőket. Biztonsággal alkalmazhatjuk a két típus alapján számított  $S_d$ -k közül a nagyobbat.

15-4. táblázat

A talajszorzók és a válaszspektrum töréspontjaihoz tartozó rezgésidők értékei					
1. típusú földrengés			2. típusú földrengés		
talajosztály	$S$	$T_B$	$T_C$	$T_D$	
A	1.0	0.15	0.4	2.0	
B	1.2	0.15	0.5		
C	1.15	0.20	0.6		
D	1.35	0.20	0.8		
E	1.4	0.15	0.5		
talajosztály	$S$	$T_B$	$T_C$	$T_D$	
A	1.0	0.05	0.25	1.2	
B	1.35	0.05	0.25		
C	1.5	0.10	0.25		
D	1.8	0.10	0.30		
E	1.6	0.05	0.25		

\*  $Q > 1.5$  esetében az ún. „capacity design”-t kell alkalmazni, amelynél vizsgálni kell a kialakuló képlékeny mechanizmust és a képlékeny csuklók deformációs képességét is.

15.3.4 A rugalmas gyorsulási válasz spektrum

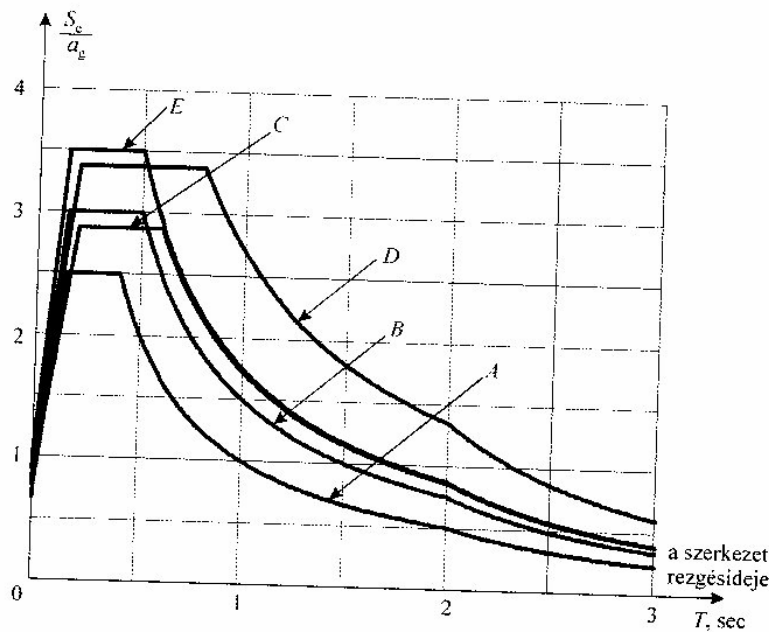
Az EC-8 a tervezési  $S_d$  gyorsulási válasz spektrum mellett értelmezi a rugalmas  $S_e$  gyorsulási válasz spektrumot is. A döntő különbség a kettő között az, hogy az utóbbiban a duktilitásnak megfelelő  $q$  csökkentő tényezőt nem vesszük figyelembe.

A vízszintes rugalmas gyorsulási válasz spektrum,  $S_e$  képletei a 15-5. táblázatban találhatók.

A rugalmas gyorsulási válaszspektrum	
Rezgésidő szerinti tartomány	$S_e$
$0 \leq T \leq T_B$	$a_g S \left[ 1 + \frac{T}{T_B} (2.5\eta - 1) \right]$
$T_B \leq T \leq T_C$	$a_g S \cdot 2.5\eta$
$T_C \leq T \leq T_D$	$a_g S \cdot 2.5\eta \frac{T_C}{T}$
$T_D \leq T \leq 4 \text{ sec}$	$a_g S \cdot 2.5\eta \frac{T_C T_D}{T^2}$

15-5. táblázat. A vízszintes, rugalmas gyorsulási válasz spektrum.  $\eta$  a csillapítási korrekciós tényező\*, amelynek értéke 5%-os csillapítási mértéket feltételezve 1.)

A rugalmas válasz spektrum görbéit grafikusán is megadtuk (15-3. ábra); ez  $T \geq T_B$  esetén egyezik a tervezési válasz spektrummal, ha az 15-2. táblázat képleteibe  $q=1,0$  értéket helyettesítünk. Az ábrából világosan látszik, hogy a puha talajok jelentősen felerősítik a földrengés hatását.

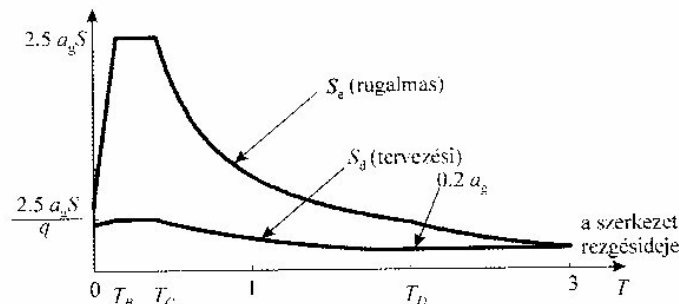


15-3. ábra. A rugalmas, gyorsulási válasz spektrum az 1. típusú földrengésre 5%-os csillapítási mértéket feltételezve. (Az A-E jelek a talajosztályokra utalnak, amelyek értelmezése a 15-3. táblázatban található.)

\*  $\eta$  a csillapítási korrekciós tényezőt a következőképpen számíthatjuk a szerkezet viszkozus csillapítási mértékéből ( $\xi$ ):

$$\eta = \max \left\{ \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}}; 0.55 \right\}$$

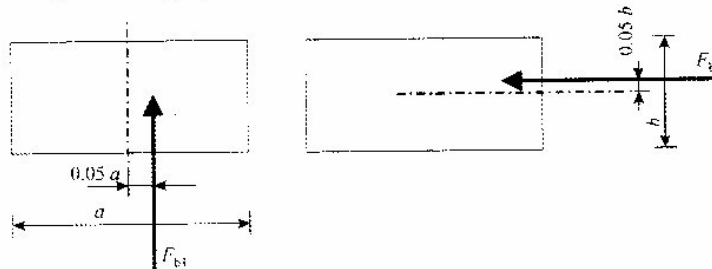
Összehasonlítás céljából sematikusan felrajzoltunk egy összetartozó rugalmas, illetve tervezési válaszspektrum görbét (15-4. ábra). Az ábra  $S_d$  görbén jól megfigyelhető, hogy a nagyobb rezgésidő tartományban a tervezési spektrumnak van egy alsó platója is ( $0.2 a_g$ ).



15-4. ábra. A rugalmas és a tervezési válaszspektrum ( $q=4.5$ )

15.3.5 Az eltolóerő alaprajzi elhelyezkedése

A kiszámított eltolóerőt alaprajzi értelemben 5%-os különítéssel kell működtetni a szerkezetre (15-5. ábra), amely a szélső merevítésekben megnöveli az igénybevételeket.



15-5. ábra. A földrengésteher eredőjének működtetése az alaprajzban.

A fenti vizsgálatok egyirányú földrengés teher számítását adták meg, de a földrengésnek két síkbeli komponense van és ezek együttes hatását is tekintetbe kell venni. Az egyik irányban a földrengést a teljes értékével, a rá merőleges irányban pedig a földrengésteher 30%-át kell egyidejűleg figyelembe venni. Vagyis pl. a 15-5. ábra esetében az  $F_{b1}$  erővel együtt a  $0.3F_{b2}$  erőt is, illetve az  $F_{b2}$  erővel együtt a  $0.3F_{b1}$  erőt is figyelembe kell venni.

