
MAGYAR ELŐSZABVÁNY MSZ ENV 1991-2-4

Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások

2-4. rész: A tartószerkezeteket érő hatások. Szélhatás

Eurocode 1: Basis of design and actions on structures.
Part 2-4: Actions on structures. Wind actions

A magyar előszabvány alkalmazása előtt győződjön meg arról, hogy nem jelent-e meg visszavonása vagy magyar szabványként való kiadása.

Ennek az előszabványnak a műszaki tartalma és szerkezete teljesen megegyezik az ENV 1991-2-4:1995 európai előszabványával.

This Prestandard is totally equivalent in technical content and fully corresponds in presentation to the European Prestandard ENV 1991-2-4:1995.

Nemzeti előszó

Az előszabványban lévő hivatkozások magyar megfelelői:

ENV 1991-1	MSZ ENV 1991-1
ENV 1991-2-1	MSZ ENV 1991-2-1
ENV 1991-2-3	MSZ ENV 1991-2-3

Az előszabványban hivatkozott ENV 1993 Eurocode 3 szabványsorozat ENV 1993-1-1:1992 és ENV 1993-1-1:1992/AC:1992 hivatkozási számmal megjelent részének magyar megfelelője: MSZ ENV 1993-1-1:1995, az ENV 1993-1-1:1992/A1:1994 hivatkozási számmal megjelent módosításának magyar megfelelője: MSZ ENV 1993-1-1:1995/A1:1999, az ENV 1994 Eurocode 4 szabványsorozat ENV 1994-1-1:1992 hivatkozási számmal megjelent részének magyar megfelelője: MSZ ENV 1994-1-1:1999, az ENV 1998 Eurocode 8 szabványsorozat ENV 1998-1-1:1994 hivatkozási számmal megjelent részének magyar megfelelője: MSZ ENV 1998-1-1:1998, az ENV 1998-1-2:1994 hivatkozási számmal megjelent részének magyar megfelelője: MSZ ENV 1998-1-2:1999.

A megfelelő magyar előszabvány alkalmazásakor győződjön meg arról, hogy az az érvényes európai előszabvány alapján készült-e.

A fordítás alapja az európai előszabvány angol nyelvű szövege.

Az előszabvány tárgyában érvényben lévő magyar szabvány:

MSZ 15021-1:1986	Építmények teherhordó szerkezeteinek erőtani tervezése. Magasépítési szerkezetek terhei
------------------	---

Annak érdekében, hogy a magyar előszabvány oldalai az európai előszabvány oldalaihoz az oldalszámozás szerint is azonosíthatók legyenek, a magyar előszabvány oldalszámozása az európai előszabvány címlapjával kezdődik.

ICS 91.010.30

Hivatkozási szám: MSZ ENV 1991-2-4:1999

MAGYAR SZABVÁNYÜGYI TESTÜLET

(155 oldal)

Az 1995. évi XXVIII. törvény 5. § (5) bekezdése értelmében a nemzeti szabványt – a megjelenés formájától függetlenül – csak a Magyar Szabványügyi Testület engedélyével szabad forgalmazni és terjeszteni.

Árkatégória: XC

Szerkesztési okból üres oldal.

ICS 91.040.00

Descriptors: buildings, design, computation, loads: forces, wind resistance, gust loads, wind pressure

Magyar fordítás

**Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások.
2-4. rész: A tartószerkezeteket érő hatások. Szélhatás**

Eurocode 1: Basis of design and actions on structures. Part 2-4: Actions on structures. Wind actions

**Eurocode 1: Bases de calcul et actions sur les structures. Partie 2-4: Actions sur les structures.
Actions du vent**

Eurocode 1: Grundlagen der Tragwerksplanung und Einwirkungen auf Tragwerke. Teil 2-4: Einwirkungen auf Tragwerke. Windlasten

Ezt az európai előszabványt (ENV-t) a CEN 1993. 12. 03-án hagyta jóvá ideiglenes alkalmazású, előzetes szabványként. Ennek az ENV-nek az érvényességi időtartama kiindulásként három év. Két év eltelte után a CEN tagtestületeit felkérjük, hogy tegyék meg észrevételeiket, elsősorban abban a kérdésben, hogy az ENV átdolgozható-e európai szabvánnyá (EN-né).

A CEN-tagtestületeket felkérjük arra, hogy ezt az ENV-t az EN-ekhez hasonló módon tegyék közzé és nemzeti szinten haladéktalanul tegyék hozzáférhetővé megfelelő formában. Az ellentétes nemzeti szabványok addig érvényben tarthatók (párhuzamosan az ENV-vel), amíg végső döntést nem hoznak az ENV-nek EN-né való átdolgozásáról.

A CEN tagtestületei: Ausztria, Belgium, Dánia, Egyesült Királyság, Finnország, Franciaország, Görögország, Hollandia, Írország, Izland, Luxemburg, Németország, Norvégia, Olaszország, Portugália, Spanyolország, Svájc és Svédország nemzeti szabványügyi testületei.

CEN

Európai Szabványügyi Bizottság
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
Central Secretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brussels

Tartalomjegyzék

	Oldal
Előszó	5
Az Eurocode-ok célja	5
Az Eurocode-program háttere	5
Az Eurocode-program	5
Nemzeti alkalmazási dokumentumok (NAD)	6
Magyarázatok az előszabványhoz	7
1. Általános elvek	8
1.1. Alkalmazási terület	8
1.1.1. Az ENV 1991 Eurocode 1 alkalmazási területe	8
1.1.2. Az ENV 1991-2-4 „Szélhatás” alkalmazási területe	8
1.1.3. Az ENV 1991 további részei	9
1.2. Rendelkező hivatkozások	9
1.3. Különbség az alapelvek és az alkalmazási szabályok között	10
1.4. Fogalommeghatározások	10
1.5. Jelölések	11
2. A hatások besorolása	16
3. Tervezési állapotok	16
4. A hatások leírása	17
4.1. A szél hatásai és a szerkezet válasza	17
4.2. A szél hatásainak modellezése	18
4.3. A kísérletekkel szemben támasztott követelmények	18
5. Szélnyomás a felületeken	19
5.1. Alkalmazási terület	19
5.2. Külső nyomás	19
5.3. Belső nyomás	19
5.4. Összes nyomás	19
6. Szélerek	21
6.1. A szélerek származtatása a szélnyomásból	21
6.2. Súrlódási erő	22
7. A szél referenciaadatai	23
7.1. A torlónyomás referenciaértéke	23
7.2. A szélesebesség referenciaértéke	23
7.3. A 0,02-től eltérő éves túllépési valószínűség	24
7.4. Széltérképek és időjárási adatok	25
8. A szél paraméterei	27
8.1. Átlagos szélesebesség	27
8.2. Érdességi tényező	27

8.3.	Beépítettségi kategóriák	28
8.4.	Topográfiai tényező	29
8.5.	Helyszíntényező	32
9.	A számítási módszer megválasztása	34
9.1.	Általános elvek	34
9.2.	A választás kritériumai	34
9.3.	Dinamikus tényező a szélleléshez	35
9.4.	Örvényleválás, aeroelasztikai instabilitás és dinamikus kölcsönhatások	42
9.4.1.	Általános elvek	42
9.4.2.	Alkalmazási terület	42
10.	Aerodinamikai együtthatók	44
10.1.	Általános elvek	44
10.2.	Épületek	44
10.2.1.	Általános elvek	44
10.2.2.	Téglalap alaprajzú épületek függőleges falai	45
10.2.3.	Lapos tetők	48
10.2.4.	Félnyereg tetők	50
10.2.5.	Nyereg tetők	52
10.2.6.	Kontyolt nyereg tetők	54
10.2.7.	Összekapcsolódó tetők	56
10.2.8.	Donga alakú tetők és kupolák	57
10.2.9.	Belső nyomás	59
10.2.10.	Nyomás többrétegű külső falakon vagy tetőkön	60
10.3.	Szabadon álló tetők	63
10.4.	Szabadon álló falak, kerítések és jelzőablak	67
10.4.1.	Tömör falak	67
10.4.2.	Áttört kerítések nyomási tényezői	68
10.4.3.	Falak és kerítések árnyékolási tényezője	68
10.4.4.	Jelzőablak	69
10.5.	Téglalap keresztmetszetű szerkezeti elemek	70
10.6.	Éles szélű szerkezeti elemek	72
10.7.	Szabályos sokszög keresztmetszetű szerkezeti elemek	73
10.8.	Körhengerek	75
10.8.1.	Külső nyomási tényezők	75
10.8.2.	Erőtényező	77
10.9.	Gömbök	79
10.10.	Rácsos szerkezetek és állványzatok	80
10.11.	Hidak	84
10.11.1.	Általános elvek	84
10.11.2.	Erőtényezők az x irányban	84
10.11.3.	Erőtényezők a z irányban	87
10.11.4.	Hosszirányú szélerek hidakon	88
10.12.	Zászlók	88
10.13.	Súrlódási tényezők	89
10.14.	A λ helyettesítő karcsúság és a ψ_λ karcsúsági csökkentőtényező	90

Mellékletek

A	Időjárási adatok és az egyes országok széltérképe (tájékoztítás)	92
B	Részletes eljárás a szerkezet dinamikus válaszána meghatározására (tájékoztítás)	115
C	Az örvénygerjesztésre és más aeroelasztikai hatásokra vonatkozó szabályok (tájékoztítás)	128

Előszó

Az Eurocode-ok célja

(1) A Tartószerkezeti Eurocode szabványsorozat épületek és műtárgyak tartószerkezeti és geotechnikai tervezésével foglalkozik.

(2) Az Eurocode-ok a megvalósításra és a minőség-ellenőrzésre csak annyira terjednek ki, amennyire a tervezési szabályok feltételezései szempontjából szükséges.

(3) Amíg nem áll rendelkezésre a termékekkel és azok teljesítőképességi vizsgálatával foglalkozó harmonizált műszaki előírások rendszere, a Tartószerkezeti Eurocode-ok néhány ilyen kérdésre tájékoztató mellékletben térnek ki.

Az Eurocode-program háttere

(4) Az Európai Közösség Bizottsága (CEC) kezdeményezte az épületek és a műtárgyak tervezésére vonatkozó harmonizált szabványok kidolgozását. Ezek kezdetben alternatívaként szolgálnak az egyes Tagállamok különböző hatályban lévő szabályai mellett, végül azok helyére lépnek. Ezek a műszaki szabályok „Tartószerkezeti Eurocode”-okként ismertek.

(5) 1990-ben, a Tagállamokkal való egyeztetés után, a CEC a Tartószerkezeti Eurocode-ok továbbfejlesztésével és kiadásával a CEN-t bízta meg. Az EFTA Titkárság a CEN tevékenységét támogatja.

(6) A CEN/TC 250 műszaki bizottság felelős valamennyi Tartószerkezeti Eurocode kidolgozásáért.

Az Eurocode-program

(7) A következő Tartószerkezeti Eurocode-ok kidolgozása folyik; mindegyik több részből áll:

EN 1991 Eurocode 1	A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások
EN 1992 Eurocode 2	Betonszerkezetek tervezése
EN 1993 Eurocode 3	Acélszerkezetek tervezése
EN 1994 Eurocode 4	Betonnal együtt dolgozó acélszerkezetek tervezése
EN 1995 Eurocode 5	Faszerkezetek tervezése

MSZ ENV 1991-2-4:1999

EN 1996 Eurocode 6	Falazott szerkezetek tervezése
EN 1997 Eurocode 7	Geotechnikai tervezés
EN 1998 Eurocode 8	Tartószerkezetek tervezése földrengésre
EN 1999 Eurocode 9	Alumíniumszerkezetek tervezése

(8) Az előzőekben felsorolt Eurocode-ok kidolgozására a CEN/TC 250 önálló albizottságokat hozott létre.

(9) Az Eurocode 1 ezen része európai előszabványként (ENV), hároméves kezdeti időtartamra kerül kiadásra.

(10) Az előszabvány célja az, hogy kísérleti jelleggel alkalmazzák, és vele kapcsolatban észrevételeket tegyenek.

(11) Mintegy két év elteltével a CEN-tagokat felkérjük, hogy közöljék azokat az észrevételeiket, amelyeket figyelembe kell venni a jövőbeni tevékenység meghatározásához.

(12) Erre az előszabványra vonatkozó visszajelzéseket és észrevételeket addig is a CEN/TC 250 titkárságára kell elküldeni, a következő címre:

SNV / SIA (1995. május végéig)
Selnaustrasse 16, Postfach
CH-8039 ZÜRICH
SVÁJC

SIS / BST (1995 júniusától)
Box 5630
S-11486 Stockholm
SVÉDORSZÁG

vagy a nemzeti szabványügyi szervezethez.

Nemzeti alkalmazási dokumentumok (NAD)

(13) A tagállamok hatóságainak a biztonsággal, az egészségvédelemmel és az „Építési Termékek” Irányelvben (CPD) magadott lényeges követelményekkel kapcsolatos felelősségére tekintettel, ebben az ENV-ben bizonyos biztonsági elemek javasolt értékkel vannak megadva, ezeket bekeretezve vagy szögletes zárójelek között adtuk meg. A tagállamok hatóságai vizsgálják meg ezeket az értékeket, és szükség esetén helyettesítsék a nemzeti alkalmazásra megfelelő végleges értékekkel.

(14) Ezen előszabvány kiadásának időpontjában több együttesen alkalmazandó európai vagy nemzetközi szabvány még nem készült el. Ezért feltételeztük, hogy minden tagállam vagy annak szabványügyi szervezete nemzeti alkalmazási dokumentumot (NAD) ad ki, amely a biztonsági elemekhez meghatározott értékeket rendel, hivatkozik az együttesen alkalmazható szabványokra, és nemzeti útmutatást ad ezen előszabvány alkalmazásához.

(15) Ezt az előszabványt annak az országnak a nemzeti alkalmazási dokumentumával együtt kell használni, amelyben a tervezendő épület vagy műtárgy épül.

Magyarázatok az előszabványhoz

(16) Az Eurocode 1 alkalmazási területét az 1.1.1. szakasz, az Eurocode 1 ezen részének alkalmazási területét az 1.1.2. szakasz határozza meg. Az Eurocode 1 további tervezett részeit az 1.1.3. szakasz tartalmazza.

(17) Az Eurocode 1 ezen részéhez több tájékoztató melléklet tartozik.

(18) A szél leírásához szükséges adatokat (a szélesség referenciaértékét, különböző tényezőket és paramétereket) térképeken vagy más formában (az A melléklethez hasonlóan) az illetékes hatóságnak kell közzétennie. A szélesség referenciaértéke legyen összhangban az ENV 1991-1 4.2. szakaszában található meghatározással.

(19) A rácsos tornyok és a kikötött antennatornyok tervezésére vonatkozó különleges követelményeket az ENV-időszakban dolgozzák ki, és az EN-időszak kezdetén fognak ebbe a részbe kerülni.

1. Általános elvek

1.1. Alkalmazási terület

1.1.1. Az ENV 1991 Eurocode 1 alkalmazási területe

(1)P Az ENV 1991 általános elveket tartalmaz, megadja az épületek és műtárgyak tervezése során figyelembe veendő hatásokat, és bizonyos geotechnikai vonatkozásokkal is foglalkozik. Az előszabványt az ENV 1992–1999-cel együtt kell alkalmazni.

(2) Az előszabvány alapidokumentumként használható olyan tartószerkezetek tervezéséhez, amelyekkel az ENV 1992–1999 nem foglalkozik, amelyek más anyagokat tartalmaznak, illetve amelyek esetében más hatásokat kell figyelembe venni.

(3) Az ENV 1991 a megvalósításhoz kapcsolódó tervezési problémákkal és az ideiglenes tartószerkezetek tervezésével is foglalkozik. Minden olyan helyzetre vonatkozik, amikor a tartószerkezetnek működnie kell.

(4) Az ENV 1991 nem vonatkozik közvetlenül a meglévő tartószerkezetek felújítása és átalakítása során, illetve a használati körülmények változása következtében felmerülő tartószerkezeti problémák értékelésére.

(5) Az ENV 1991 nem foglalkozik teljes körűen olyan különleges tervezési állapotokkal, amelyek szokatlan megbízhatósági megfontolásokat igényelnek, például atomerőművek szerkezeteivel. Ilyen esetekben egyedi tervezési eljárásokat kell alkalmazni.

1.1.2. Az ENV 1991-2-4 „Szélhatás” alkalmazási területe

(1)P Az Eurocode 1 ezen része előírásokat és módszereket tartalmaz a legfeljebb 200 m magas épületekre, illetve ezek részeire és tartozékaira ható szélteher számításához.

(2)P A szélterhet minden figyelembe vett terhelt felületre külön-külön kell meghatározni. Ezek a felületek a következők lehetnek:

- a teljes tartószerkezet;
- a tartószerkezet egy része, például tartószerkezeti elemek, burkolati elemek és rögzítésük.

(3)P Ez a rész kéményekre és más, konzol jellegű tartószerkezetekre vonatkozó előírásokat is tartalmaz. Nem tartalmazza viszont a rácsos tornyok külön követelményeit.

(4)P Ez a rész a legfeljebb 200 m támaszközű közúti és vasúti hidakra, valamint a legfeljebb 30 m támaszközű kerékpár- és gyaloghidakra vonatkozó előírásokat is tartalmaz.