15.4. Korlátozott károk követelménye

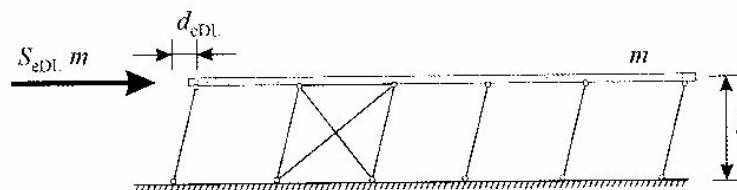
Az EC-8 szerint a korlátozott károk követelményét akkor elégítjük ki, ha az épület szintek közötti relatív eltolódása,  $d_{eDL}$  (angolul az „interstory drift”) nem haladja meg az alábbi értékeket:

ha az épülethez kapcsolt nem szerkezeti elemek ridegek:  $d_{eDL} \leq 0.005 h$ ,

ha a nem szerkezeti elemek duktilisak:  $d_{eDL} \leq 0.0075 h$ ,

ha a nem szerkezeti elemek úgy vannak csatlakoztatva a szerkezethez, hogy a szerkezet elmozdulásai nem hatnak rájuk:  $d_{eDL} \leq 0.01 h$ .

Egyszintes épület esetén a korlátozott károk követelményének vizsgálatában az eltolódások meghatározását a teherbírási vizsgálatához hasonló statikai modell szerint végezzük a 15-6. ábra szerint:



15-6. ábra. Egy szabadságfokú szerkezet földrengésterhe a „korlátozott károk követelményének” kielégítéséhez és a földem (relatív) elmozdulása

Az eltolódásokat egy olyan teherből számítjuk, amelyhez a rugalmas válaszspektrumot vesszük figyelembe, és a sziklán megadott gyorsulásokat csökkentjük.

Így a korlátozott károk követelményének vizsgálatához egy egyszintes épület földemen működtetendő eltolóerő:

$$F_b = S_{eDL} m$$

ahol:  $S_{eDL} = v S_e$

v a gyorsulás csökkentő szorzója, értéke függ az épület fontossági osztályától:

- I. és II. fontossági osztály esetén a csökkentő szorzó  $v=0.4$ ;
- III. és IV. fontossági osztály esetén pedig  $v=0.5$ .

(Az I-IV. fontossági osztályok a 15.1. táblázatban vannak definiálva.)

$S_e$  a vízszintes rugalmas gyorsulási válasz spektrum a 15-5. táblázat szerint.

### 15.5. A terhek megoszlása az épület magassága mentén

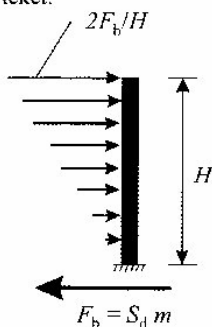
A földrengési teher arányos a tömeggel és a gyorsulással, az utóbbi az épület magassága mentén arányos a rezgésalak ordinátaival. Abban az esetben, ha az épület eleget tesz függőleges síkú szabályosság követelményének,\* és az első periódusidejére fennáll a

$$T_1 \leq \min\{2 \text{ sec}; 4T_C\}.$$

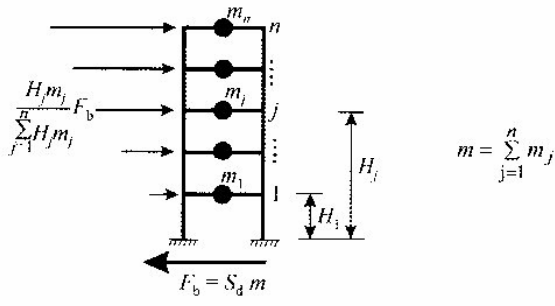
összefüggés (ahol  $T_C$ -t a 15-4. táblázat tartalmazza), akkor közelítően lineáris rezgésalakot tétélezhetünk fel.

Ekkor állandó tömegeloszlás esetében a szerkezetre egy háromszög alakban megoszló földrengésterhet kell működtetni (15-7. ábra), amelynek eredője megegyezik az alap feletti nyíróerővel ( $F_b$ ), amelyet az előzőekben tárgyalt módon a teherbírási követelmények esetén az  $F_b = S_d \cdot m$ , korlátozott károk követelménye esetén az  $F_b = S_{eDL} \cdot m$  képletek alapján számíthatunk. Az  $m$  tömeg ekkor az épület teljes tömege.

Ha a tömegek szintenként különbözőek, akkor a 15-8. ábra alapján számíthatjuk ki az egyes tömegpontokban ható földrengésterhek értékét.



15-7. ábra. Az épületre ható megoszló földrengésterhek egyenletes tömegeloszlás esetében



15-8. ábra. Az épületre ható földrengésterhek szintenként különböző tömegek esetében

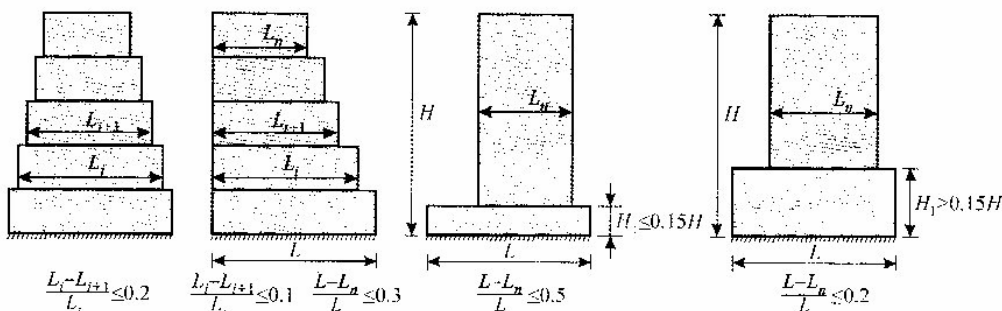
\* **Függőleges síkú szabályosság feltétele az Eurocode-8 szerint:**

A merevítő elemek függőlegesen az alaptól az épület tetejéig megszakítás nélkül kell, hogy fussanak.

Mind a merevség, mind pedig a tömeg konstans a magasság mentén, vagy csak kis mértékben csökken felfelé haladva. Ezt az Eurocode-8 a következőképpen értelmezi:

Ha az épület mérete szimmetrikusan csökken, akkor az egymást követő szintek szélessége nem változhat jobban, mint 20%, ha pedig nem szimmetrikus a csökkenés, akkor 10%. (Nem szimmetrikus csökkenés esetében a legfelső szint szélessége legfeljebb 30%-kal lehet keskenyebb, mint a legalsó.)

Ha csak egy visszaugrás van az épület magasságának alsó 15%-án belül, akkor ez legfeljebb 50%-os lehet, ha az alsó 15% fölött, akkor legfeljebb 20% lehet.



### 15.6. A maximális földrengéstéher egyszerű meghatározása

A szerkezetre ható földrengési teher eredőjére (vagyis az alapnyíróerőre,  $F_b$ -re) felső becslést adhatunk, ha figyelembe vesszük, hogy az  $S_d$  görbének platója van, és a maximális értéke  $2,5 \cdot a_g \cdot S/q$ .

Ennek alapján számítottuk ki a 15-6. táblázat adatait, amelyben a magyarországi zónabeosztás szerint adjuk meg a földrengéstérek eredőjét. Megjegyezzük, hogy ha a szerkezet rezgésideje,  $T$  meghaladja a  $T_c$  értékét (15-4. táblázat), akkor a 15-6. táblázat jelentősen túlbecsülheti a földrengéstérhet.

15-6. táblázat

A maximális földrengéstéher becslése			
Követelmény	Zóna		
	2.	3.	4.
teherbírási	$0.100 S Q$	$0.133 S Q$	$0.167 S Q$
koriátozott károk	$0.06 S Q$	$0.08 S Q$	$0.10 S Q$

A képletekben  $Q=mg$  a szerkezet súlya,  
 $S$  értékei a 15.4. táblázatban találhatók.

A táblázat képletei a szerkezetre ható földrengési teher eredőjének,  $F_b$ -nek felső becslését adják átlagos épület és a maximális  $S_d$  feltételezésével.

A teherbírás vizsgálatához  $q=1.5$  viselkedési tényezőt vettünk figyelembe.

A 15-6. táblázat értékeit természetesen szabad együtt alkalmazni a 4. alfejezetben közölt tehereloszlásokkal is.



## 16. Mellékletek

### A melléklet: Tervezési élettartamok

A-1. táblázat

Tervezési élettartamok		
Élettartam osztály	Előírt tervezési élettartam [év]	Példák
1	10	Ideiglenes tartószerkezetek <sup>(1)</sup>
2	10-25	Cserélhető tartószerkezeti részek, pl. darupálya-tartók, saruk
3	15-30	Mezőgazdasági és hasonló rendeltetésű épületek tartószerkezetei
4	50	Épületek tartószerkezetei és egyéb szokásos tartószerkezetek
5	100	Monumentális épületek tartószerkezetei, hidak és más építőmérnöki szerkezetek

<sup>(1)</sup> Az olyan tartószerkezetek és tartószerkezeti részek, amelyek újrafelhasználás céljából szétszerelhetők, nem tekinthetők ideiglenes szerkezetnek, hanem azokat az összesített használati időtartam alapján kell besorolni.

### B melléklet: Megbízhatósági szintek

Teherbírásra és használhatóságra eltérő megbízhatósági szinteket lehet alkalmazni.

B-1. táblázat

Megbízhatósági szintek és a $K_{FI}$ szorzó						
Károlyad szerinti osztály <sup>(2)</sup>	Leírás	Példák az épületek és az építőmérnöki szerkezetek köréből	Megbízhatósági osztály <sup>(2)</sup>	Tervellenőrzés szintje <sup>(2)</sup>	Helyszíni ellenőrzés szintje <sup>(2)</sup>	A hatásokat módosító $K_{FI}$ szorzó <sup>(1)</sup>
CC3	Az emberélet elvesztésének kockázata <b>nagy</b> , vagy a gazdasági, társadalmi, környezeti következmények <b>rendkívül jelentősek</b>	Lelátók. Közösségi épületek, ahol a tönkremenetellel járó kár nagy (pl. koncertterem)	RC3	DSL3	IL3	1,1
				Kibővített, független ellenőrzés		
CC2	Az emberélet elvesztésének kockázata <b>közepes</b> , vagy a gazdasági, társadalmi, környezeti következmények <b>számtottevők</b> .	Lakó- és irodaházak. Közösségi épületek, ahol a tönkremenetellel járó kár közepes (pl. irodaház)	RC2	DSL2	IL2	1,0
				Szokásos ellenőrzés a működési szabályzat keretei között		
CC1	Az emberélet elvesztésének kockázata <b>kicsi</b> , a gazdasági, társadalmi, környezeti következmények <b>nem jelentősek</b> , vagy <b>elhanyagolhatók</b>	Épületek, amelyekben szokásos esetben emberek nem tartózkodnak, pl. raktárak, növényházak, mezőgazdasági épületek	RC1	DSL1	IL1	0,9
				Önellenzés		

<sup>(1)</sup> 50 éves referencia időszakra, teherbírasi határállapotok esetén, fáradás kivételével.  
<sup>(2)</sup> A jelölések az eredeti angol nyelvű kifejezések kezdőbetűire utalnak:  
 CC: Consequences Class, RC: Reliability Class; DSL: Design Supervision Level; IL: Inspection Level.

A megbízhatósági szintek figyelembevételének egyik módja az adott tervezési helyzet szerinti kedvezőtlen *hatások*  $\gamma_F$  *parciális biztonsági tényezőjének módosítása egy  $K_{FI}$  szorzóval* (tartós tervezési helyzetekben, a tervellenőrzés és a helyszíni ellenőrzés azonos szintje mellett):

$$F_d = K_{FI} \gamma_F F_k \quad \text{ahol } F_d \text{ és } F_k \text{ a módosított kedvezőtlen hatás tervezési, illetve karakterisztikus értéke.}$$

A terv-, illetve helyszíni ellenőrzés szintjére vonatkozó táblázati adatok az adott megbízhatósági osztály teljesítéséhez előírt minimális szintek. Ha az ellenőrzés szintje ennél magasabb, ennek figyelembe vétele nem a terhek módosításával, hanem a tartószerkezeti ellenállás biztonsági tényezőjének csökkentésével lehetséges a vonatkozó EN 1192-EN 1999 szabványok szerint.

\* Teherbírasi határállapotban a  $K_{FI} \gamma_F$  szorzat ne legyen kisebb 1,0-nél (a szerzők javaslata).

C melléklet: A felszíni hőteher  $C_e$  és  $C_t$  tényezői

C-1. táblázat

A szél hatását figyelembevevő $C_e$ tényező (szél miatti tényező, tereptényező)		
Terep jellege	Leírás	$C_e$
Szeles	Sík, akadálymentes terep vagy terepkiemelkedés, ahol más építmények és a növényzet csak elhanyagolható védelmet nyújt a szél havat elhordó hatása ellen.	0,8
Szokásos	A terepviszonyok, a szomszédos építmények és/vagy a növényzet miatt a szél nem hordja le jelentős mennyiségben a havat a tetőkről.	1,0
Védett	A környezetnél alacsonyabb elhelyezkedés, magas fák és/vagy építmények fogják közre az épületet.	1,2

A szél miatti tényező meghatározáskor figyelembe kell venni a várható élettartam során a környezetben bekövetkező változásokat, mint pl. a növényzet növekedése, a környezet beépítése stb.

C-2. táblázat

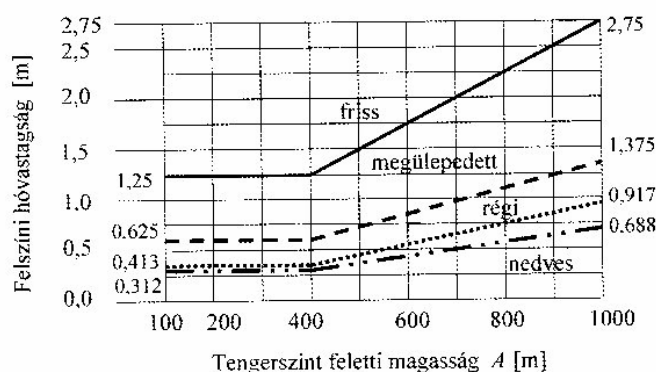
A $C_t$ hőmérsékleti tényező	$C_t$
általában	1,0
Nagy ( $>1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) hőátbocsátási tényezőjű tetők (pl. üvegtetők), ha a tető alatt fűtött tér található, a fűtés az élettartam során folyamatos, és e tényezőkben változás nem várható.	$< 1,0$

1,0-nél kisebb hőmérsékleti tényező használatát hőtechnikailag is igazolni kell!

## D melléklet: A hó átlagos térfogatsúlya és a felszíni hóvastagság

D-1. táblázat

A hó átlagos térfogatsúlya		
A hó állapota	A térfogatsúly	
	jele*	értéke [ $\text{kN/m}^3$ ]
Friss	$\gamma_{\text{fr}}$	1,0
Megülepedett (a havazás után több órával vagy nappal)	$\gamma_{\text{set}}$	2,0
Régi (a havazás után több héttel vagy hónappal)	$\gamma_{\text{old}}$	2,5 - 3,5
Nedves	$\gamma_{\text{wet}}$	4,0



D-1. ábra: A felszíni hóvastagság értékei a tengerszint feletti magasság és a hó állapota függvényében

\* Az EN 1991-1-3 a sűrűség általános  $\gamma$  jelén túl további megkülönböztetést nem tartalmaz. Célszerűségi okokból bevezettük a hó állapotának angol megnevezéseiből képzett indexeket: fr(fr), set(set), old(old), wet(wet).