(5) Ez a rész nem vonatkozik a ferdekábeles hidakra és a függőhidakra. Ilyen esetekben szakértőhöz kell fordulni.

(6) Kikötött antennatornyokra ez a rész nem vonatkozik.

(7) Tengerben elhelyezkedő tartószerkezetekre ez a rész nem vonatkozik. Ilyenkor külön meg kell határozni az időjárási adatokat is.

Megjegyzés: Hidakra, rácsos tornyokra, kikötött antennatornyokra, kéményekre és lámpaoszlopokra vonatkozó további konkrét előírásokat az ENV 1992–1996, illetve az ENV 1999 tartalmaz. Az ebben a részben adott előírásokra vonatkozó korlátozások a szövegben vannak megjelölve.

1.1.3. Az ENV 1991 további részei

(1) Az ENV 1991 jelenleg kidolgozás alatt álló, illetve tervezett részeit az 1.2. szakasz tartalmazza.

1.2. Rendelkező hivatkozások

(1) Ez az európai előszabvány dátummal ellátott vagy dátum nélküli hivatkozással előírásokat tartalmaz más szabványokból. Ezeket a rendelkező hivatkozásokat a szöveg a megfelelő helyen idézi, a kiadványok pedig a következőkben vannak felsorolva.

ISO 3898:1987 A tartószerkezetek tervezésének alapjai. Általános jelölések

Megjegyzés: Ez az előszabvány a következő, már megjelent vagy kidolgozás alatt álló európai előszabványokra hivatkozik.

ENV 1991-1 Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások. 1. rész: A tervezés alapjai

ENV 1991-2-1 Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások. 2-1. rész: Sűrűség, önsúly és hasznos terhek

ENV 1991-2-2 Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások. 2-2. rész: A tűznek kitett tartószerkezeteket érő hatások

ENV 1991-2-3 Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások. 2-3. rész: Hőteher

ENV 1991-2-5 Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások. 2-5. rész: Hőmérsékleti hatások

ENV 1991-2-6 Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások. 2-6. rész: Terhek és terhelő alakváltozások a megvalósítás során

ENV 1991-2-7 Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások. 2-7. rész: Rendkívüli hatások

ENV 1991-3 Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások. 3. rész: Hidak forgalmi terhei

ENV 1991-4 Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások. 4. rész: A silókat és a tartályokat érő hatások

ENV 1991-5 Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások. 5. rész: Daruk és gépi berendezések hatása

MSZ ENV 1991-2-4:1999

ENV 1992	Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése
ENV 1993	Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése
ENV 1994	Eurocode 4: Betonnal együtt dolgozó acélszerkezetek tervezése
ENV 1995	Eurocode 5: Faszervezetek tervezése
ENV 1996	Eurocode 6: Falazott szerkezetek tervezése
ENV 1997	Eurocode 7: Geotechnikai tervezés
ENV 1998	Eurocode 8: Tartószerkezetek tervezése földrengésre
ENV 1999	Eurocode 9: Alumíniumszerkezetek tervezése

1.3. Különbség az alapelvek és az alkalmazási szabályok között

(1) Az ENV 1991 ezen részében az egyes bekezdések jellegükben lehetnek alapelvek vagy alkalmazási szabályok.

(2) Az alapelvek közé tartoznak:

- az általános megállapítások és meghatározások, amelyeknek nincs alternatívájuk;
- a követelmények és a számítási modellek, amelyek esetében nincs megengedve alternatíva, kivéve, ha az külön meg van jelölve.

(3) Az alapelveket a bekezdés számát követő P betű jelöli.

(4) Az alkalmazási szabályok olyan általánosan elismert szabályok, amelyek igazodnak az alapelvekhez és megfelelnek az alapelvekben megfogalmazott követelményeknek.

(5) Az ebben az Eurocode-ban megadott alkalmazási szabályoktól el lehet térni, ha igazolható, hogy a helyettük használt módszerek összhangban vannak a vonatkozó alapelvekkel, és legalább olyan mértékű megbízhatóságot nyújtanak, mint az alkalmazási szabályok.

(6) Az ENV 1991 ezen részében az alkalmazási szabályokat csak a bekezdés száma jelöli, mint például ezt a bekezdést.

1.4. Fogalommeghatározások

(1) Ehhez az előszabványhoz az alapvető fogalommeghatározásokat az ENV 1991-1 „A tervezés alapjai” tartalmazza.

1.5. Jelölések

(1) Ez az előszabvány a következő jelöléseket alkalmazza.

Megjegyzés: Az alkalmazott jelölésrendszer az ISO 3898:1987 jelölésein alapul.

(2) Az alapvető jelöléseket az ENV 1991-1 „A tervezés alapjai” tartalmazza; a következőkben felsorolt jelölések csak erre a részre vonatkoznak.

Latin nagybetűk

A	terület, felület
A_{fr}	a szél által súrolt felület
A_{ref}	referenciafelület
E	rugalmassági modulus
F_{fr}	eredő súrlódási erő
F_j	örvénygerjesztési erő a tartószerkezet j jelű pontjában
F_w	eredő szél erő
H	a topográfiai alak magassága
l_v	turbulenciaerősség
K	rezgésalak-tényező
$K_{ib,x}$	befolyásolási tényező a csapkodáshoz, a szélirányú eltolódások számításához
$K_{ib,\ddot{x}}$	befolyásolási tényező a csapkodáshoz, a szélirányú gyorsulások számításához
K_{iv}	az örvényleválás befolyásolási tényezője
K_{rd}	a parapetfal csökkentőtényezője
K_1	alaki tényező
K_w	a korrelációs helyettesítő hossz tényezője
L_e	a széltámadta rézsű helyettesítő hossza
$L_j(z)$	a turbulencia integrális hosszléptéke
L_j	korrelációs helyettesítő hossz
L_u	a széltámadta rézsű tényleges hossza
M_H	csavarónyomaték
N	a feszültségciklusok száma
N_g	a szellőkések száma
N_x	viszonyított frekvencia
Q_0	a válasz háttérrésze

MSZ ENV 1991-2-4:1999

Re	Reynolds-szám
R_l, R_h, R_b	aerodinamikai korrelációs függvények
R_N	viszonyított logaritmus spektrálsűrűség-függvény
R_x	a válasz rezonáns része
S	méret
Sc	Scruton-szám
St	Strouhal-szám
W_s	a kémény tartószerkezetének súlya
W_t	a kémény teljes súlya

Latin kisbetűk

a_g	táncolási instabilitási tényező
a_{ig}	kombinált stabilitási jellemző a befolyásolt táncoláshoz
a_s	tengerszint feletti magasság
b	a tartószerkezet szélessége
c_{ALT}	magassági tényező
c_d	dinamikus tényező
c_{DIR}	iránytényező
c_e	helyszíntényező
c_f	erőtényező
c_{f0}	a végtelen karcsúsági viszonyszámú szerkezet vagy szerkezeti elem erőtényezője
$c_{f,l}$	emelőerő-tényező
c_{fr}	súrlódási tényező
c_{lat}	aerodinamikai gerjesztési tényező
c_M	nyomatéki tényező
c_P	nyomási tényező
c_r	érdességi tényező
c_t	topográfiai tényező
c_{TEM}	szezonális tényező
d	a tartószerkezet magassága; átmérő
e	az erő központossága vagy szakaszhossz

g	csúcstényező
h	a tartószerkezet teljes magassága
k	egyenértékű érdesség
k_T	terepfaktor
k_θ	csavarási merevség
k_x	tényező
l	a vízszintes tartószerkezet hossza
m	az egység hosszra jutó fajlagos tömeg
m_1	az egység hosszra jutó fajlagos egyenértékű tömeg
n	kitevő
n_i	a tartószerkezet i -edik rezgésalakjához tartozó sajátfrekvencia
$n_{1,x}$	a szélirányú első rezgésalakhoz tartozó sajátfrekvencia
$n_{1,y}$	a szélre merőleges irányú első rezgésalakhoz tartozó sajátfrekvencia
n_0	az oválosodási rezgés frekvenciája
p	a túllépés éves valószínűsége
q_{ref}	átlagos torlónyomás
r	sugár
s	tényező
t	az az idő, amelyre a referencia-szélesebesség átlaga vonatkozik; lemezzvastagság
v_{CG}	a táncolás indító szélesebessége
v_{CIG}	a befolyásolt táncoláshoz tartozó kritikus szélesebesség
v_{crit}	az örvényleváláshoz tartozó kritikus szélesebesség
v_{div}	a divergenciához tartozó szélesebesség
v_m	átlagos szélesebesség
v_{ref}	a szélesebesség referenciaértéke
w	szélnyomás
x	a vizsgált helynek a taréjtól mért vízszintes távolsága
$\max x$	a szélirányban mért legnagyobb eltolódás
$\max y_F$	a szélre merőleges irányú legnagyobb amplitúdó kritikus szélesebesség esetén
z	terepszint feletti magasság
z_0	érdességi hossz

MSZ ENV 1991-2-4:1999

z_{equ}	egyenértékű magasság
z_e, z_i	a helyi és a belső nyomáshoz tartozó referenciamagasság
z_{min}	legkisebb magasság

Görög nagybetűk

Φ	a széltámadta rézsű hajlásszöge
Φ_r	összekapcsolódó tető csökkentőtényezője
$\Phi_{1,x}$	szélirányú első rezgésalak
Φ_B	gátolási tényező
θ	az elcsavarodás szöge

Görög kisbetűk

α_G	táncolási instabilitási tényező
α_{IG}	a befolyásolt táncolás összetett stabilitási tényezője
δ	logaritmikus csillapítási dekrementum
δ_a	az aerodinamikai csillapítás logaritmikus dekrementuma
δ_d	a speciális berendezések logaritmikus csillapítási dekrementuma
δ_s	a szerkezeti csillapítás logaritmikus dekrementuma
ε	együttható
ε_0	sáv szélesség-tényező
ε_1	frekvenciatényező
η	változó
φ	tömörségi arányszám
λ	karcsúsági viszonyszám
ν	várt frekvencia; Poisson-tényező; kinematikai viszkozitás
ν_0	a merev szerkezet lökésszerű terhéhez tartozó várt frekvencia
ρ	a levegő sűrűsége
σ_x	a szélirányú gyorsulás szórása
ψ_r	a lekerekített sarkú négyzet alakú keresztmetszet erő-tényezőjét csökkentő tényező

ψ_{λ}	a véges karcsúsági viszonyszámú tartószerkezeti elem erőtényezőjét csökkentő tényező
ψ_s	a falak és a kerítések árnyékolási tényezője
ψ_{sc}	az összefüggő homlokzat előtt elhelyezett állványzat erőtényezőjét csökkentő tényező
ζ	a rezgésalak kitevője

Indexek

crit	kritikus
e	külső; helyszíni
fr	súrlódási
i	belső; a rezgésalak száma
j	elemi felület vagy a szerkezeti hely aktuális értéke
m	átlagos
p	parapet
ref	referencia
v	szélsebesség
x	a szél iránya
y	a szélre merőleges irány
z	függőleges irány

2. A hatások besorolása

(1)P Az ENV 1991-1 csoportosítása szerint a szélhatás esetleges, nem rögzített hatás.

3. Tervezési állapotok

(1)P Az ENV 1991-1-ben megjelölt valamennyi tervezési állapothoz meg kell határozni a vonatkozó szélhatást.

(2)P Figyelembe kell venni a tartószerkezetre ható, a referenciafelület nagyságát vagy bizonyos tényezőket módosító más hatások (például hó, járműforgalom vagy jég) következményeit. Figyelembe kell venni az építmény alakjának minden olyan megváltozását, amely befolyásolja a külső vagy a belső szélnyomás értékét (például általában zárva tartott, de szélvihar idejére nyitva hagyott ajtók).

(3)P A dinamikusan terhelt tartószerkezeteket fáradásra is vizsgálni kell.

4. A hatások leírása

4.1. A szél hatásai és a szerkezet válasza

(1)P A szél hatásai időben változnak. Közvetlenül a zárt szerkezetek külső felületére működnek, ugyanakkor közvetetten, a külső felület porozitása révén, a belső felületre is hatnak. Nyitott szerkezetekben a belső felületekre is hathatnak közvetlenül. A szerkezet vagy az egyes burkolati elemek felületére nyomás formájában működnek, ami a felületre merőleges irányú erőket eredményez. Ha azonban a szél a szerkezet nagyobb felületét súrolja, a felület síkjába eső súrlódási erők is jelentős nagyságúak lehetnek.

A tervezési követelmények teljesítéséhez figyelembe kell venni

- a szerkezet egy részére vagy teljes egészére működő turbulens szelet (5., illetve 6. fejezet);
- a nyomásnak a szerkezet szélvédett oldalán kialakuló szívóhatás okozta időbeni változását (9.4. szakasz és C melléklet);
- az erőknek a szerkezet mozgásából származó időbeni változását (9.4. szakasz és C melléklet).

(2) A tartószerkezet és a tartószerkezeti elemek válasza felfogható egy kvázistatikusan működő „háttérösszetevő”, továbbá egy, a sajátfrekvenciákhoz közeli tartományban működő gerjesztésből származó „rezonáns összetevő” együtteseként. A szerkezetek többségénél a rezonáns összetevő kicsi, ezért a teljes válasz helyett elegendő a háttérösszetevőt vizsgálni. Az ilyen szerkezetek egyszerűsített módszerrel számíthatók. E szerkezetek körét a 9. fejezet határozza meg.

(3) A szél fizikai hatása alapján a dinamikus hatások következményeit a következőképpen lehet osztályozni:

- sztochasztikus és rezonáns válasz (a szél irányában, a szélirányra merőlegesen és a csavarás irányában), a turbulencia és a szélárnyékos oldalon kialakuló szívóhatás következtében;
- az örvényleváláshoz tartozó válasz;
- táncolás;
- befolyásolás;
- divergencia és belebegés.

(4)P A következőkben a szél hatását olyan, kvázistatikusan működő nyomásokkal, illetőleg erőkkel adjuk meg, amelyek következményei egyenértékűek a szél legkedvezőtlenebb következményeivel. Kéményeket, figyelőtornyokat, burkolatlan keretek és rácsos tartók rúdjaikat, hidakat, egyes magasépületeket, valamint más karcsú tartószerkezeteket az örvényleválásból származó dinamikus hatásokra is kell tervezni. A 9.4. szakasz foglalkozik ezekkel az esetekkel, és tartalmaz az aeroelasztikus instabilitásra vonatkozó feltételeket is.

(5)P Kiegészítő mérnöki vizsgálatok is végezhetőek, és az ezen részben adott módszereken túl más módszerek is alkalmazhatók. Ezek keretében megalapozott analitikus, numerikus vagy kísérleti vizsgálatok, például helyszíni vizsgálatok vagy szélcsatorna-kísérletek végezhetőek. Az ilyen kísérletekkel szemben támasztott követelményeket a 4.3. szakasz tartalmazza.

4.2. A szél hatásainak modellezése

(1)P A szélhatást vagy szélnyomás, vagy szélerő formájában írjuk le. Feltételezzük, hogy a szerkezetre a szélnyomásból működő hatások a terhelt felületre merőlegesek, kivéve, ha másképp van előírva; például a szélsúrlódás esetében.

(2) A gyakran használt paraméterek és meghatározásuk a következő:

q_{ref} átlagos torlónyomás, amelyet a 7.1. szakasz szerinti referencia-szélsébségből származtatunk. Ezt a mennyiséget karakterisztikus értékek tekintjük.

$c_e(z)$ a 8.5. szakasz szerinti helyszíntényező, amellyel a terep tulajdonságai és a z terepszint feletti magasság vehető figyelembe. Továbbá ezzel a tényezővel az átlagos nyomás a turbulencia hatásait is tartalmazó csúcsnyomássá módosítható.

z referenciamagasság, amelyet a 10. fejezet határoz meg az egyes nyomási tényezőkhöz ($z = z_e$ a külső nyomási és erőtenyezőhöz; $z = z_i$ a belső nyomási tényezőhöz).

c_d dinamikus tényező, amellyel a 9. fejezet és a B melléklet értelmében figyelembe vehető mind a korreláció, mind pedig a dinamikus nagyítás hatása.

4.3. A kísérletekkel szemben támasztott követelmények

(1)P A kísérleti vizsgálatokat a valós, teljes méretarányú szerkezet megfelelően kicsinyített modelljén kell végrehajtani.

(2) Teljesíteni kell a következő feltételeket:

- a valóságos szelet úgy kell modellezni, hogy magassági értelemben az építési hely terepviszonyaira jellemző módon változzon;
- a valóságos szelet úgy kell modellezni, hogy megfeleljen az építési hely terepviszonyai mellett érvényes turbulenciaviszonyoknak.

5. Szélnyomás a felületeken

5.1. Alkalmazási terület

(1)P Az ebben a fejezetben megadott szélmodell csak olyan felületek esetében alkalmazható, amelyek eléggé merevek ahhoz, hogy a szél okozta rezonanciájuk elhanyagolható legyen. Az esetek nagy része ilyen.

Megjegyzés: Ha a felület rezgési sajátfrekvenciája kicsi (kevesebb 5 Hz-nél), akkor ezek a rezgések jelentősek lehetnek; ilyenkor figyelembe kell venni azokat. Az ilyen hatásokkal az Eurocode 1 ezen része nem foglalkozik.