E melléklet: Gyakrabban előforduló további tetőformák hőterhei

Donga alakú tetők

E-1. táblázat

Donga alakú tetők teherelrendezései és alaki tényezői		1. eset	2. eset				
		Felhalmozódás nélküli (a hőteher átrendeződése előtti) teherelrendezés	Felhalmozódást is tartalmazó, átrendeződés utáni teherelrendezés				
<p><b><math>\mu_3</math> alaki tényező</b></p> <table border="1"> <tr> <td><math>\beta &gt; 60^\circ</math></td> <td><math>\mu_3 = 0</math></td> </tr> <tr> <td><math>\beta \leq 60^\circ</math></td> <td><math>\mu_3 = \min \left\{ \begin{matrix} 0.2 + 10 \frac{h}{b} \\ 2.0 \end{matrix} \right.</math></td> </tr> </table> <p>ahol: <math>\beta</math> a donga helyi érintőjének a vízszintessel bezárt szöge</p>		$\beta > 60^\circ$	$\mu_3 = 0$	$\beta \leq 60^\circ$	$\mu_3 = \min \left\{ \begin{matrix} 0.2 + 10 \frac{h}{b} \\ 2.0 \end{matrix} \right.$		
$\beta > 60^\circ$	$\mu_3 = 0$						
$\beta \leq 60^\circ$	$\mu_3 = \min \left\{ \begin{matrix} 0.2 + 10 \frac{h}{b} \\ 2.0 \end{matrix} \right.$						
<p>Az ábrákon <math>h</math> a donga-rész nyílmagassága, <math>b</math> a támaszköze, <math>l_s</math> a <math>60^\circ</math>-nál laposabb, hóval terhelt tető-szakasz hossza.                  Fenti adatok hófogó nélküli tetőkre vonatkoznak.                  Ha nincs hófogó, a <math>60^\circ</math>-nál meredekebb tetőrészekről a hó azonnal lecsúszik</p>							

Sédtetők

Kimondottan sédtetőkkel (shed) az EN 1991-1-3 nem foglalkozik, de a korábbi magyar szabvány [34] külön tárgyalta.

Mivel a 8-7. táblázat szerinti összekapcsolt nyeregtetők alakja  $\alpha_2=90^\circ$  behelyettesítéssel a sédtető fogazott formájának felel meg, a megadott teherelrendezések és alaki tényezők a sédtetőkre is értelmezhetők (E-2. táblázat).

Ez az eljárás azonban csak  $30^\circ$ -nál meredekebb tetősíkok esetén lehet igaz korlátozás nélkül, amikor a hófelhalmozódás hossza bizonyosan a  $b$  mérettel egyezik (a. eset).  $30^\circ$ -nál nem meredekebb, lapos sédtetőkre az általános tetőformára megadott – tehát az EN 1991-1-3-ban közvetlenül nem szereplő, de azzal ellentmondásban nem álló – megoldás alkalmazását javasoljuk (b. eset). Az értelmezéshez lásd a 8-8. táblázatot és a 8-11. táblázatban a C helyet.

E-2. táblázat

a. eset 30°-nál meredekebb tetősíkok	b. eset 30°-nál nem meredekebb tetősíkok
<p>Hófelhalmozódás nélkül</p> <p><math>\mu_1(\alpha_1)</math></p> <p>Hófelhalmozódással</p> <p><math>\mu_2=1.6</math></p> <p><math>\mu_1(\alpha_1)</math></p> <p><math>\alpha_1=30^\circ</math> <math>\alpha_2=90^\circ</math> <math>\alpha_1=30^\circ</math> <math>\alpha_2=90^\circ</math></p> <p><math>b</math> <math>b</math></p>	<p>Hófelhalmozódás nélkül</p> <p><math>\mu_1(\alpha_1)=0.8</math></p> <p>Hófelhalmozódással</p> <p><math>\mu_w</math></p> <p><math>\mu_1(\alpha_1)=0.8</math> <math>\mu_1(\alpha_1)=0.8</math></p> <p><math>l_s</math> <math>l_s</math></p> <p><math>h</math></p> <p><math>\alpha_1=30^\circ</math> <math>\alpha_2=90^\circ</math> <math>\alpha_1=30^\circ</math> <math>\alpha_2=90^\circ</math></p> <p><math>b</math> <math>b</math></p>

**Meredek síkokkal határolt összekapcsolt tetők**

Meredek, 60°-nál meredekebb tetősíki összekapcsolt nyeregteretők közötti hózugokban jelentős hófelhalmozódás jöhet létre. Az ilyen tetőknél az EN 1991-1-3 fokozott gondosságot ír elő, de konkrét megoldási javaslatot nem ad.

Tartós/ideiglenes tervezési helyzetekben az általános tetőforma esetére adott eljárás (8-11. táblázat) az ilyen eset kezelésére is alkalmas. Az E-3. táblázatban a szimmetrikus kialakítású vápa hófelhalmozódás utáni teherelrendezésének és alaki tényezőjének számítási módját adjuk meg\*:

E-3. táblázat

**Meredek síkokkal határolt tető hózugának teherelrendezése és alaki tényezői**

Hóvastagság	Alaki tényező
$d_1 = \mu_{1,A} \frac{s_k}{\gamma_{set}}$	$\mu_{2,A} = 1,6 + 2,4 \frac{\alpha_1 - 60}{30} = 1,6 + 0,08(\alpha_1 - 60)$

A meredek tetőfelület melletti hófelhalmozódás felületi síkja nem lehet 60°-nál meredekebb. A legkedvezőtlenebb eset  $\beta=60^\circ$  esetén áll fenn.

A hófelhalmozódás hossza:  $l_{s1} = \max \left\{ \begin{matrix} 5,0 \text{ m} \\ 2d_1 \\ b_0 + b_1 \end{matrix} \right\} \leq 15 \text{ m}$

A fentiekben  $\gamma_{set} = 2 \text{ kN/m}^3$ , a megüledett hó térfogatsúlya;  
 $s_k$  a felszíni hőterhek karakterisztikus értéke.

**F melléklet: Lokális hőterhek a tetőn**

**A tető szélén túlnyúló hó**

A homlokzat elé konzolosan túlnyúló tetőrészekben az ott ható hőterhen felül ajánlatos figyelembe venni a tető szélén túlnyúló hó többletterhét is. A magyar Nemzeti Melléklet szerint azonban e terhek számításba vétele nem kötelező. Az EN 1991-1-3 az ide vonatkozó előírásokat csak 800 métert meghaladó tengerszint feletti magasság esetén javasolja alkalmazni.†

F-1. táblázat

**A tető szélén túlnyúló hóból származó többletterhek**

A túlnyúló hóból származó teher 1 m hosszón:  
 $s_e = \frac{k \cdot s^2}{\gamma_{old}} \text{ [kN/m]}$

$s \text{ [kN/m}^2\text{]}$	a vizsgált tetőn kialakuló legkedvezőtlenebb, hófelhalmozódás nélküli hőterhek ( $s = C_e C_t \mu_i s_k$ a 8.4.1 szakasz szerint)
$\gamma_{old} = 3 \text{ kN/m}^3$	a régi (tömörödött) hó átlagos térfogatsúlya
$d \text{ [m]}$	a tetőn lévő hó vastagsága méterben
$k$	a tetőn túlnyúló hó alaki tényezője; – mindig használható biztonságos értéke: $k=3$ ; – pontosabb meghatározása az alábbi táblázat szerint

A tetőn túlnyúló hó szabálytalan alakját figyelembe vevő szorzó

A tetőn lévő hó térfogatsúlya  $\gamma_{old}$  a  $d = s / \gamma_{old}$  összefüggéssel számítható.

\* A korábbi magyar szabvány [34] ezzel az esettel is külön foglalkozott.

† Magyarországon tehát tartószerkezeti vonatkozásban ez a teherfajta elhanyagolható. Ugyanakkor a lecsúszó, olvadó és újrafagyó hó okozta hófelgyülemelés jégcsapképződéssel párosulva nálunk is jó ismert jelenség, amely elsősorban az épületszerkezeteken (pl. eresz) okoz károkat. Ez indokolja, hogy segédletünkben erre a témára is kitértünk.