5.2. Külső nyomás

(1)P A szerkezet külső felületén működő w_e szélnyomást a következőképpen kell számítani:

$$w_e = q_{ref} \cdot c_e(z_e) \cdot c_{pe} , \quad (5.1.)$$

ahol:

c_{pe} a 10. fejezet szerint meghatározott külső nyomási tényező.

5.3. Belső nyomás

(1)P A szerkezet belső felületén működő w_i szélnyomást a következőképpen kell számítani:

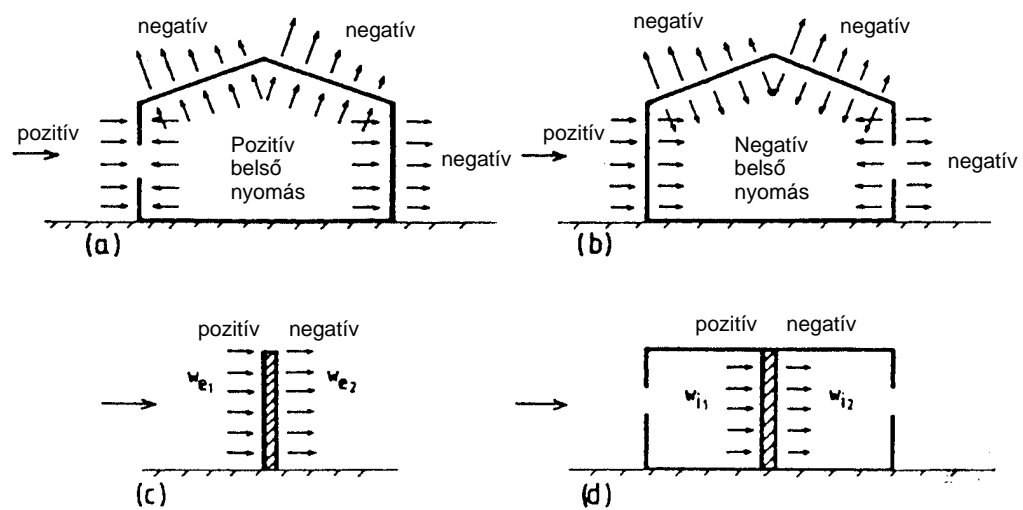
$$w_i = q_{ref} \cdot c_e(z_i) \cdot c_{pi} \quad (5.2.)$$

ahol:

c_{pi} a 10. fejezet szerint meghatározott belső nyomási tényező.

5.4. Összes nyomás

(1)P A falra vagy tartószerkezeti elemre ható összes szélnyomás a két felületre ható nyomás különbsége. A nyomásokat előjelhelyesen kell figyelembe venni. (Pozitívnak tekintjük a felület felé irányuló nyomást, és negatívnak a felület felől irányuló szívást.) Az 5.1. ábra néhány példát ábrázol.



5.1. ábra: Nyomás a felületeken

6. Szélerők

6.1. A szélerők származtatása a szélnyomásból

(1) A tartószerkezetre vagy tartószerkezeti elemre ható szélerők kétféleképpen határozhatók meg:

- globális erők segítségével;
- a felületekre ható nyomások összegzésével, feltéve, hogy a tartószerkezet vagy a tartószerkezeti elem nem érzékeny a dinamikus hatásokra (a 9. fejezet szerint $c_d < 1,2$).

(2)P Az F_w globális erőt a következőképpen kell számítani:

$$F_w = q_{ref} \cdot c_e(z_e) \cdot c_d \cdot c_f \cdot A_{ref}, \quad (6.1.)$$

ahol:

c_f a 10. fejezet szerint meghatározott erőtényező;

A_{ref} a c_f -hez tartozó referenciafelület (általában a szerkezet felületének a szél irányára merőleges síkra vonatkozó vetülete), a 10. fejezet szerint.

(3)P Rácsos tartószerkezetekre, valamint közel állandó keresztmetszetű, magasság/szélesség > 2 karcsúsági viszonyzámmal jellemzett konzol jellegű tartószerkezetekre a z_j magasságban elhelyezkedő A_j elemi felülethez tartozó F_{wj} erőt a következőképpen kell számítani:

$$F_{wj} = q_{ref} \cdot c_e(z_j) \cdot c_d \cdot c_{fj} \cdot A_j, \quad (6.2.)$$

ahol:

z_j az A_j elemi felület tömegközéppontjának terepszint feletti magassága;

c_{fj} a 10. fejezet szerint az A_j elemi felületre meghatározott erőtényező;

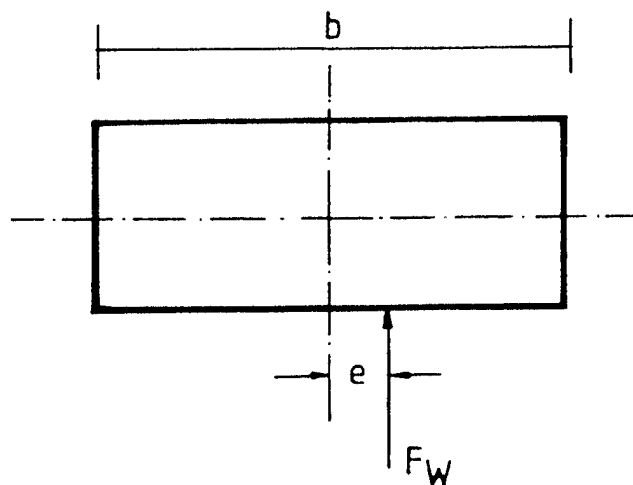
A_j elemi felület.

(4) A ferde vagy nem egyenletes szélhatásból származó csavaróhatások nem kör keresztmetszetű, közel szimmetrikus szerkezetek esetén úgy vehetők figyelembe, hogy az F_w erő működését a következő e különpontossággal feltételezzük:

$$e = \frac{b}{10}, \quad (6.3.)$$

ahol:

b a keresztmetszetnek a vizsgált fő tehetetlenségi tengelyre merőleges mérete (6.1. ábra).



6.1. ábra: A keresztmetszetre működő szélerő

(5) Konkrét keresztmetszetek esetében a külpontosságot részletesebben a 10. fejezet tartalmazza.

6.2. Súrlódási erő

(1)P Ha a szél egy szerkezetnek nagy felületét súrolja (például nagy, szabadon álló tetők esetén), az F_{fr} súrlódási erők jelentősek lehetnek. Ezeket az erőket a következőképpen kell számítani:

$$F_{fr} = q_{ref} \cdot c_e(z_e) \cdot c_d \cdot c_{fr} \cdot A_{fr} \quad (6.4.)$$

ahol:

c_{fr} a 10.13. szakasz szerint meghatározott súrlódási tényező;

A_{fr} a szél által súrolt felület.

7. A szél referenciaadatai

7.1. A torlónyomás referenciaértéke

(1)P A q_{ref} átlagos torlónyomást a következő összefüggéssel kell számítani:

$$q_{ref} = \frac{\rho}{2} \cdot v_{ref}^2, \quad (7.1.)$$

ahol:

v_{ref} a szélesség referenciaértéke a 7.2. szakasz szerint;

ρ a levegő sűrűsége.

A levegő sűrűsége a tengerszint feletti magasságtól, valamint az adott területen szélvihar idején várható hőmérséklet és légköri nyomás értékétől függ. Ha az A melléklet másképp nem rendelkezik, ρ értékeként 1,25 kN/m³-t kell felvenni.

7.2. A szélesség referenciaértéke

(1)P A v_{ref} referencia-szélesség a 8.1. táblázat szerinti II. beépítettségi kategóriához tartozó, a terepszint felett 10 m magasságban érvényes, 10 perces átlagos szélesség értéke, melynek éves túllépési valószínűsége 0,02 (vagyis melynek átlagos visszatérési periódusa 50 év).

(2)P A referencia-szélességet a következő összefüggéssel kell számítani:

$$v_{ref} = c_{DIR} \cdot c_{TEM} \cdot c_{ALT} \cdot v_{ref,0}, \quad (7.2.)$$

ahol:

$v_{ref,0}$ a referencia-szélesség kiindulási értéke, melyet az A melléklet határoz meg;

c_{DIR} az iránytényező; ha az A melléklet másképp nem rendelkezik, értéke 1,0;

c_{TEM} a szezonális tényező; ha az A melléklet másképp nem rendelkezik, értéke 1,0;

c_{ALT} a magassági tényező; ha az A melléklet másképp nem rendelkezik, értéke 1,0.

(3) Az ideiglenes tartószerkezetek esetében, például

- tartószerkezetek szerelés közben (amelyek esetleg ideiglenes rácsos megtámasztást igényelnek), vagy
- olyan tartószerkezetek, amelyek élettartama ismert és kevesebb, mint egy év,

csökkenthető a referencia-szélesség értéke, amely függ

- az állapot időtartamától,
- attól, milyen lehetőségek vannak a szerkezet védelmére vagy megerősítésére szélvihar idején,
- a szerkezet védelmének kialakításához vagy megerősítéséhez szükséges időtől,
- a szélvihar valószínűségétől,

- a szélvihar előrejelzésének lehetőségeitől,
- az A mellékletben megadott feltételektől.

Ezt a csökkentést a 7.3. szakasz, illetve a helyi éghajlati viszonyok alapján a (7.2.) összefüggésben szereplő c_{TEM} szezonális tényezővel lehet számításba venni.

(4)P Nem tekintjük ideiglenes szerkezetnek azokat a szállítható szerkezeteket, amelyeket az év bármely szakában szét lehet szerelni és fel lehet állítani.

7.3. A 0,02-től eltérő éves túllépési valószínűség

(1) A 0,02-től eltérő p éves túllépési valószínűséghez tartozó, a 7.2. szakasz (1) bekezdése szerinti $v_{ref}(p)$ referencia-szélesség a következő összefüggéssel határozható meg:

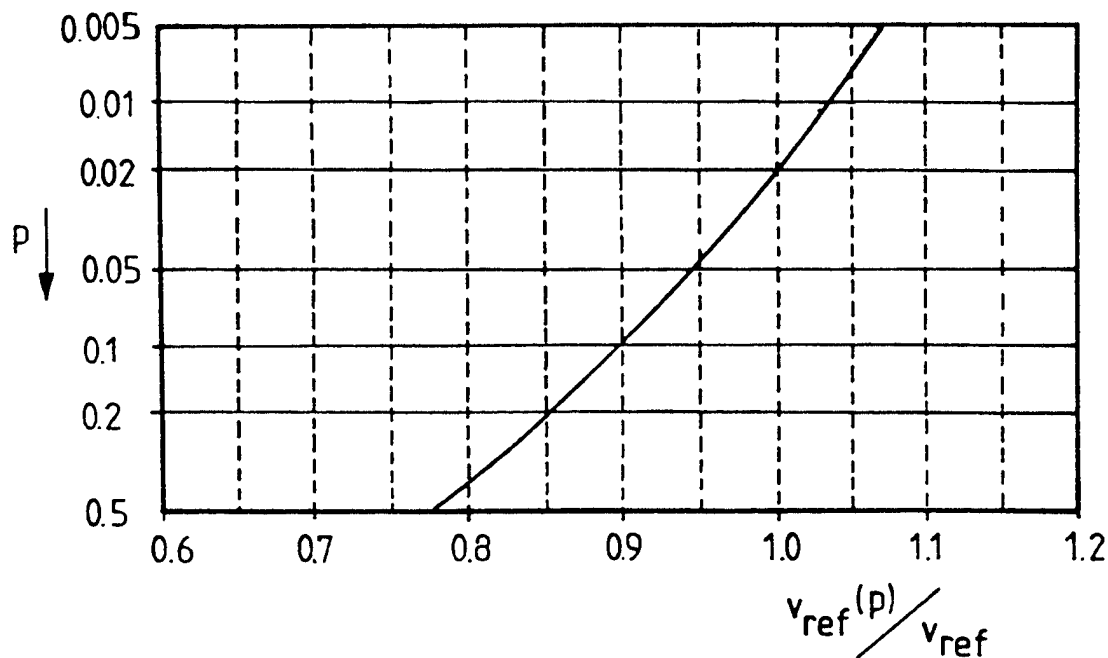
$$v_{ref}(p) = v_{ref} \left(\frac{1 - K_1 \ln [-\ln(1-p)]}{1 - K_1 \ln(-\ln 0,98)} \right)^n, \quad (7.3.)$$

ahol:

v_{ref} a 0,02 éves túllépési valószínűségű referencia-szélesség (a 7.2. szakasz szerint);

K_1 alak tényező; alkalmazható jellemző érték $K_1 = 0,2$, ha az A melléklet másképp nem rendelkezik;

n kitevő; alkalmazható jellemző érték $n = 0,5$, ha az A melléklet másképp nem rendelkezik.



7.1. ábra: A $v_{ref}(p)/v_{ref}$ arány $K_1 = 0,2$ és $n = 0,5$ esetén

7.4. Széltérképek és időjárási adatok

(1)P A részletes széltérképeket és időjárási adatokat az A melléklet tartalmazza.

(2) Európa országaira a referencia-szélesebesség kiindulási értékét – tájékoztató áttekintés céljából – a 7.2. ábra jelzi.



7.2. ábra: Európa széltérképe (csak tájékoztató adatok)

Megjegyzések: (1) A szélsőségek végleges értékét az ENV-időszakban a nemzeti hatóságok határozzák meg, ennek a résznek a formájával összhangban.

(2) A jelenleg érvényes állapotról részletes adatokat tartalmaz az A melléklet.

8. A szél paramétere

8.1. Átlagos szélesség

(1)P A 10.8. szakaszban a Reynolds-szám, valamint a B és a C mellékletben egyes tényezők és más jellemzők számításához szükség van a $v_m(z)$ átlagos szélességre. Ezt a következő összefüggés adja:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_t(z) \cdot v_{ref} , \quad (8.1.)$$

ahol:

v_{ref} a szélesség referenciaértéke (7.2. szakasz);

$c_r(z)$ az érdességi tényező (8.2. szakasz);

$c_t(z)$ a topográfiai tényező (8.4. szakasz).

8.2. Érdességi tényező

(1)P A $c_r(z)$ érdességi tényezővel figyelembe vehető, hogy a szerkezet tervezett helyén az átlagos szélesség

- a terepszint feletti magasság, valamint
- a széliránytól függően a terep érdessége

következtében változik.

(2)P Az érdességi tényezőt a z magasság függvényében logaritmusos összefüggés írja le:

$$c_r(z) = k_T \cdot \ln(z/z_0), \quad \text{ha } z_{min} \leq z \leq 200 \text{ m}; \quad (8.2.)$$

$$c_r(z) = c_r(z_{min}), \quad \text{ha } z < z_{min},$$

ahol:

k_T a terepfaktor;

z_0 az érdességi hossz;

z_{min} a minimális magasság.

Ezek a mennyiségek a terep beépítettségi kategóriájától függenek, értéküket a 8.1. táblázat tartalmazza.

(3) 200 m-nél nagyobb terepszint feletti magasság esetén ajánlatos szakértőhöz fordulni.

8.3. Beépítettségi kategóriák

(1)P A beépítettségi kategóriák a 8.1. táblázat szerint.

8.1. táblázat: Beépítettségi kategóriák és az ebben a részben használt, kapcsolódó mennyiségek

Beépítettségi kategória	k_t	z_0 [m]	z_{min} [m]	ϵ
I. Nyílt tenger; szélirányban legalább 5 km hosszú tó; egyenletes sík szárazföldi terület, akadályok nélkül	0,17	0,01	2	[0,13]
II. Mezőgazdasági terület kerítésekkel, elszórta mezőgazdasági építményekkel, házakkal vagy fákkal	0,19	0,05	4	[0,26]
III. Külvárosi vagy ipari övezetek; erdők	0,22	0,3	8	[0,37]
IV. Városi övezet, ahol a földfelület legalább 15%-án olyan épületek vannak, amelyek átlagos magassága legalább 15 m	0,24	1	16	[0,46]

Megjegyzés: A 8.1. táblázat értékei úgy vannak kalibrálva, hogy a legjobban illeszkedjenek a rendelkezésre álló adatokhoz. A k_t , z_0 és z_{min} értékeket a 8.2. szakasz, az ϵ értéket a B melléklet (B3. fejezet) használja.

(2) Ha a szerkezet a beépítettségi kategória határa közelében helyezkedik el, és távolsága

- a kedvezőtlenebb I. kategóriától legfeljebb 2 km,
- a kedvezőtlenebb II. vagy III. kategóriától legfeljebb 1 km,

akkor a szélirányban kedvezőtlenebb beépítettségi kategóriát kell figyelembe venni.

(3) Az előző átmenet megállapításakor a kisebb kiterjedésű, eltérő beépítésű területeket (amelyek a kérdéses terület legfeljebb 10%-át képezik) nem kell tekintetbe venni. Az A melléklet olyan területekre vonatkozó részletesebb előírásokat tartalmaz, amelyek esetében részletesebb adatok ismertek a terepnek a szélesebség magassági megoszlására való hatásáról.

(4) Ha egy adott terület beépíttségének megítélését illetően bármiféle kétség merül fel, a kedvezőtlenebb esetet kell figyelembe venni.