## Hófogók és akadályok hőterhei

Ferde vagy íves felületen a hó megcsúszhat. Ha a megcsúszni akaró hótömeget mozgásában valamilyen akadály (pl. hófogó, parapetfal) feltartja, a hótömeg az akadályra erőt fejt ki. A hó és a tető közötti súrlódási tényezőt zérusnak feltételezve, a csúszás irányában egységnyi széles szakaszon kifejtett  $F_s$  erő az *F-2. táblázat* szerint vehető fel:

F-2. táblázat

Hófogókra és akadályokra ható, megcsúszásból származó hőteher	
<p><math>F_s = s \cdot b \cdot \sin \alpha</math></p> <p>Hófogó vagy egyéb akadály</p> <p><math>h</math></p> <p><math>\alpha</math></p>	<p><math>s</math> [kN/m<sup>2</sup>] a vizsgált tetőn kialakuló legkedvezőtlenebb, hófelhalmozódás nélküli hőteher (<math>s = C_e \cdot C_t \cdot \mu_r \cdot s_k</math> a 8.4.1 szakasz szerint)</p> <p><math>b</math> [m] a terhelt akadály és a megcsúszó hó feletti első akadály (vagy a tetőgerinc) közötti vízszintes vetületi távolság.</p> <p><math>\alpha</math> a tető hajlásszöge a vízszinteshez képest <sup>(1)</sup></p> <p><sup>(1)</sup> Mivel a hóréteg alatt - pl. olvadás miatt - bármekkora tetőlejtés esetén kialakulhat csúszóréteg, az <math>\alpha</math> szög 30°-nál kisebb is lehet.</p>
	<p>Az <math>F_s</math> erő statikus jellegű teher, dinamikus összetevőt nem tartalmaz. Az erő a tető síkjával párhuzamos.</p>

## G melléklet: A szélesebesség és a torlónyomás meghatározása

A szélesebesség a torlónyomás számításához szükséges alapmennyiség, jellemzői pontosabb meteorológiai adatok hiányában az alábbiak szerint vehetők fel:

G-1. táblázat

Az átlagos szélesebesség alapértéke	
$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b0}$	
$v_b$	Az átlagos szélesebesség bázis (alap-) értéke a talajszint feletti 10 m magasságban, amely a szél irányától és a vizsgálat időszakától függő módosításokat is figyelembe veszi.
$v_{b0}$	Az átlagos szélesebesség kiindulási értéke Magyarországon: a sík terepszint feletti 10 méter magasságban fellépő 10 perces átlagos szélesebesség, amelynek éves túllépési valószínűsége 0,02. (meteorológiai adat!) általában $v_{b0} = 23,6$ m/s (85 km/óra), 3 hónapnál rövidebb időszakra 20,0 m/s (72 km/óra)
$c_{dir}$	Iránytényező, különböző irányokban eltérő lehet. Javasolt értékei: 1,0 (Az EC szerint, minden irányban) 0,85 (Az MSZ NAD visszavont verziója szerint, minden irányban)
$c_{season}$	szezonális (évszaktól függő) tényező, értéke általában 1,0. Ettől eltérő érték figyelembe vétele csak építés és szállítás közbeni állapotban vagy ideiglenes épületeknél javasolt.

A  $c_{dir}$  és a  $c_{season}$  tényezők általában a szokásosnál kedvezőbb szélhatások figyelembevételére szolgálnak, így az 1,0 érték biztonságosan használható.

G-2. táblázat

Átlagos szélesebesség a magasság függvényében						
$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$						
$v_m(z)$	Az átlagos szélesebesség értéke a terep szintje feletti $z$ magasságban.					
$c_r(z)$	Érdességi tényező: $c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$	ahol $z$ a terepszint feletti magasság az alábbi korlátokkal: $z < z_{min}$ esetén $z = z_{min}$ és $z \leq 200$ m				
	Terep (beépítettségi) kategória (a 9-2. táblázat szerint)	I	II	III	IV	
	Tereptényező	$k_r = 0,19 \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07}$	0,170	0,190	0,215	0,234
	Felületi érdesség mértéke	$z_0$ [m]	0,01	0,05	0,3	1,0
	Minimálisan figyelembe veendő magasság	$z_{min}$ [m]	1,0	2,0	5,0	10,0
$c_0(z)$	tagoltsági (domborzati) tényező (I-III. terepkategoriák esetén) Ha a terep átlagos lejtése az épület szél felőli oldalán $< 3^\circ$ , a domborzat szélesebességet növelő hatása elhanyagolható, és $c_0(z) = 1,0$ . Egyébként lásd az EN 1991-1-3 előírásait.					
$v_b$	az átlagos szélesebesség alapértéke a G-1. táblázat szerint					

Figyelembe kell venni az átlagos szélesség növekedését, amennyiben a vizsgált épület környezetében

- annak átlagos magasságánál kétszer magasabb épület, vagy
- hozzá közel elhelyezkedő épületek és/vagy más nagyobb objektumok vannak, valamint
- a terep átlagos lejtése az épület szél felőli oldalán  $\geq 3^\circ$

Ezekre az esetekre vonatkozó egyszerűsített eljárások az EN 1991-1-4 függelékében találhatók.

G-3. táblázat

A szélesség rövididejű ingadozásának hatása (turbulencia)		
Az átlagos szélesség kiindulási (bázis) értékének szórása: $\sigma_v = k_r \cdot k_i \cdot v_b$	$k_r$	terep tényező
	$k_i$	turbulencia tényező, javasolt értéke 1,0
	$v_b$	az átlagos szélesség alapértéke a G-1. táblázat szerint.
A szélesség ingadozásának intenzitási tényezője (variációs tényező) $I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)}$	$\sigma_v$	a szélesség (turbulencia) szórása az előzőek szerint
	$v_m(z)$	Az átlagos szélesség értéke z magasságban a G-2. táblázat szerint

A terepszint feletti z magasságban a szél torlónyomása a szélesség függvényeként határozandó meg.

G-4. táblázat

A torlónyomás értékei		
A torlónyomás alapértéke $q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad [\text{N/m}^2]$	$v_b$	Az átlagos szélesség alapértéke a G-1. táblázat szerint [m/s]
	$\rho$	A levegő sűrűsége: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ .
A torlónyomás csúcserőértéke z magasságban: $q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \rho \cdot v_m^2(z) \quad [\text{N/m}^2]$	$I_v(z)$	A szélesség ingadozásának variációs tényezője a G-3. táblázat szerint
	$v_m(z)$	Az átlagos szélesség értéke a G-2. táblázat szerint [m/s]

Az építési helyszín adottságaitól egyaránt függ a szélesség  $v_b$  átlagos kiindulási értéke, a  $c_{0i}(z)$  tagoltsági tényező és a  $k_i$  turbulencia tényező. Ha szokásos helyszíni adottságokat feltételezve az utóbbi kettőt 1,0-nek vesszük, értelmezhető a

$$c_e(z) = q_p(z) / q_b$$

fajlagos, dimenzió nélküli mennyiség, az úgynevezett *helyszíni tényező*, amely már csak a helyszín beépítési kategóriájától és a terepszint feletti z magasságtól függ, így értékei táblázatba illetve diagramba foglalhatók.\*

A helyszíni tényező használata egyszerűsítheti a számítást, mivel segítségével a torlónyomás a fentiek szerinti összetett algoritmus helyett a  $q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b$  összefüggésből is meghatározható.

## H melléklet: A szerkezeti tényező

A szerkezeti tényezővel figyelembe vehető, hogy a felületi torlónyomás csúcserőértéke és a turbulencia okozta szerkezeti lengések nem egyidőben fellépő hatások.