8.4. Topográfiai tényező

(1)P A $c_t(z)$ topográfiai tényezővel figyelembe vehető, hogy az átlagos szélesség megnő különálló dombok és rézsűk felett (de nem domb- vagy hegyvidéken). A topográfiai tényezőt a domb vagy rézsű lábánál érvényes szélességre vonatkoztatjuk. Akkor kell alkalmazni, ha a kérdéses helynek a taréjtól mért távolsága kisebb, mint a domboldal hosszának fele, illetve a szirt magasságának 1,5-szerese. A topográfiai tényezőt a következőképpen kell számítani:

$$\begin{aligned}
 c_t &= 1, & \text{ha } \Phi < 0,05; \\
 c_t &= 1 + 2 \cdot s \cdot \Phi, & \text{ha } 0,05 < \Phi < 0,3; \\
 c_t &= 1 + 0,6 \cdot s, & \text{ha } \Phi > 0,3,
 \end{aligned}
 \tag{8.3}$$

ahol:

s tényező, amelyet a 8.1. vagy a 8.2. ábráról, a széltámadta rézsű L_e helyettesítő hossza függvényében kell venni;

Φ a széltámadta rézsű H/L hajlásszöge a szél irányában (a 8.2. és 8.3. ábra szerint);

L_e a széltámadta rézsű helyettesítő hossza, a 8.2. táblázat szerint;

L_u a széltámadta rézsű szélirányban mért tényleges hossza;

L_d a szélárnyékos rézsű szélirányban mért tényleges hossza;

H a topográfiai alak magassága;

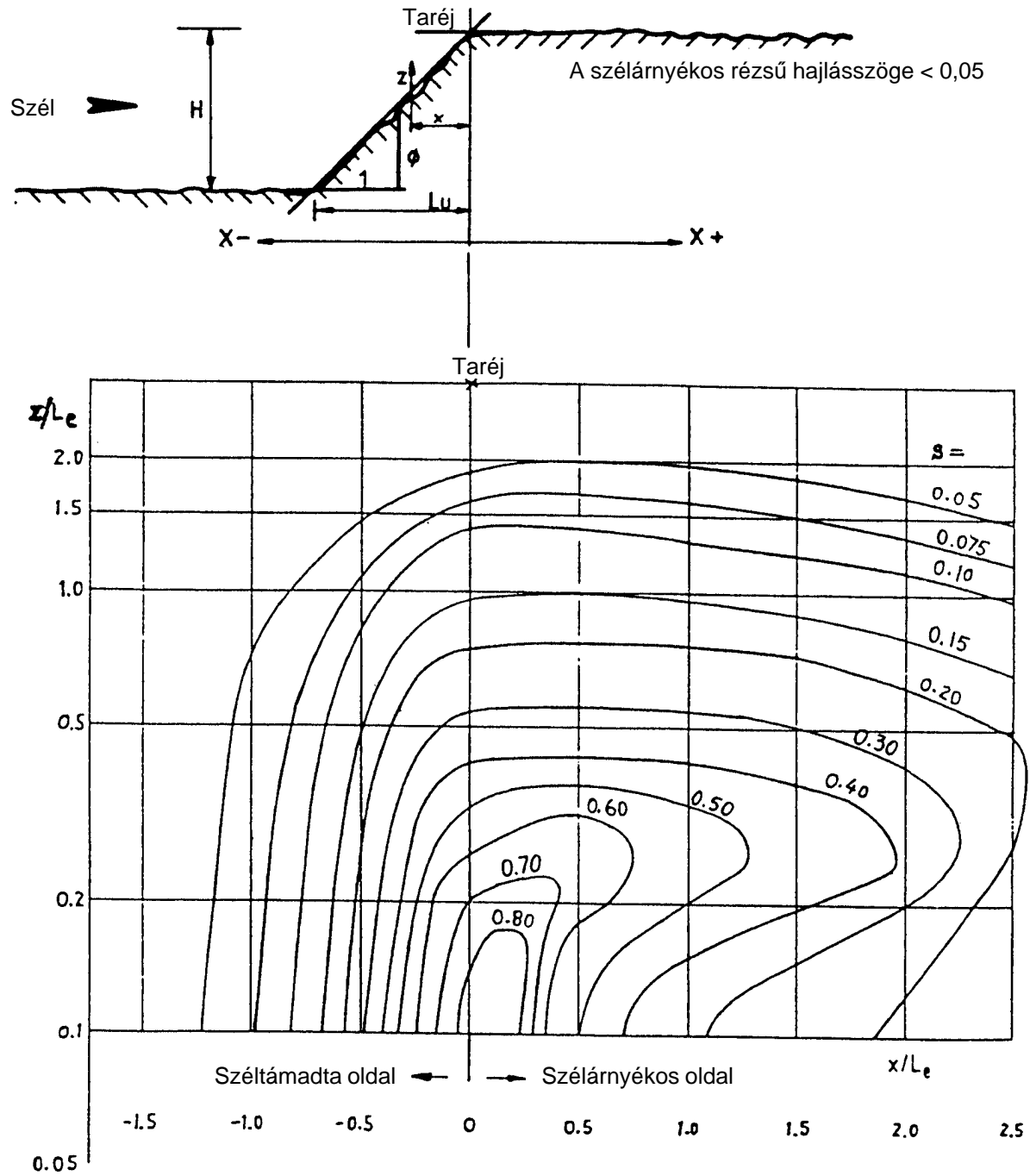
x a vizsgált hely vízszintes távolsága a taréjtól;

z a vizsgált hely függőleges távolsága a terepszinttől.

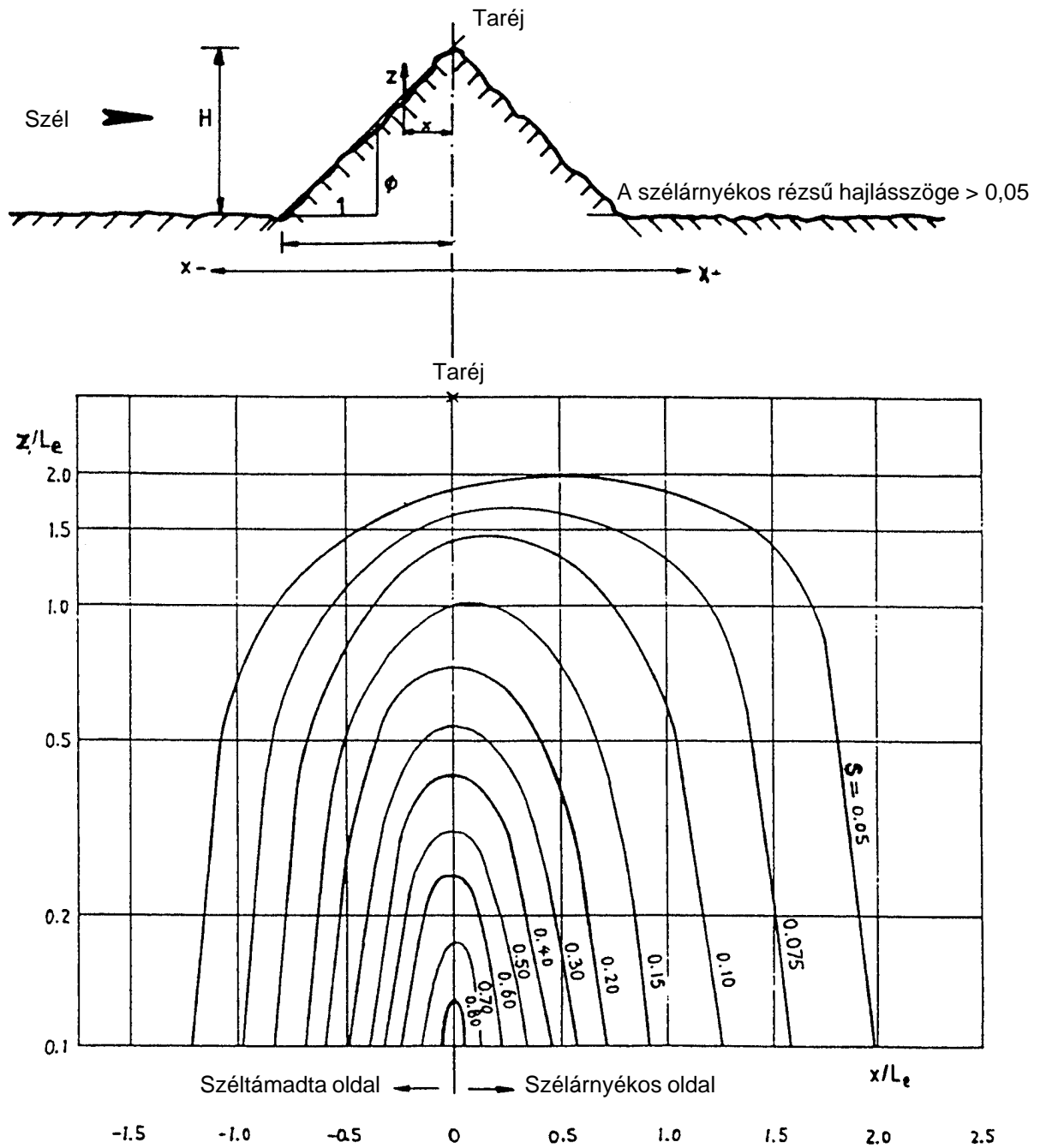
8.2. táblázat: L_e értékei

Hajlásszög ($\Phi = H / L$)	
Kicsi ($0,05 < \Phi < 0,3$): $L_e = L_u$	Nagy ($\Phi > 0,3$): $L_e = H / 0,3$

(2)P Völgyekben $c_t(z)$ felvehető értéke 1,0, ha nem várható, hogy a szűkületi hatás következtében megnövekednek a szélességek. Meredek oldalú völgyekben elhelyezkedő szerkezetek, illetve meredek oldalú völgyeken átívelő hidak esetén tekintettel kell lenni a szűkületi hatás következtében esetleg megnövekvő szélességekre.



8.1. ábra: Az s tényező szirtek és részsűk esetében



8.2. ábra: Az s tényező dombok és hegyek esetében

8.5. Helyszíntényező

(1)P A $c_e(z)$ helyszíntényezővel figyelembe vehető, hogy a terep érdessége, a topográfia és a terepszint feletti magasság befolyásolja az átlagos szélességet és a turbulenciát. A helyszíntényezőt a következő összefüggés adja:

$$c_e(z) = c_r^2(z) c_t^2(z) [1 + 2g l_v(z)] , \quad (8.4.)$$

ahol:

g a csúcstényező;

$l_v(z)$ a turbulencia erőssége, amelyet a következő összefüggés ad meg:

$$l_v(z) = \frac{k_T}{c_r(z) \cdot c_t(z)} . \quad (8.5.)$$

(2)P Szabályozás céljából feltételeztük, hogy a lökészerű, kvázistatikusként tekintett teher a következő összefüggéssel számítható:

$$c_e(z) = c_r^2(z) c_t^2(z) \left[1 + \frac{7 k_T}{c_r(z) \cdot c_t(z)} \right] , \quad (8.6.)$$

ahol:

k_T a 8.2. szakasz szerinti terepfaktor;

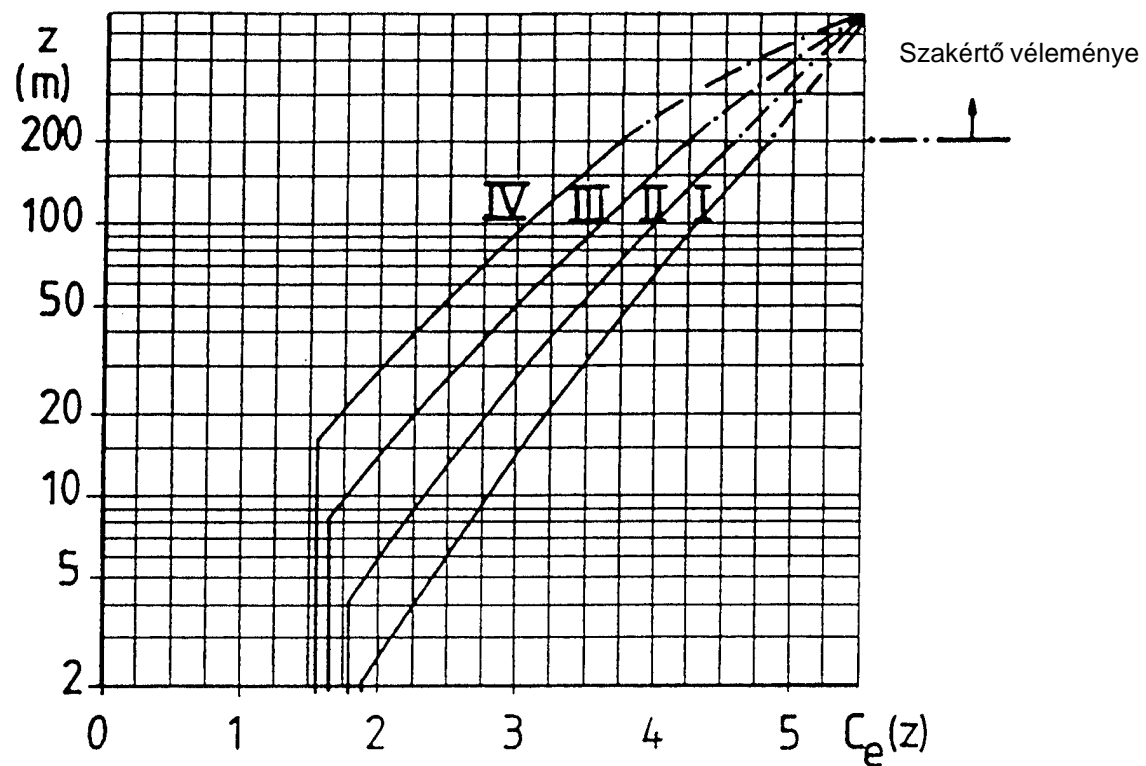
$c_r(z)$ a 8.3. szakasz szerinti érdességi tényező;

$c_t(z)$ a 8.4. szakasz szerinti topográfiai tényező.

Megjegyzés: Ez $g = 3,5$ nagyságú csúcstényezőt jelent.

(3) A $c_e(z)$ helyszíntényező értéke sík terep esetén ($c_t(z) = 1$), a 8.2. szakasz szerinti négy beépítettség kategóriához a 8.3. ábra szerint.

(4) Az előző (2)P bekezdés szerinti egyszerűsítés nem alkalmazható olyan szerkezetek esetében, amelyeket a részletes eljárással kell tervezni.



8.3. ábra: A $c_e(z)$ helyszíntényező a z terepszint feletti magasság és a 8.1. táblázat szerinti I–IV. beépítettségi kategória függvényében, $c_t = 1$ esetén

9. A számítási módszer megválasztása

9.1. Általános elvek

(1)P A szélteher számítására két eljárás alkalmazható.

- Az egyszerű eljárás olyan szerkezetekre vonatkozik, amelyek szerkezeti jellemzőiknél fogva nem érzékenyek a dinamikus gerjesztésre. Az eljárás a c_d dinamikus tényező révén enyhén dinamikus viselkedésű szerkezetekre is alkalmazható. A c_d tényező nagysága függ az építési módtól (beton, acél, együtt dolgozó), valamint a szerkezet magasságától és szélességétől.
- A részletes eljárás olyan szerkezetekre vonatkozik, amelyek várhatóan érzékenyek a dinamikus gerjesztésre, és c_d dinamikus tényezőjük 1,2-nél nagyobb.

(2)P A c_d dinamikus tényező egyrészt az egyes felületek közötti nyomások egymástól független voltát, másrészt a tartószerkezet sajátfrekvenciájához közeli frekvenciatartományba eső turbulencia növelő hatását veszi figyelembe.

(3)P A 9. fejezet alkalmazási területe, valamint az egyszerű és a részletes eljárás közötti választás feltételei a 9.2. szakasz szerint.

(4)P Az egyszerű eljárás során alkalmazandó c_d dinamikus tényező értéke a 9.3. szakasz szerint.

(5) Az örvényleválás és a táncolás feltételei a 9.4. szakasz szerint.

(6) Ha mindkét eljárás alkalmazható, a részletes eljárás az egyszerű eljárásnál szabatosabb és általában kevésbé a biztonság javára közelítő eredményt ad.

9.2. A választás kritériumai

(1) Az egyszerű eljárás

- legfeljebb 200 m magas épületekre és kéményekre, valamint
- legfeljebb 200 m maximális támaszközű közúti és vasúti hidakra

alkalmazható, ha a 9.3. szakasz szerinti c_d dinamikus tényező 1,2-nél kisebb. Az ebben a részben tárgyalt minden más esetben a B mellékletben megadott részletes módszert kell alkalmazni.

9.3. Dinamikus tényező a szellőzéshez

(1) A 9.1–9.8. ábra szerinti c_d értékek a figyelembe veendő paraméterek szokásos értékén és a C mellékletben található egyszerű frekvenciaegyenleteken alapulnak. Ezek a feltételezések és egyenletek a tapasztalat szerint helytállóak hagyományos szerkezetek esetén, és az ábrákon megadott értékek az adott ábra érvényességi tartományán belül a c_d felső korlátját jelentik. Az adott értékek különösen nagy biztonságot tartalmaznak a II–IV. beépítettségi kategóriákban elhelyezkedő szerkezetekre. Különleges, szokatlan alakú vagy rugalmasságú szerkezetek esetén kellő figyelemmel kell eljárni.

(2) A 9.1–9.3. ábra az épületek c_d értékeit tartalmazza a tartószerkezet anyagától függően.

(3) A 9.4. ábra a hidak c_d értékeit tartalmazza. Hidak esetén az egyszerű eljárás azon a feltételezésen alapul, hogy a közúti és a vasúti hidak legnagyobb támaszköze legfeljebb 200 m, a gyaloghidaké pedig legfeljebb 30 m.

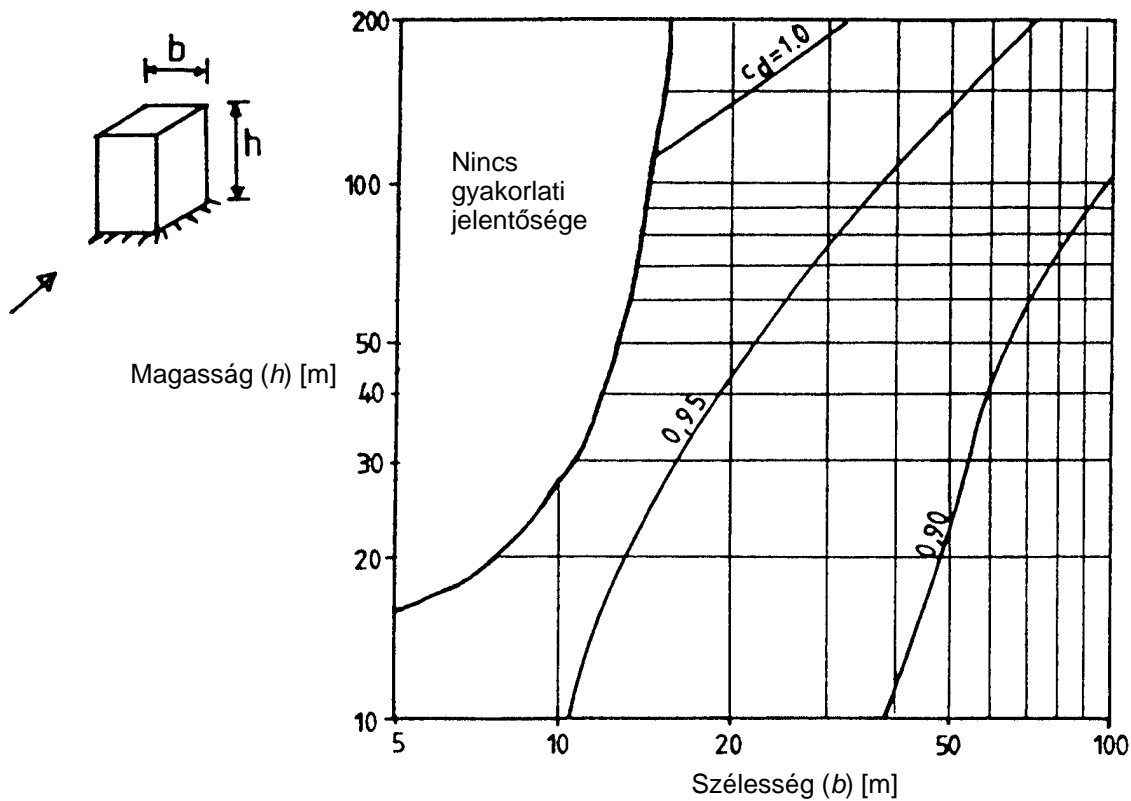
(4) A 9.5–9.8. ábra kémények c_d értékeit tartalmazza a tartószerkezeti formától függően.

(5) Szabatosabb értékek a B mellékletben található (B1.) egyenlettel számíthatók a szerkezet paramétereinek konkrét értékét behelyettesítve, feltéve, hogy ezek ismertek.

(6) Az $1,0 \leq c_d \leq 1,2$ tartományban ajánlatos a részletes eljárást alkalmazni.

(7) Az ebben a részben tárgyalt más tartószerkezeti formák esetén a B mellékletet kell alkalmazni.

(8) Az ENV-időszakban a speciális tartószerkezetekre, például rácsos tornyokra, kikötött antennatornyokra, ferde kábeles hidakra és függőhidakra vonatkozó iránymutatás készül. E szerkezetek konkrét követelményeit az Eurocode szabványsorozat megfelelő része fogja tartalmazni.



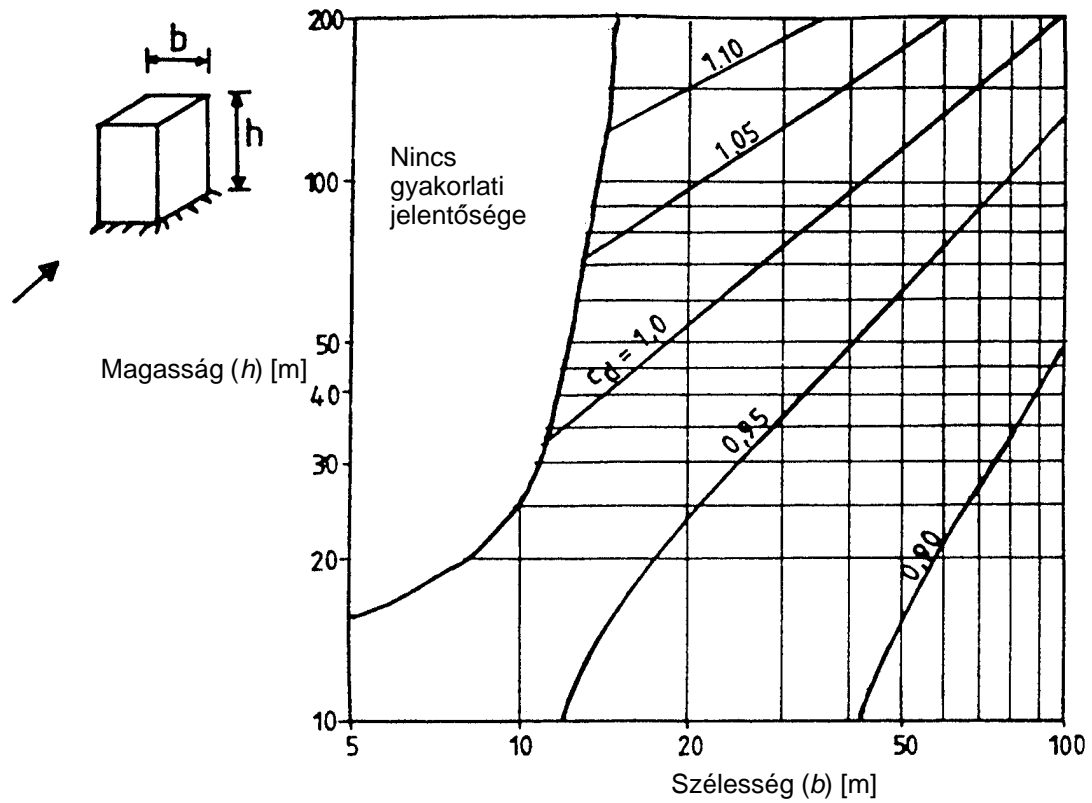
1. megjegyzés: A 9.1. ábra az egyes paraméterek következő értékei alapján készült:

- (i) $v_{ref} = 28 \text{ m/s}$
- (ii) beépítettségi kategória: I.
- (iii) $\delta_s = 0,045 n_1 + 0,05 \geq 0,10$
- (iv) $\delta_a = 0$

Az egyes mennyiségeket a C4.5. szakasz határozza meg.

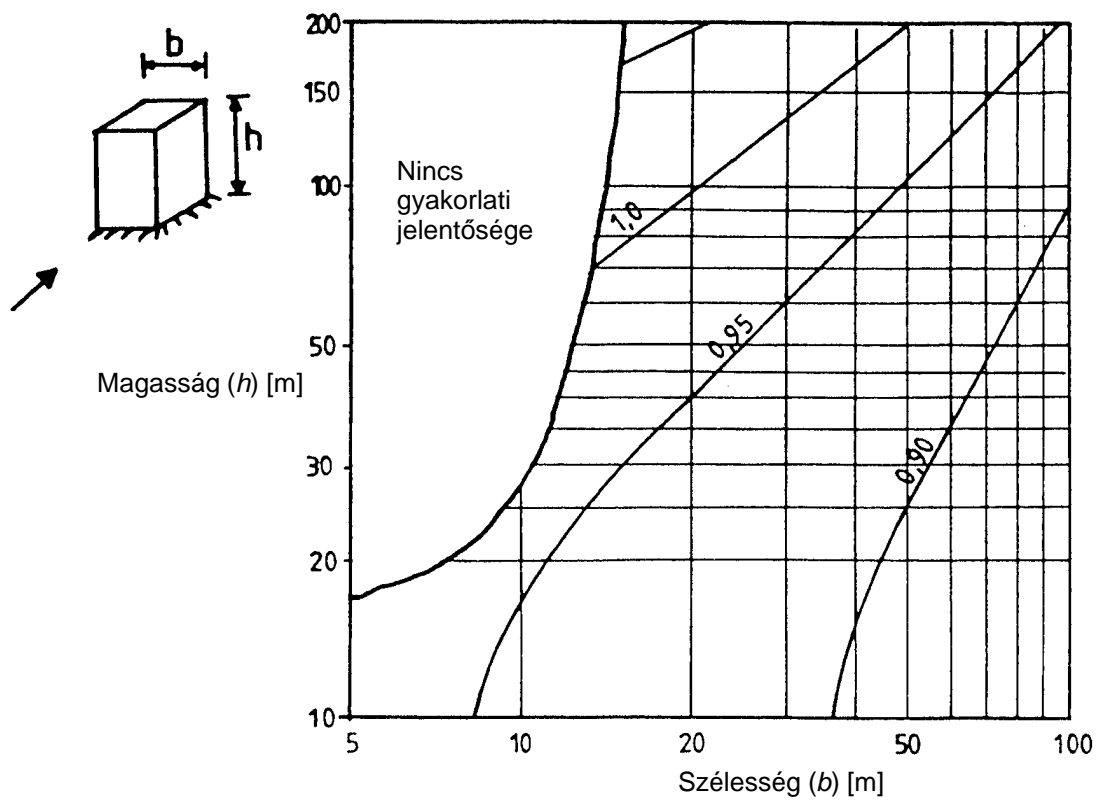
2. megjegyzés: Az ábrán megadott feltételekkel a használhatósági határállapot emberi komfortérzéssel kapcsolatos követelményeit nem vesszük figyelembe. Részletesebb eljárást kell alkalmazni, ha erre is tekintettel kívánunk lenni.

9.1. ábra: Beton- és téglapületek c_d értékei



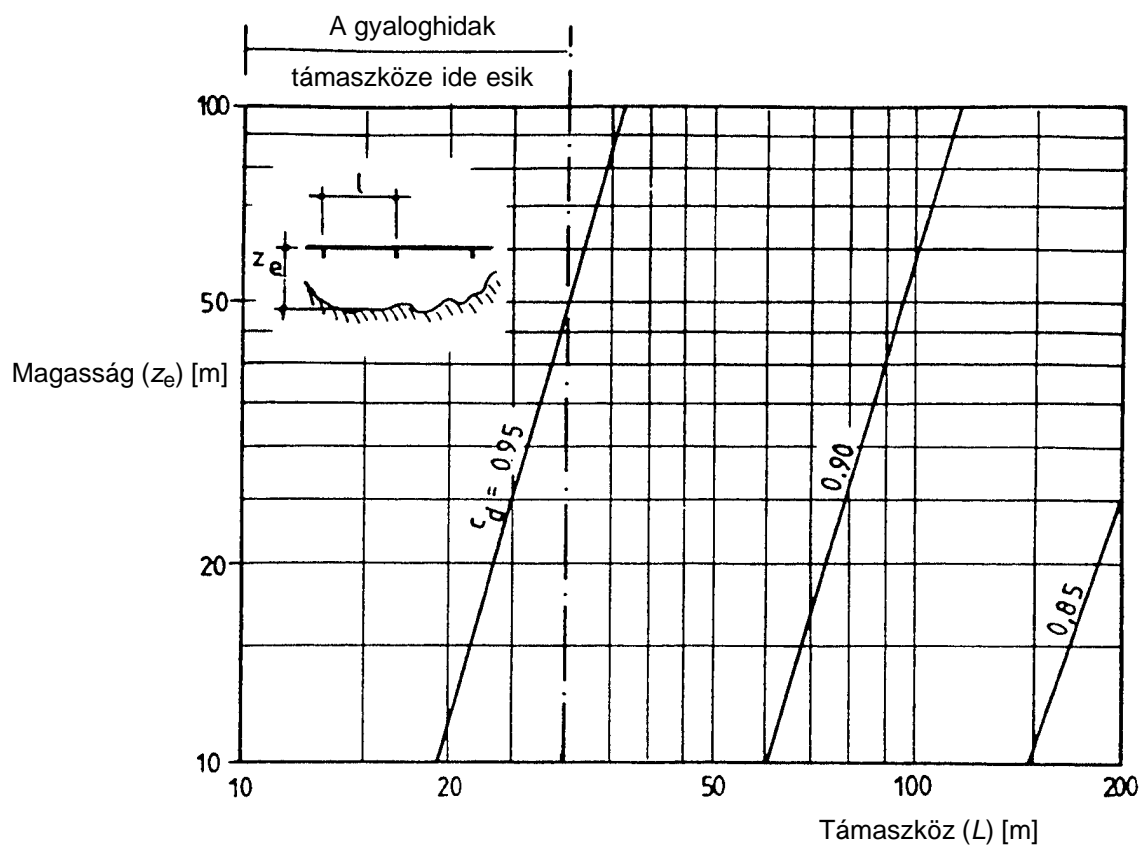
Megjegyzés: mint a 9.1. ábrán, de (i) $\delta_s = 0,045$ $n_1 \geq 0,05$

9.2. ábra: Acélpületek c_d értékei



Megjegyzés: mint a 9.1. ábrán, de (i) $\delta_s = 0,08$ $n_1 \geq 0,08$

9.3. ábra: Együtt dolgozó szerkezetű épületek c_d értékei



Megjegyzés: mint a 9.1. ábrán, de

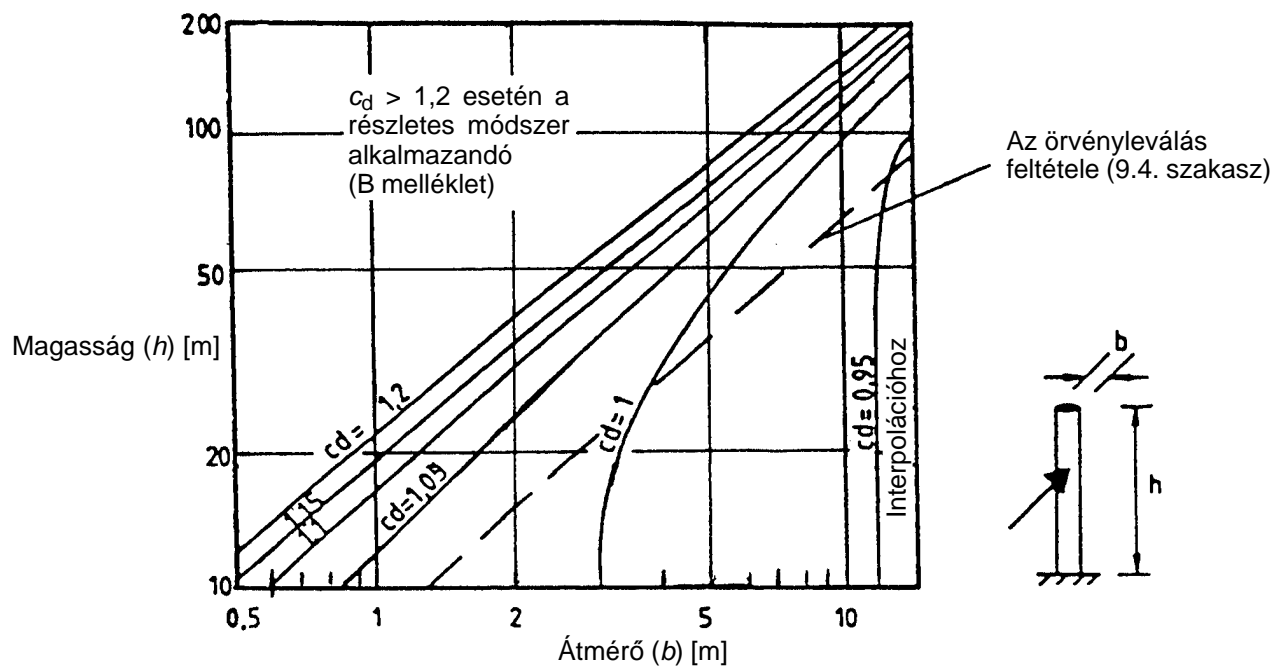
(i) $R_x^2 \leq 0,1 Q_0^2$

(ii) $b = 3 \text{ m}$

(iii) $g = 3,5$

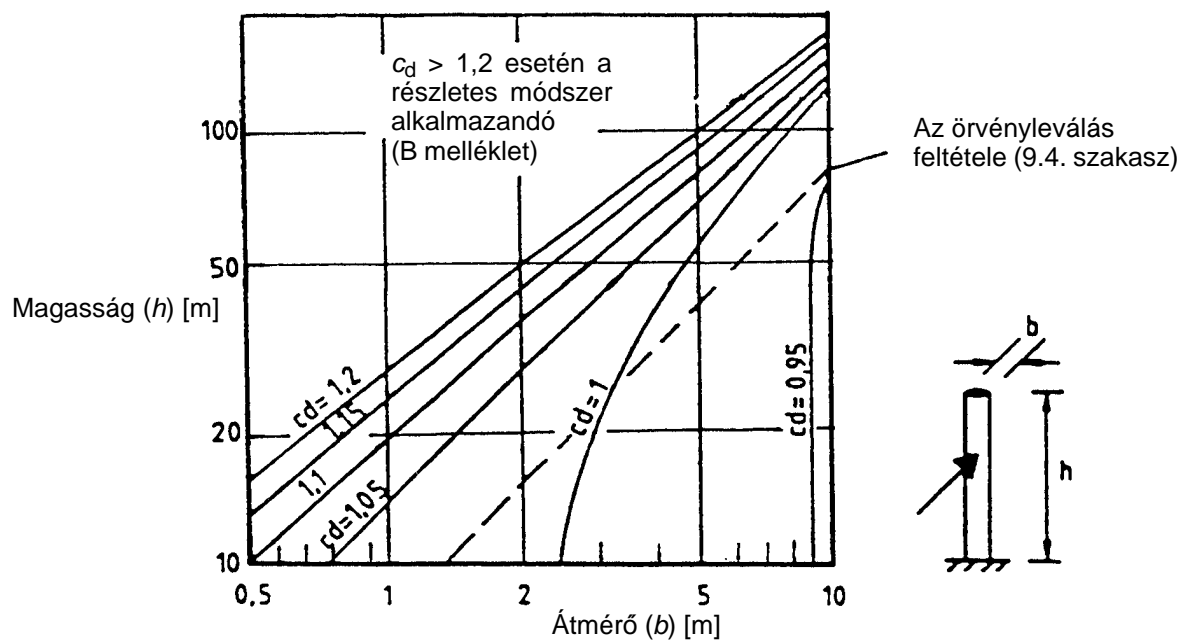
Az egyes mennyiségeket a B2. fejezet határozza meg.