H-1. táblázat

A $c_s c_d$ szerkezeti tényező	
Az építmény jellege	A tényező értéke
15 méternél alacsonyabb épületek	1,0
5 Hz-nél nagyobb sajátfrekvenciájú homlokzati és tetőelemek <sup>(1)</sup>	
$h=100$ méternél nem magasabb, falakkal merevített vázas épületek, amelyek szélirányú mélysége nem nagyobb, mint $h/4$ .	
Egyéb esetek	Számításmód az EN 1991-1-4-ben
<sup>(1)</sup> Három méternél kisebb lengéshosszú elemek rendszerint kielégítik az adott feltételt. Ettől eltérő esetekre az EN 1991-1-4 módszert ad a sajátfrekvencia meghatározására.	

\* Az EN 1991-1-4 tartalmaz egy ilyen diagrammot, de hozzátartozó táblázat nélkül. Ha a 9.3. fejezetben megadott 9-3. táblázat, illetve 9-1. ábra alapján határozzuk meg a  $q_p(z)$  torlónyomást, az Eurocode diagramjára nincs szükség.

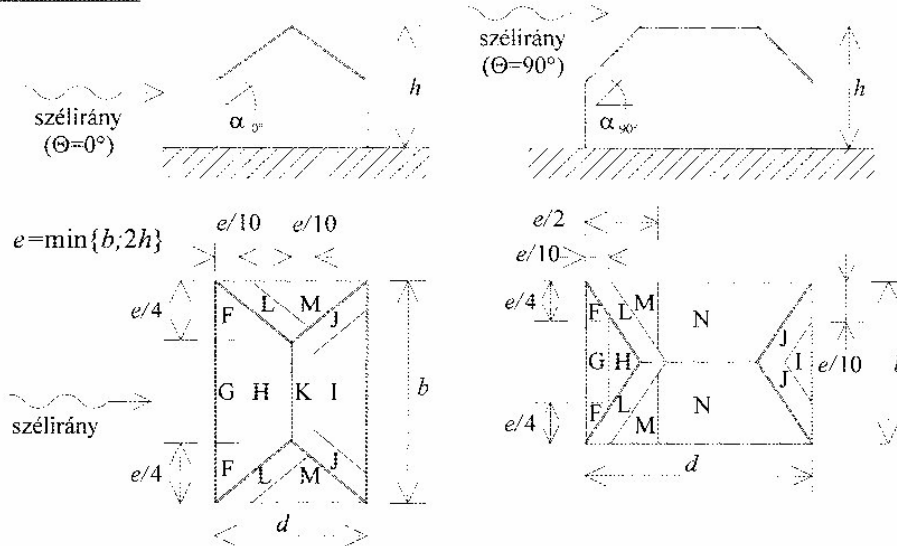


I melléklet: Gyakrabban előforduló speciális tetőformák szélterhei

Kontyolt nyeregtetők

Az  $\alpha=5^\circ$ -nál kisebb hajlásszögű tetőket lapostetőként kell kezelni.

Elrendezés és tetőzónák:



I-1. ábra

Referencia magasság:  $z_0=h$

Alaki tényezők:

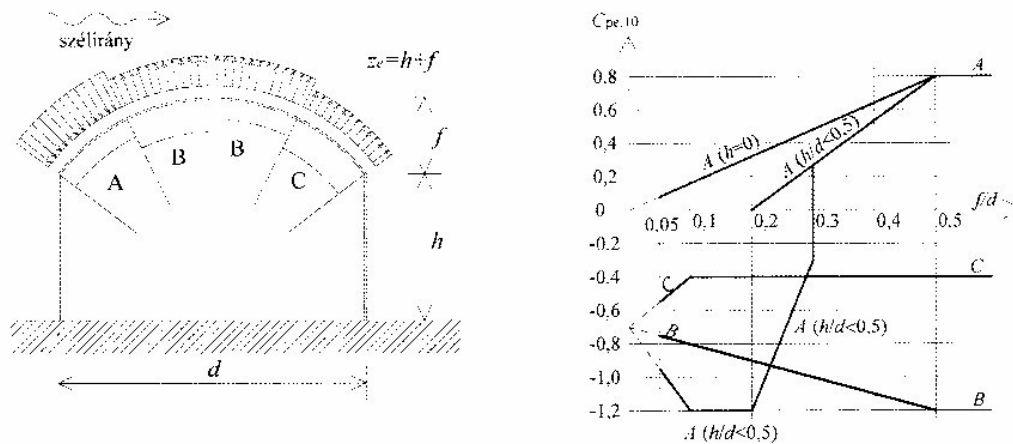
I-1. táblázat

Tetőszög hajlásszöge ( $\alpha$ )	Kontyolt nyeregtetők külső nyomási tényezői $C_{pe}$															
	Széltámadta oldal tetősíkja						Szélárnyékos oldal tetősíkja					Széliránnyal párhuzamos tetősíkok				
	F	G		H		I	J		K		L		M		N	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe}$
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,3	-0,6	-0,6	-0,6	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,4	
	0,0		0,0		0,0											
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,5	-1,0	-1,5	-1,2	-2,0	-1,4	-2,0	-0,6	-1,2	-0,3
	+0,2		+0,2		+0,2											
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4	-0,7	-1,2	-0,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,2	
	+0,5		+0,7		+0,4											
45°	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		-0,3	-0,6	-0,3	-0,3	-1,3	-2,0	-0,8	-1,2	-0,2	
	+0,7		+0,7		+0,6											
60°	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7		-0,3	-0,6	-0,3	-0,3	-1,2	-2,0	-0,4	-1,2	-0,2	
75°	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8		-0,3	-0,6	-0,3	-0,3	-1,2	-2,0	-0,4	-1,2	-0,2	

Közbeneső  $\alpha$  szögértékeknél lineáris interpoláció alkalmazható.

**Dongatetők**

Elrendezés és tetőzónák:



I-2. ábra

A dongatető a szélirány felől négy egyenlő középponti szögű zónára osztandó: A; B; B; C.

A zónákhoz tartozó alakí tényezők az ábra melletti grafikonról olvashatók le.

A töréspontokhoz tartozó értékek az I-2. táblázatban is megtalálhatók.

0 < h/d < 0,5 értékek között az alakí tényező (c<sub>pe,10</sub>) lineárisan interpolálható.

**Referencia magasság:**

A dongatető referenciamagassága a donga záradékának terepszint feletti magassága: z<sub>e</sub> = h + f

Alaki tényezők:

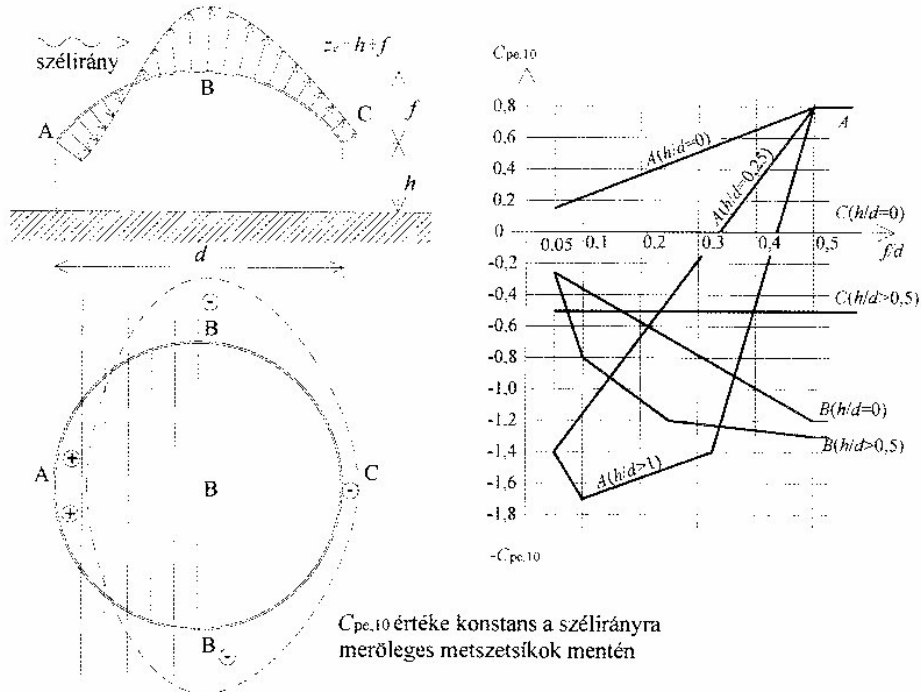
I-2. táblázat

Dongatetők külső nyomási tényezői		C <sub>pe,10</sub>					
h/d értéke	zóna	f/d értéke					
		0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	≥0,5
h/d=0	A	+0,08	+0,16	+0,32	+0,48	+0,64	+0,80
h/d≥0,5		-0,95	-1,20	-1,20	-0,30	0,00	+0,80
0≤h/d<0,5	B	-0,75	-0,80	-0,90	-1,00	-1,10	-1,20
	C	-0,55			-0,40		

A dongatető alatti függőleges falak külső alakí tényezőinek meghatározásához az épületek külső függőleges felületeire vonatkozó általános szabályokat kell alkalmazni a 9.5.5.1 szakasz szerint.