9.4. ábra: Közúti, vasúti és gyaloghidak c_d értékei



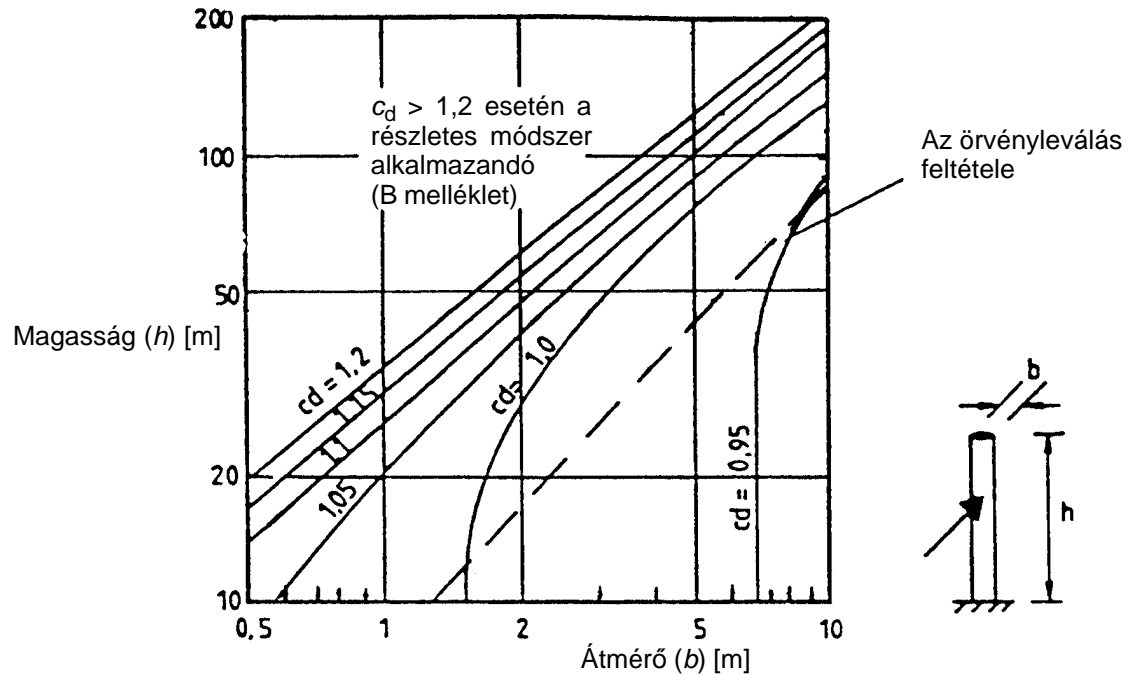
Megjegyzés: mint a 9.1. ábrán, de
 (i) $\delta_s = 0,015$,
 (ii) $w_s/w_t = 1$.
 Az egyes mennyiségeket a C4.2. szakasz határozza meg.

9.5. ábra: Burkolatlan, hegesztett acélkémények c_d értékei



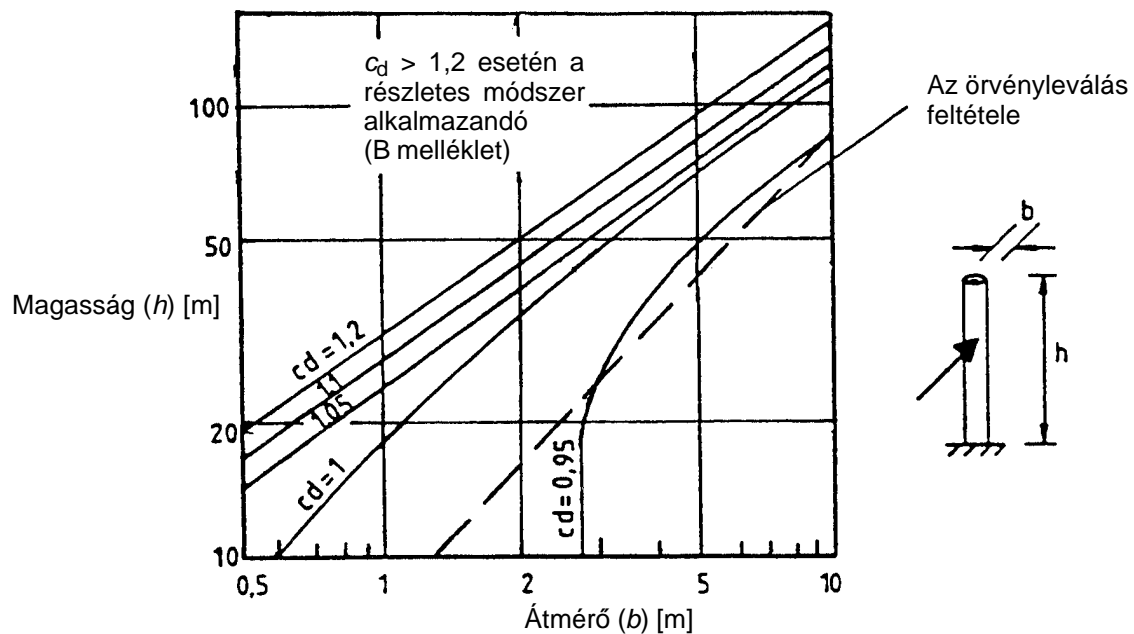
Megjegyzés: mint a 9.1. ábrán, de
 (i) $\delta_s = 0,035$,
 (ii) $w_s/w_t = 0,7$.
 Az egyes mennyiségeket a C4.2. szakasz határozza meg.

9.6. ábra: Burkolt acélkémények c_d értékei



Megjegyzés: mint a 9.1. ábrán, de
 (i) $\delta_s = 0,07$,
 (ii) $w_s/w_t = 0,5$.
 Az egyes mennyiségeket a C4.2. szakasz határozza meg.

9.7. ábra: Téglával burkolt acélkémények c_d értékei



Megjegyzés: mint a 9.1. ábrán, de
 (i) $\delta_s = 0,075$ $n_1 \geq 0,03$,
 (ii) $w_s/w_t = 1$.
 Az egyes mennyiségeket a C4.2. szakasz határozza meg.

9.8. ábra: Vasbeton kémények c_d értékei

9.4. Örvényleválás, aeroelasztikai instabilitás és dinamikus kölcsönhatások

9.4.1. Általános elvek

(1)P Karcsú szerkezetek esetén a következő dinamikus és instabilitási jelenségeket kell figyelembe venni:

- örvényleválás;
- táncolás;
- belebegés;
- divergencia;
- befolyásolt táncolás.

(2) E jelenségek vizsgálatának szabályait részletesen a C melléklet tartalmazza.

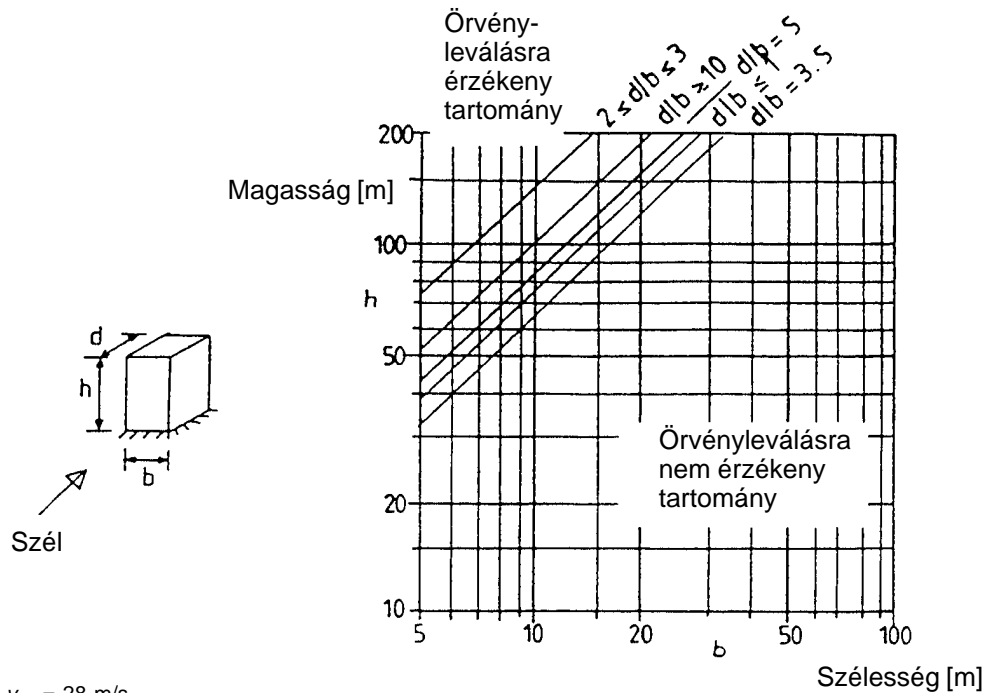
(3) Az örvényleválás és a táncolás vizsgálatának érvényességi köre a 9.4.2. szakasz szerint.

9.4.2. Alkalmazási terület

(1) Nem kell örvényleválásra és táncolásra vizsgálni azokat az épületeket, amelyek megfelelnek a 9.9. ábrán adott feltételeknek. Azokat az épületeket, amelyek ezeknek a feltételeknek nem felelnek meg, vizsgálni kell örvényleválásra és táncolásra.

(2) Nem kell örvényleválásra, táncolásra, belebegésre és befolyásolt táncolásra vizsgálni azokat a hosszú szerkezeteket (például kéményeket és hidakat), amelyek geometriai viszonyai megfelelnek a 9.5–9.8. ábrákon (kémények), illetőleg a 9.1. táblázatban (hidak) adott feltételeknek. Azokat a szerkezeteket, amelyek ezeknek a feltételeknek nem felelnek meg, vizsgálni kell a felsorolt jelenségekre.

(3) Lemezszerű szerkezetek divergenciájára és belebegésére vonatkozó feltételeket a C3.3. szakasz tartalmaz.



Megjegyzés: (i) $v_{ref} = 28$ m/s
 (ii) beépítettségi kategória: I.
 (iii) A Strouhal-számokat a téglalap alakú keresztmetszetek d/b viszonya függvényében a C melléklet C1. ábrájáról vettük.
 Az egyes mennyiségeket a C2. fejezet és a C4.2. szakasz határozza meg.

9.9. ábra: Az örvényleválás és a táncolás vizsgálatának feltételei épületek esetében

9.1. táblázat: Az örvényleválás, a táncolás és a belebegés vizsgálatának feltételei hidak esetében

Hidak		A feltétel fennáll, ha	
		$d/b \leq 5$	$d/b \geq 10$
A vízszintes erőkkel szembeni megtámasztás típusa		$l/b < 8$	$l/b < 14$
		< 16	< 29
		< 24	< 44
		< 32	< 58

Megjegyzés: (i) $v_{ref} = 28$ m/s,
 (ii) beépítettségi kategória: I.
 (iii) $n = 100/l$,
 (iv) Strouhal-szám a C1. táblázatból,
 az egyes mennyiségeket a C2. fejezet határozza meg,
 (v) lineáris interpoláció az $5 \leq d/b \leq 10$ tartományban

10. Aerodinamikai együtthatók

10.1. Általános elvek

(1) Ez a fejezet tartalmazza a következő szerkezetek, szerkezeti elemek és részek aerodinamikai együtthatóját:

- épületek (10.2. szakasz);
- szabadon álló tetők (10.3. szakasz);
- szabadon álló falak, kerítések és jelzőtáblák (10.4. szakasz);
- téglalap keresztmetszetű szerkezeti elemek (10.5. szakasz);
- éles szélű szerkezeti elemek (10.6. szakasz);
- szabályos sokszög keresztmetszetű szerkezeti elemek (10.7. szakasz);
- körhengerek (10.8. szakasz);
- gömbök (10.9. szakasz);
- rácsos szerkezetek és állványzatok (10.10. szakasz);
- hidak (10.11. szakasz);
- zászlók (10.12. szakasz);
- súrlódási tényezők (10.13. szakasz);
- helyettesítő karcsúság és karcsúságcsökkentő tényező (10.14. szakasz);

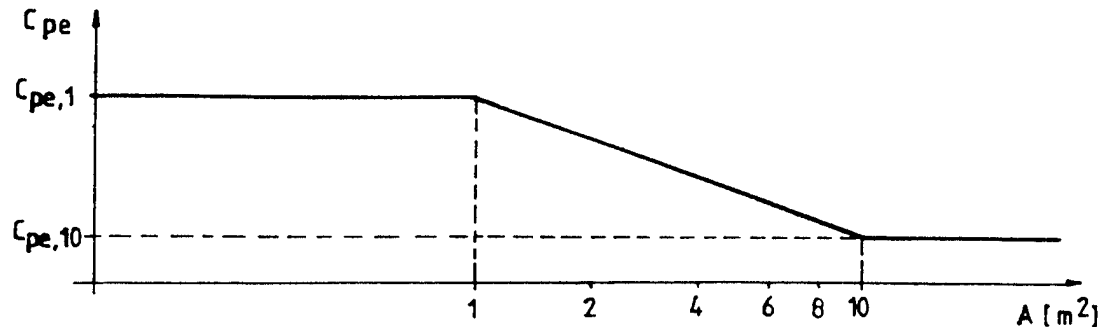
(2)P Ha jég- vagy hóteher is működik, a referenciafelületet növelni kell a jég- vagy a hóréteg vastagságával (lásd a 3. fejezetet is).

10.2. Épületek

10.2.1. Általános elvek

(1) Épületek és épületek egyes részei esetén a c_{pe} külső nyomási tényező nagysága az A terhelt felület függvénye. Az egyes elrendezésekre vonatkozó táblázatokban az 1 m^2 -re, illetve a 10 m^2 -re érvényes értékek szerepelnek ($c_{pe,1}$ és $c_{pe,10}$). Ezekről különböző nagyságú terhelt felület esetén a c_{pe} külső nyomási tényező értéke a 10.2.1. ábra alapján vehető fel.

Megjegyzés: A terhelt felület a szerkezetnek az a felülete, amelynek figyelembevételével a szélhatást meghatározzuk.



Megjegyzés: Az ábra a következő függvényt ábrázolja:

$$\begin{aligned}
 c_{pe} &= c_{pe,1} && \text{ha } A \leq 1 \text{ m}^2; \\
 c_{pe} &= c_{pe,1} + (c_{pe,10} - c_{pe,1}) \log_{10} A && \text{ha } 1 \text{ m}^2 < A < 10 \text{ m}^2; \\
 c_{pe} &= c_{pe,10} && \text{ha } 10 \text{ m}^2 \leq A.
 \end{aligned}$$

10.2.1. ábra: Épületek külső nyomási tényezőjének változása a terhelt felület A nagyságával

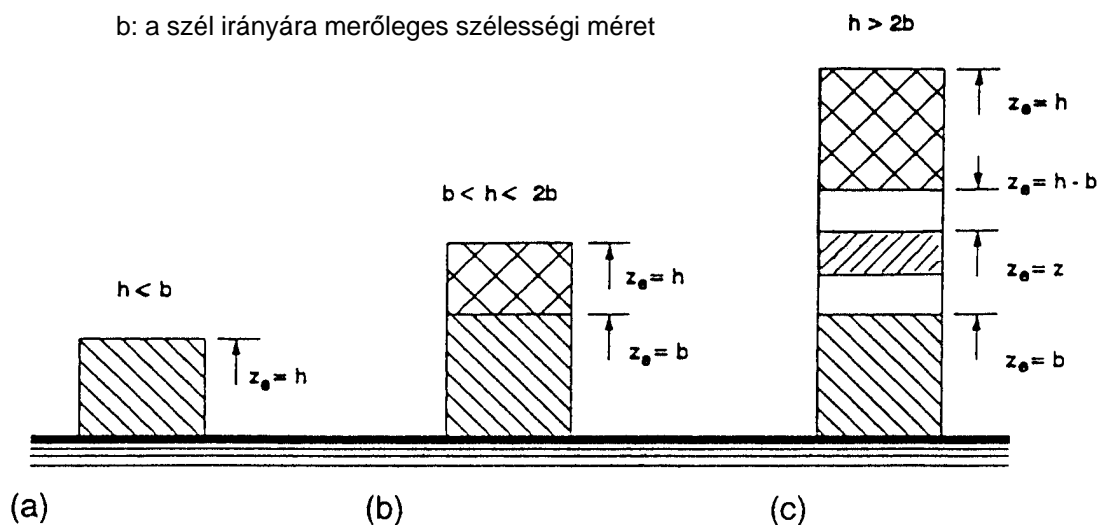
(2) A 10.2.1–10.2.6. táblázatokban található $c_{pe,1}$ és $c_{pe,10}$ értékek az egymásra merőleges, 0° -os, 90° -os és 180° -os szélirányhoz tartoznak, de az egyes merőleges szélirányokhoz képest vett $\Theta = \pm 45^\circ$ tartományban a legnagyobb értéket jelentik.

(3) Ezek az értékek kizárólag épületekre alkalmazhatók.

10.2.2. Téglalap alaprajzú épületek függőleges falai

(1) A téglalap alaprajzú épületek függőleges falainak z_e referenciamagassága a h/b viszonyszám függvénye. Értékét a 10.2.2. ábra a következő három esetre adja meg.

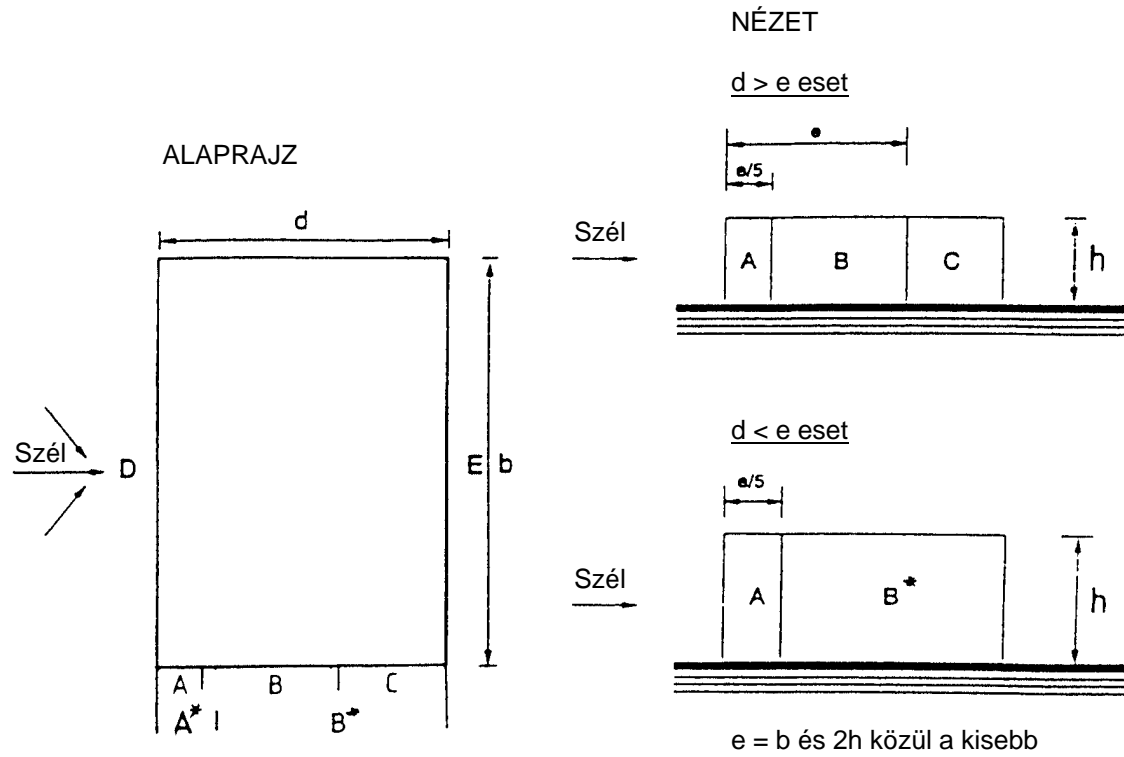
- Azokat az épületeket, amelyek h magassága b -nél kisebb, egyetlen egységként kell kezelni.
- Azokat az épületeket, amelyek h magassága b -nél nagyobb, de $2b$ -nél kisebb, két egységként kell kezelni: az egyik az épületnek a terepszinttől a b magasságig terjedő része, a másik pedig a fölötte levő rész.
- Azokat az épületeket, amelyek h magassága $2b$ -nél nagyobb, több egységként kell kezelni: az alsó rész a terepszinttől a b magasságig terjed; a felső rész az épület legfelső pontjától lefelé mért b távolságig tart; a felső és az alsó rész között pedig tetszőleges számú, legfeljebb b magasságú egységet lehet elképzelni.



10.2.2. ábra: A z_0 referenciamagasság h és b függvényében

(2) A 10.2.3. ábra szerint értelmezett A, B, C, D és E zónák $c_{pe,1}$ és $c_{pe,10}$ külső nyomási tényezőit a d/h arány függvényében a 10.2.1. táblázat tartalmazza. Közbenső értékek lineáris interpolációval nyerhetők.

(3) A súrlódási erőket csak hosszú épületek esetén kell figyelembe venni (6.2. szakasz).



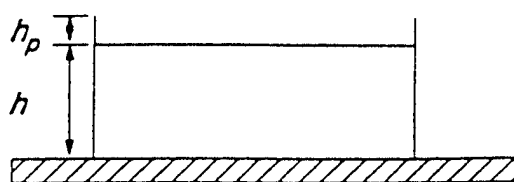
10.2.3. ábra: Függőleges falak jelölései

10.2.1. táblázat: Téglalap alaprajzú épületek függőleges falainak külső nyomási tényezői

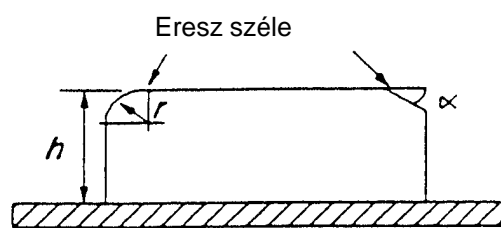
Zóna	A		B, B*		C		D		E	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
$d/h \leq 1$	-1,0	-1,3	-0,8	-1,0	-0,5		+0,8	+1,0	-0,3	
$d/h \geq 4$	-1,0	-1,3	-0,8	-1,0	-0,5		+0,6	+1,0	-0,3	

10.2.3. Lapos tetők

- (1) Lapos tető az a tető, amelynek hajlása legfeljebb $\pm 4^\circ$.
- (2) A tetőt a 10.2.4. ábra szerint kell zónákra felosztani.
- (3) A z_e referenciamagasságot h -ra kell felvenni.
- (4) Az egyes zónákhoz tartozó nyomási tényezőket a 10.2.2. táblázat tartalmazza.
- (5) Hosszú tetők esetén a súrlódási erőket is figyelembe kell venni (6.2. szakasz).



Parapetfal



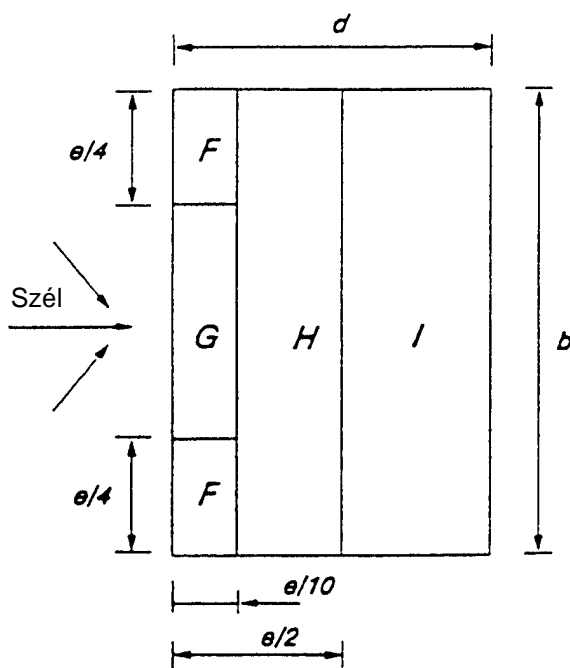
Lekerekített és ferde ereszkiképzés

Referenciamagasság

$$z_e = h$$

$e = b$ és $2h$ közül a kisebb

b : a szél irányára merőleges méret



10.2.4. ábra: A lapos tetők jelölései

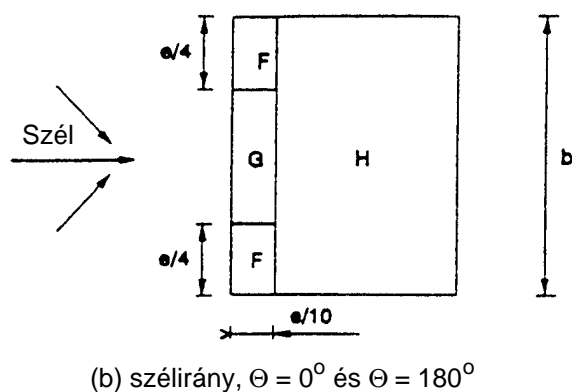
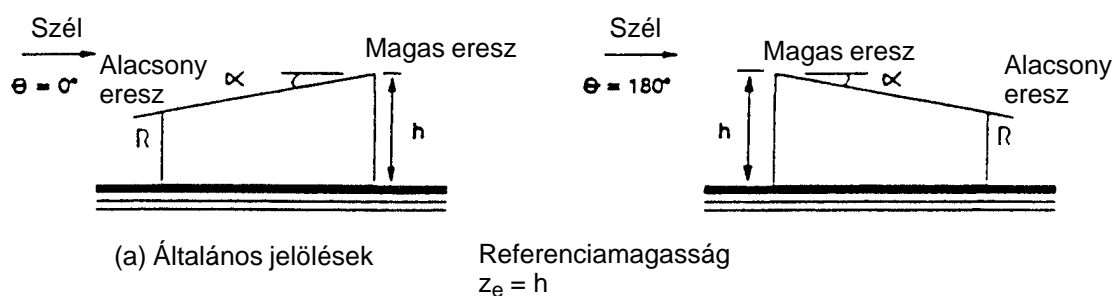
10.2.2. táblázat: Lapos tetők külső nyomási tényezői

		Zóna							
		F		G		H		I	
		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
Szögletes eresz		-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	$\pm 0,2$	
Parapet	$h_p/h = 0,025$	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	$\pm 0,2$	
	$h_p/h = 0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	$\pm 0,2$	
	$h_p/h = 0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	$\pm 0,2$	
Lekerekített eresz	$r/h = 0,05$	-1,0	-1,5	-1,2	-1,8	-0,4		$\pm 0,2$	
	$r/h = 0,10$	-0,7	-1,2	-0,8	-1,4	-0,3		$\pm 0,2$	
	$r/h = 0,20$	-0,5	-0,8	-0,5	-0,8	-0,3		$\pm 0,2$	
Ferde eresz	$\alpha = 30^\circ$	-1,0	-1,5	-1,0	-1,5	-0,3		$\pm 0,2$	
	$\alpha = 45^\circ$	-1,2	-1,8	-1,3	-1,9	-0,4		$\pm 0,2$	
	$\alpha = 60^\circ$	-1,3	-1,9	-1,3	-1,9	-0,5		$\pm 0,2$	

- Megjegyzések:
- (i) Parapetfalas, illetve lekerekített ereszkiképzésű tetők esetén h_p/h , illetve r/h közbenső értékeihez lineáris interpoláció alkalmazható.
 - (ii) Ferde ereszkiképzésű lapos tetők esetén az $\alpha = 30^\circ$, 45° , és $\alpha = 60^\circ$ közötti értékekhez lineáris interpoláció alkalmazható. $\alpha > 60^\circ$ esetén az $\alpha = 60^\circ$ -hoz tartozó érték és a szögletes ereszkiképzésű lapos tetők megadott értéke között végezhető lineáris interpoláció.
 - (iii) Az I. zónában, ahol pozitív és negatív értékek is meg vannak adva, mindkettőt tekintetbe kell venni.
 - (iv) A ferde eresz külső nyomási tényezői a nyeregtetőkre és 0° -os szélirány esetére vonatkozó 10.2.4. táblázatban, az F és G zónához tartozó oszlopokban megadott értékekkel számíthatók a ferde eresz hajlás-szögétől függően.
 - (v) A lekerekített eresz külső nyomási tényezői a falra és a tetőre vonatkozó értékek között a görbe mentén végzett lineáris interpolációval határozhatók meg.

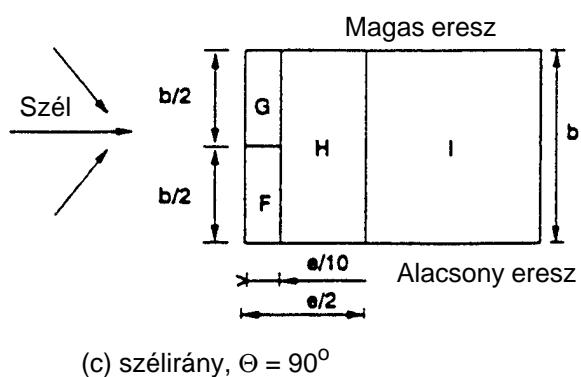
10.2.4. Félnyereg tetők

- (1) A tetőt a 10.2.5. ábra szerinti zónákra kell felosztani.
- (2) A z_e referenciamagasságot h -ra kell felvenni.
- (3) Az egyes zónákhoz tartozó nyomási tényezőket a 10.2.3. táblázat tartalmazza.
- (4) Hosszú tetők esetén a sűrűlódási erőket is figyelembe kell venni (6.2. szakasz).



$e = b$ és $2h$ közül a kisebb

b : a szél irányára merőleges méret



10.2.5. ábra: A félnyereg tetők jelölései

- (5) Túlnyújtott ereszkiképzés esetén (10.2.5. ábra) az „R” jelű zónára ugyanakkora nyomás hat, mint az alatta elhelyezkedő függőleges falra. Ez a szabály másféle tetőkre is érvényes.

10.2.3. táblázat: A félnyeregtekők külső nyomási tényezői

Tető- hajlás α	Zónák a $\Theta = 0^\circ$ -os szélirányhoz						Zónák a $\Theta = 180^\circ$ -os szélirányhoz					
	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
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°	+0,7		+0,7		+0,6		-0,6	-1,3	-0,5		-0,7	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	

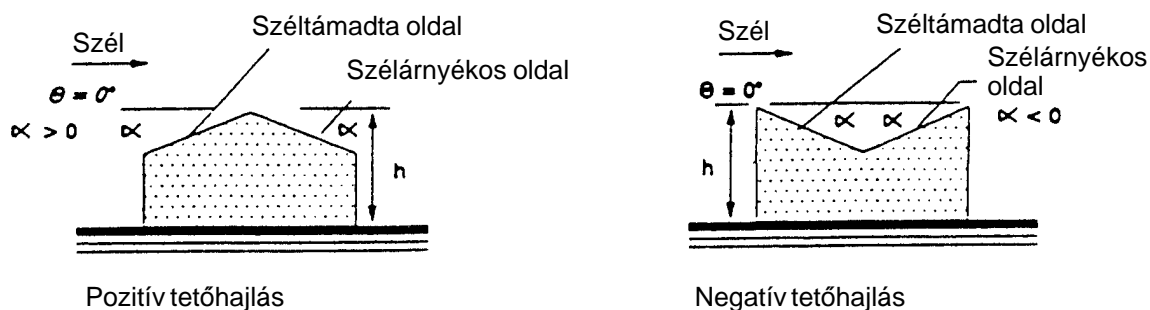
Tető- hajlás α	Zónák a $\Theta = 90^\circ$ -os szélirányhoz							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5°	-1,6	-2,2	-1,8	-2,0	-0,6	-1,2	0,5	
15°	-1,3	-2,0	-1,9	-2,5	-0,8	-1,2	-0,7	-1,2
30°	-1,2	-2,0	-1,5	-2,0	-1,0	-1,3	-0,8	-1,2
45°	-1,2	-2,0	-1,4	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
60°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,7	-1,2
75°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,5	

Megjegyzések: (i) $\Theta = 0^\circ$ -os szélirány esetén $\alpha = 15^\circ$ és $\alpha = 30^\circ$ -os tetőhajlás között a nyomás gyorsan változik a pozitív és a negatív érték között, ezért a táblázat mind pozitív, mind negatív értékeket tartalmaz.