**Kupolák**

Elrendezés és tetőzónák:



$C_{pe,10}$  értéke konstans a szélirányra merőleges metszetsíkok mentén

1-3. ábra

Referencia magasság :

A kupola referenciamaagassága záradékpont terepszint feletti magassága:  $z_e = h + f$

Alaki tényezők:

1-3. táblázat

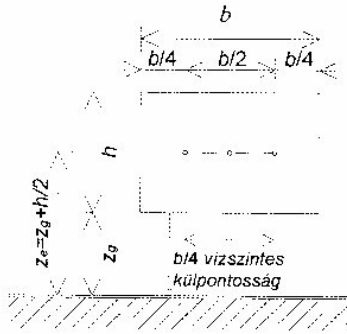
Körkupolák külső nyomási (alaki) tényezői		$C_{pe,10}$				
$h/d$ értéke	zóna	$f/d$ értéke				
		0,05	0,1	0,25	0,33	$\geq 0,5$
$h/d=0$	A	+0,13	+0,20	+0,43	+0,55	+0,8
	B	-0,26	-0,36	-0,68	-0,85	-1,20
	C	0				
$h/d=0,25$	A	-1,40	-1,16	-0,67	-0,01	+0,80
	B	-0,31	-0,56	-0,94	-1,04	-1,25
	C	-0,24				
$h/d=0,50$	A	-1,40	-1,34	-0,95	-0,47	+0,80
	B	-0,36	-0,75	-1,20	-1,23	-1,30
	C	-0,48				
$h/d \geq 1,0$	A	-1,40	-1,70	-1,51	-1,40	+0,80
	B	-0,36	-0,75	-1,20	-1,23	-1,30
	C	-0,48				

A szélirányra merőleges metszetsíkokhoz tartozó alaki tényező értékeket az A és B, illetve a B és C között az alapkör szerinti ívhosszak aránya szerinti lineáris interpolációval szabad meghatározni.

## J melléklet: Szabadon álló táblák, zászlók és egyéb szerkezeti elemek szélterhei

### Szabadon álló tábla

Szabadon álló tábla alatt a terepszint felett  $z_g$  magasságú lábakra állított függőleges, vagy közel függőleges helyzetű, vékony, sík felületű elem értendő.



J-1. ábra

**Referencia magasság:** A  $z_e$  referencia magasság a tábla középpontjának a terepszintől mért magassága:  $z_e = z_g + h/2$

**Referencia felület:**  $A_{ref} = b \cdot h$

A szabadonálló tábla alakú tényezője:

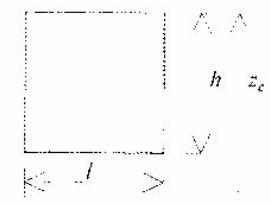
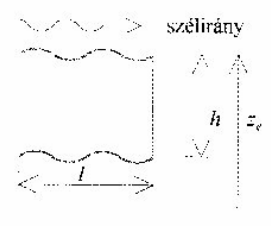
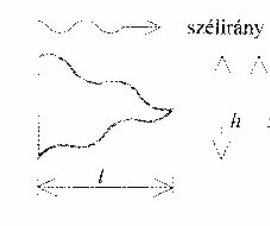
J-1. táblázat

A szabadonálló tábla alakú (erő-) tényezője:		$c_f$
feltétel	$c_f$ erőtényező	
$z_g \geq h/4$	1,80	
$z_g < h/4$ és $b/h \leq 1$ (álló tábla)		
$z_g < h/4$ de $b/h > 1$ (fekvő tábla)	Szabadon álló falként méretezendő!	

A szélteher eredőjét az ábra szerinti + b/4 vízszintes külpontossággal is meg kell vizsgálni!

### Zászlók

J-2. táblázat

Zászlók erőtényezői és referencia felülete			$c_f$ és $A_{ref}$
	Rögzített peremű zászló (vitorlaszerűen kifeszített)	Szabadon lengő zászlók	
zászló fajtája	a szélirány merőleges a zászló síkjára 		
$z_e$	A zászló tetejének a terepszint feletti magassága		
$A_{ref}$	$h \cdot l$	$h \cdot l$	$0,5 \cdot h \cdot l$
$c_f$	1,8	$0,02 + 0,7 \cdot \frac{m_f}{\rho \cdot h} \cdot \left( \frac{A_{ref}}{h^2} \right)^{-1,25}$	
		$m_f$ a zászló fajlagos tömege [kg/m <sup>2</sup> ]	
		$\rho$ a levegő sűrűsége: 1,25 kg/m <sup>3</sup>	
A szabadon lengő zászlók erőtényezője a zászló lobogásából származó dinamikus hatást is tartalmazza.			

A zászlóra ható szélterő iránya mindig a szél irányával egyezik.

### Egyéb szerkezetek és szerkezeti elemek

Az alábbiakban felsorolásszerűen megadjuk azon további épületszerkezetek, illetve szerkezeti elemek listáját, amelyekre vonatkozóan az EN 1991-1-4 tartalmazza az alakú tényező meghatározási módját. Ezeknek az eljárásoknak az ismeretése túllépi jelen segédlet kereteit, viszont szükség esetén a szabványban megtalálhatók.

Téglalap keresztmetszetű szerkezeti elemek (rudak), lekerekített sarkú, négyzetes keresztmetszetű rudak, különféle (L, H, T, U, I, X stb.) keresztmetszetű rudak, szabályos sokszög alakú rudak, kör alaprajzú függőleges szerkezetek, rácsos szerkezetek és állványok.

## 17. A szövegben hivatkozott szabványok és szakirodalmi források

- [1] EN 1990 Eurocode 0: (A tartószerkezetek tervezésének alapjai).
- [2] EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures (A tartószerkezeteket érő hatások)
- [3] EN 1992 Eurocode 2: Design of concrete structures (Betonszerkezetek tervezése)
- [4] EN 1993 Eurocode 3: Design of steel structures (Acélszerkezetek tervezése)
- [5] EN 1995 Eurocode 5: Design of timber structures (Faszerkezetek tervezése)
- [6] EN 1996 Eurocode 6: Design of masonry structures (Falazott szerkezetek tervezése)
- [7] EN 1997 Eurocode 7: Geotechnical design (Geotechnikai tervezés)
- [8] EN 1998 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance (Tartószerkezetek földrengésállóságának tervezési előírásai)
- [9] EN 1999 Eurocode 9: Design of aluminium structures (Alumínium szerkezetek tervezése)
- [10] MSZ EN 1990:2005 Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai.
- [11] MSZ EN 1990 /A1:2006 Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai (angol nyelvű)
- [12] MSZ EN 1991-1-1:2005 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások 1-1. rész: Általános hatások. Sűrűség, önsúly és az épületek hasznos terhei
- [13] MSZ EN 1991-1-2:2005 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások 1-2. rész: Általános hatások. A tűznek kitett szerkezeteket érő hatások
- [14] MSZ EN 1991-1-3:2005 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-3. rész: Általános hatások. Hőteher.
- [15] MSZ EN 1991-1-4:2005 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások 1-4. rész: Általános hatások. Szélhatás (angol nyelvű)
- [16] MSZ EN 1991-1-5:2005 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások 1-5. rész: Általános hatások. Hőmérsékleti hatások.
- [17] MSZ ENV 1991-2-4:1999 Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások. 2-4. rész: A tartószerkezeteket érő hatások. Szélhatás (korábbi, visszavont változat)
- [18] MSZ EN 1991-1-6:2005 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások 1-6. rész: Általános hatások. Hatások a megvalósítás során (angol nyelvű)
- [19] MSZ ENV 1991-2-7:1999 A tartószerkezeteket érő hatások. Ütközésből és robbanásból származó hatások. (angol nyelvű)
- [20] MSZ ENV 1991-3:2000 Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások. 3. rész: Hidak forgalmi terhei
- [21] MSZ ENV 1991-5:1999 A tartószerkezeteket érő hatások. Daruk és más gépi berendezések hatásai. (angol nyelvű)
- [22] EN 1991-3:2006 Eurocode 1. Actions on structures. Actions induced by cranes and machinery.
- [23] EN 1991-2:2004 Eurocode 1. Traffic loads on bridges
- [24] MSZ EN 1992-1-1:2005 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok (angol nyelvű)
- [25] MSZ EN 1993-1-1:2005 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok (angol nyelvű)
- [26] MSZ EN 1994-1-1:2005 Eurocode 4: Acél és beton kompozit szerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok (angol nyelvű)
- [27] MSZ EN 1995-1-1:2005 Eurocode 5: Faszerkezetek tervezése 1-1. rész: Általános szabályok. Közös és az épületekre vonatkozó szabályok. (angol nyelvű)
- [28] MSZ EN 1996-1-1:2006 Eurocode 6: Falazott szerkezetek tervezése. 1-1. rész: Vasalt és vasalás nélküli falazott szerkezetekre vonatkozó általános szabályok. (angol nyelvű)
- [29] MSZ EN 1997-1:2005 Eurocode 7: Geotechnikai tervezés. 1. rész: Általános szabályok (angol nyelvű)
- [30] MSZ EN 1998-1:2005 Eurocode 8: Tartószerkezetek földrengésállóságának tervezése. 1. rész: Általános szabályok, szeizmikus hatások és az épületekre vonatkozó szabályok (angol nyelvű)
- [31] MSZ ENV 1999-1-1:2000 Eurocode 9: Alumíniumszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános szabályok. Általános és az épületre vonatkozó szabályok (angol nyelvű)
- [32] Dr. Dulácska Endre: Statikai kisokos. Segédlet tartószerkezetek tervezéséhez. Bertelsmann Springer Magyarország Kft. Budapest, 2001.
- [33] Épületek teherhordó szerkezetei. Aktuális szerkezeti megoldások tervezőknek, kivitelezőknek. 3. fejezet: Követelmények. VERLAG DASHÖFER 2003.
- [34] MSZ 15020-1986. Építmények teherhordó szerkezetei erőtani tervezésének általános előírásai
- [35] MSZ 15021/1 -1986. Építmények teherhordó szerkezeteinek erőtani tervezése. Magasépítési szerkezetek terhei.
- [36] MSZ 15021/2 -1986. Építmények teherhordó szerkezeteinek erőtani tervezése Magasépítési szerkezetek merevségi követelményei.
- [37] ISO 3898:1987 Bases for design of structures. Notations. General symbols.
- [38] EN ISO 6946:1996 Building components and building elements. Thermal resistance and thermal transmittance.
- [39] MSZ 04-140-2 :1992 Épületek és épülethatároló szerkezetek hőtechnikai számításai. Hőtechnikai méretezés.
- [40] Magyarország Földrengés Információs Rendszere (FIR). [www.foldrenges.hu](http://www.foldrenges.hu). GEORISK KFT, 2002-12-14
- [41] NAD MSZ ENV 1998-1-1, 2002

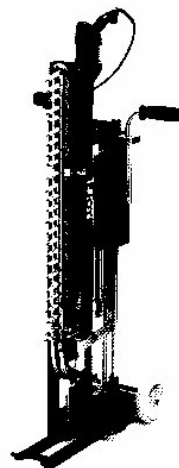
## Építőipari rögzítéstechnika profioknak

Valószínűleg előfordult már olyan rögzítéstechnikai probléma a munkája során, melyre csak részben talált megbízható megoldást. Egy sikeres pályázat, építési munka elnyerése nagyban függ a tervező, kivitelező építőipari cég előkészítői tevékenységétől. Amennyiben nincs meg a megfelelő információ arra, hogy az adott építési feladatnál mi az optimális rögzítőelem, vagy egyéb kiegészítő termék, úgy egy megnyert pályázat kivitelezése közben súlyos problémákkal szembesülhet.



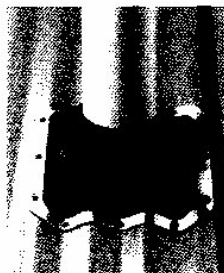
**Melyek azok a problémák, melyekre megoldást talál nálunk?**

Nem akar fúrógéppel és csavarozó géppel egyszerre dolgozni? Egy művelettel, önfúró csavar alkalmazásával akár 12 mm vastag acélszelvényre is rögzíthet burkoló elemeket, megtakarítva a fúrószerszám költségét és az előfúrás időtartamát.



**Nagy a szigetelendő tetőfelület és rövid a határidő?**

Nagy tetőfelületeken tömeges csavarmennyiséget kell felhasználni. A gyors és szakszerű csavartelepítést, kímélő testtartás mellett végezheti automata gépcinkkel. Akár 420 mm hőszigetelési vastagságig rendelhet tőlünk önfúró kivitelben mechanikus rögzítő elemeket.



**Nem szeretne minden esőzés vagy hóolvadás után garanciális javításokra visszajárni, mert beázik a gépészeti csőátvezetése?**

1-610 mm-es csőátmérőig garantáltan beázás-mentes csőátvezető megoldást kínálunk.

**Szeretné megkímélni magát a foltos homlokzatoktól és a leszakadó hőszigetelő rendszerek javításából adódó többletköltségektől?**

A homlokzati hőszigetelések megbízható rögzítésére 12 féle dübeltípust, köztük egy világúj-donságot kínálunk, hogy Önnek bármilyen falazat és bármilyen hőszigetelő rendszer esetén se kelljen aggódnia a viharos napokon.

**Melyek ezek a termékek?**

- Kiváló minőségű horganyzott és korrózióálló nemesacél önfúró valamint önmetsző csavarok
- Hosszú élettartamra tervezett hő-, és légyszigetelést rögzítő önfúró csavarok és dübelek
- Magas terhelési értékekkel rendelkező műanyag és fémdübelek
- Nagyteljesítményű homlokzati hőszigetelés-rögzítő dübelek
- Hosszú élettartamú, UV álló, vízzáró csőátvezetések
- Magas teherbírású gerincmervítő alátétek különböző burkolati rendszerekhez
- Csavarbehajtást, előfúrást segítő eszközök, gépek

Ha szakmai tanácsra, segítségre van szüksége, hogy a legmegfelelőbb termékünket válassza az adott feladathoz, keresse területi képviselőnket!

Sikeres tervezést, építést kívánunk!

**EJOT Hungaria Kft.**

H-1239 Budapest Ócsai út 1-3  
Tel.: (06-1) 289-3090  
Fax: (06-1) 289-3091  
E-mail: [ejot@ejot.hu](mailto:ejot@ejot.hu)

**EJOT®** A minőség  
összeköt