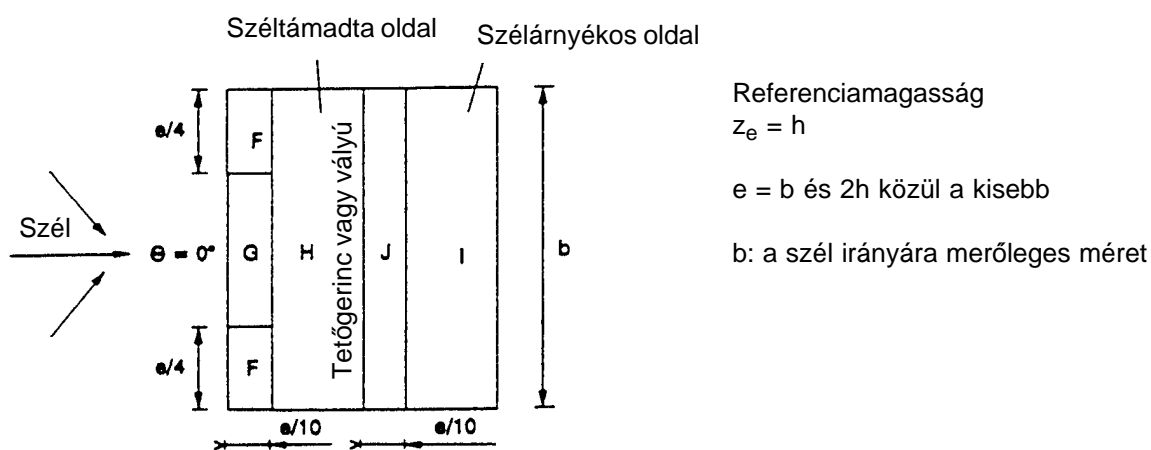
(ii) Közbenes tetőhajlásértékekhez lineáris interpoláció alkalmazható, de csak azonos előjelű értékek között.

10.2.5. Nyeregtetők

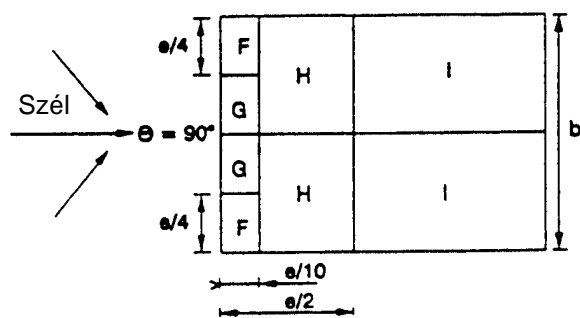
- (1) A tetőt a 10.2.6. ábra szerinti zónákra kell felosztani.
- (2) A z_e referenciamagasságot h -ra kell felvenni.
- (3) Az egyes zónákhoz tartozó nyomási tényezőket a 10.2.4. táblázat tartalmazza.
- (4) Hosszú tetők esetén a sűrűlódási erőket is figyelembe kell venni (6.2. szakasz).



(a) Általános jelölések



(b) = 0° -os szélirány



(c) $\theta = 90^\circ$ -os szélirány

10.2.6. ábra: A nyeregtetők jelölései

10.2.4. táblázat: A nyeregtetők külső nyomási tényezői

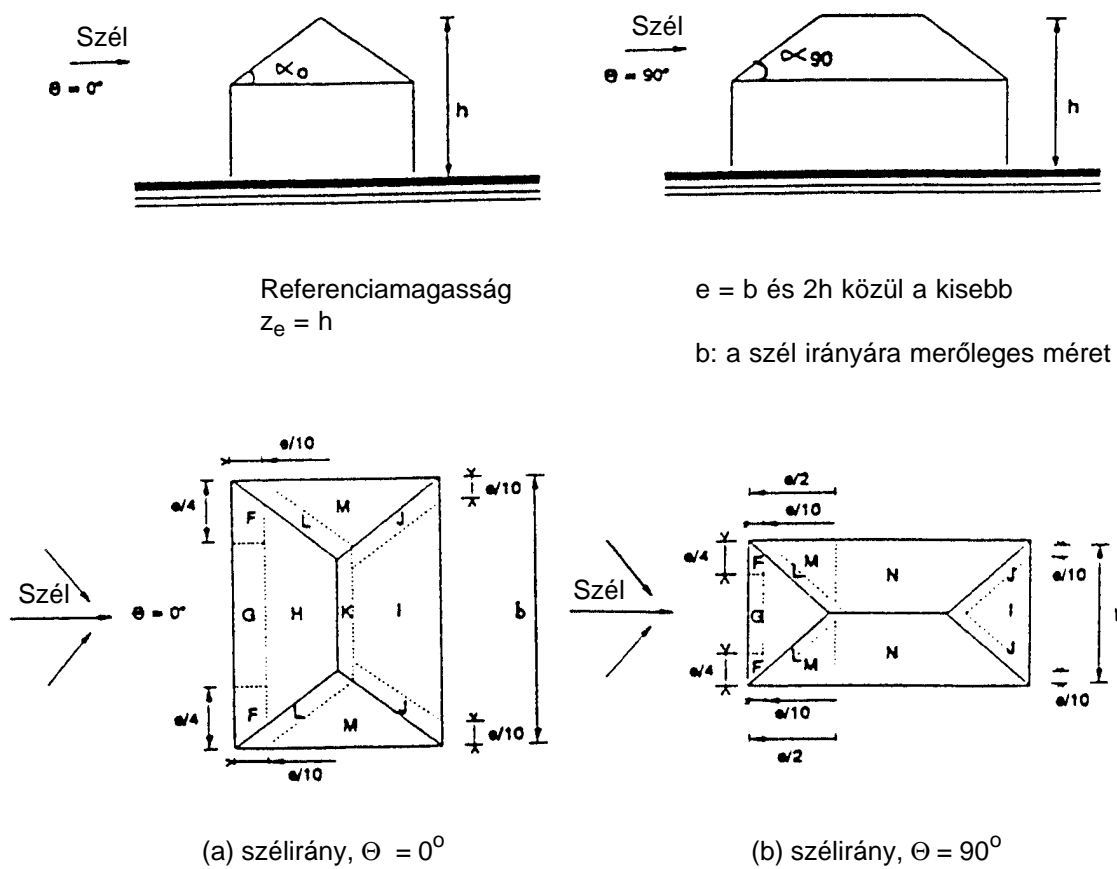
		Zónák a = 0°-os szélirányhoz									
Tetőhajlás	α	F		G		H		I		J	
		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°		-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°		-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°		-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°		-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,3		-0,3	
5°		-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,3		-0,3	
15°		-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
		+0,2		+0,2		+0,2					
30°		-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
		+0,7		+0,7		+0,4					
45°		+0,7		+0,7		+0,6		-0,2		-0,3	
60°		+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°		+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

		Zónák a $\Theta = 90^\circ$ -os szélirányhoz							
Tetőhajlás	α	F		G		H		I	
		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°		-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-30°		-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-15°		-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
-5°		-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
5°		-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,5	
15°		-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
30°		-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	
45°		-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	
60°		-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	
75°		-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	

- Megjegyzések: (i) $\Theta = 0^\circ$ -os szélirány esetén $\alpha = +15^\circ$ és $\alpha = +30^\circ$ -os tetőhajlás között a széltámadta oldalon a nyomás gyorsan változik a pozitív és a negatív érték között, ezért a táblázat mind pozitív, mind negatív értékeket tartalmaz.
- (ii) Azonos előjelű tetőhajlásértékek közé eső hajlásszöghöz lineáris interpoláció alkalmazható, de csak a nyomási tényezők azonos előjelű értékei között. (Nem szabad interpolációval meghatározni az 5°-nál kisebb tetőhajláshoz tartozó külső nyomási tényezőt; ilyenkor a lapos tetők 10.2.3. szakaszban megadott értékeit kell figyelembe venni.).

10.2.6. Kontyolt nyeregtetők

- (1) A tetőt a 10.2.7. ábra szerinti zónákra kell felosztani.
- (2) A z_e referenciamagasságot h -ra kell felvenni.
- (3) Az egyes zónákhoz tartozó nyomási tényezőket a 10.2.5. táblázat tartalmazza.



10.2.7. ábra: A kontyolt nyeregtetők jelölései

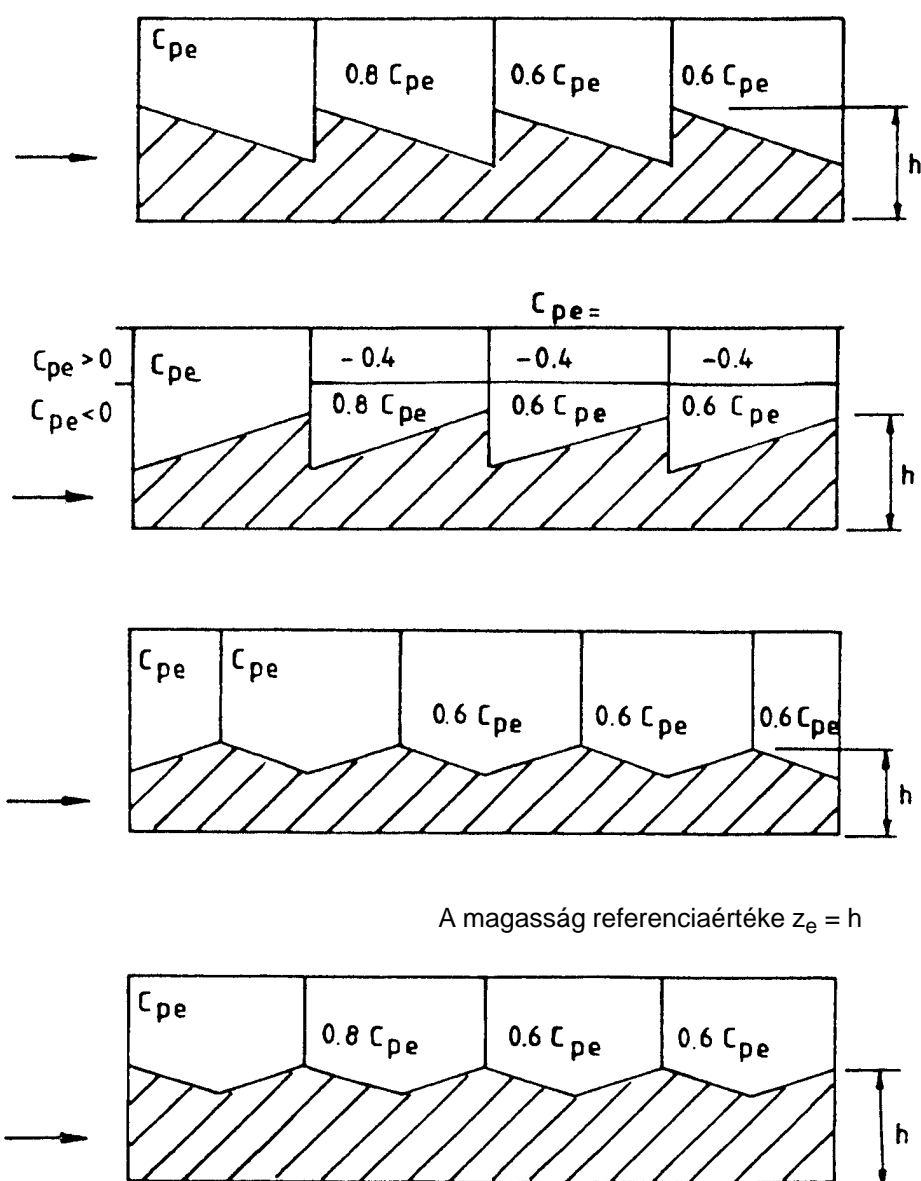
10.2.5. táblázat: Kontyolt nyeregteretők külső nyomási tényezői

Tetőhajlás α_0 $\Theta=0^\circ$ -hoz α_{90} $\Theta=90^\circ$ -hoz	Zónák a $\Theta = 0^\circ$ és $\Theta = 90^\circ$ -os szélirányhoz																	
	F		G		H		I		J		K		L		M		N	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
$+5^\circ$	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,3	-0,6	-0,6	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,4				
$+15^\circ$	-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													
$+30^\circ$	-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													
$+45^\circ$	+0,7		+0,7		+0,6		-0,3	-0,6		-0,3		-1,3	-2,0	-0,8	-1,2	-0,2		
$+60^\circ$	+0,7		+0,7		+0,7		-0,3	-0,6		-0,3		-1,2	-2,0	-0,4		-0,2		
$+75^\circ$	+0,8		+0,8		+0,8		-0,3	-0,6		-0,3		-1,2	-2,0	-0,4		-0,2		

- Megjegyzések: (i) $\Theta = 0^\circ$ -os szélirány esetén $\alpha = 15^\circ$ és $\alpha = 30^\circ$ -os tetőhajlás között a széltámadta oldalon a nyomás gyorsan változik a pozitív és negatív érték között, ezért a táblázat mind pozitív, mind negatív értékeket tartalmaz.
- (ii) Azonos előjelű tetőhajlásértékek közé eső hajlásszöghöz lineáris interpoláció alkalmazható, de csak a nyomási tényező azonos előjelű értékei között. (Nem szabad interpolációval meghatározni az 5° -nál kisebb tetőhajláshoz tartozó külső nyomási tényezőt; ilyenkor a lapos tetők 10.2.3. szakaszban megadott értékeit kell figyelembe venni.)
- (iii) A nyomási tényező szempontjából mindig a széltámadta oldal tetőhajlása a mértékadó.

10.2.7. Összekapcsolódó tetők

- (1) Az összekapcsolódó tető egyes szakaszainak nyomási tényezőjét a félnyeregűtető 10.2.4. szakaszban megadott tényezőiből kell származtatni, azokat a 10.2.8. ábra szerinti, helytől függő csökkentőtényezővel megszorozva.
- (2) A z_e referenciamagasságot h -ra kell felvenni.
- (3) Hosszú tetők esetén a sűrűdési erőket is figyelembe kell venni (6.2. szakasz).



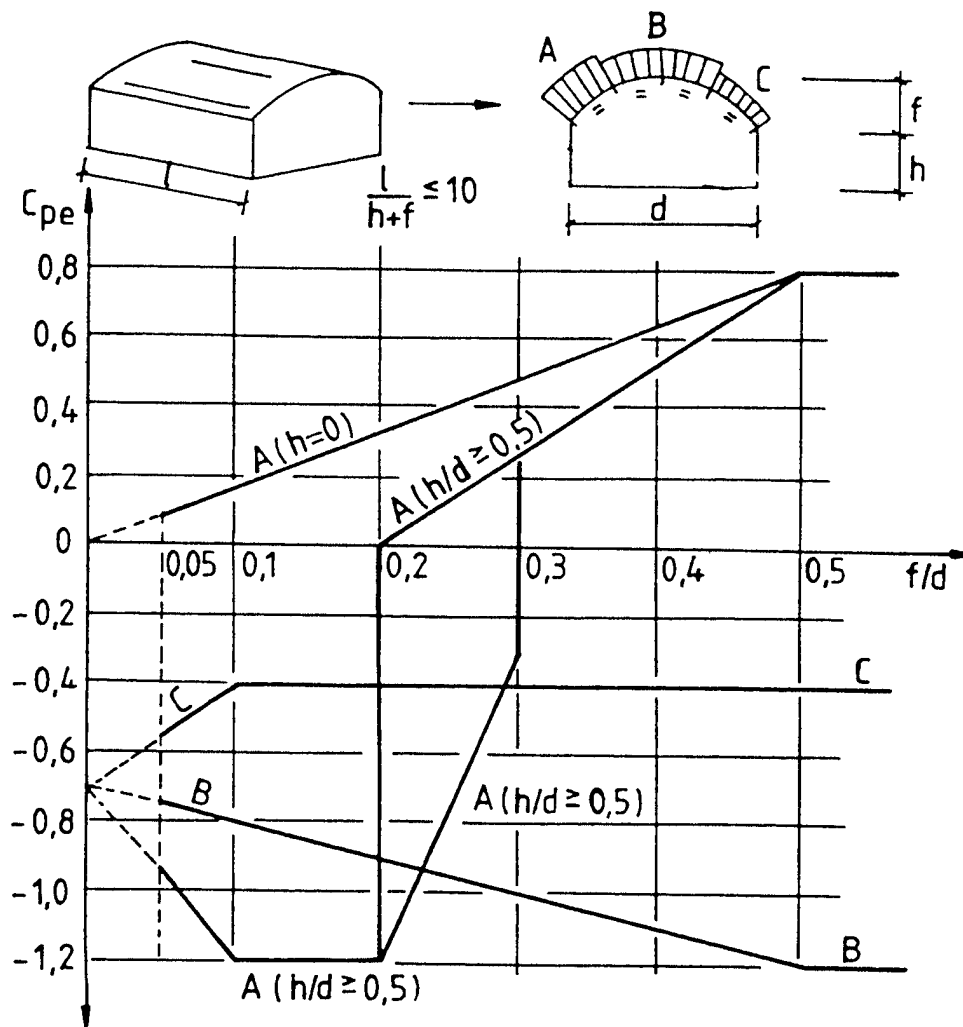
10.2.8. ábra: Az összekapcsolódó tetők jelölései

10.2.8. Donga alakú tetők és kupolák

- (1) Ez a szakasz a körszelet szelvényű tetőkre és a kupolákra vonatkozik.
- (2) A tetőt a 10.2.9. és 10.2.10. ábra szerinti zónákra kell felosztani.
- (3) A referenciamagasságot a következőképp kell felvenni:

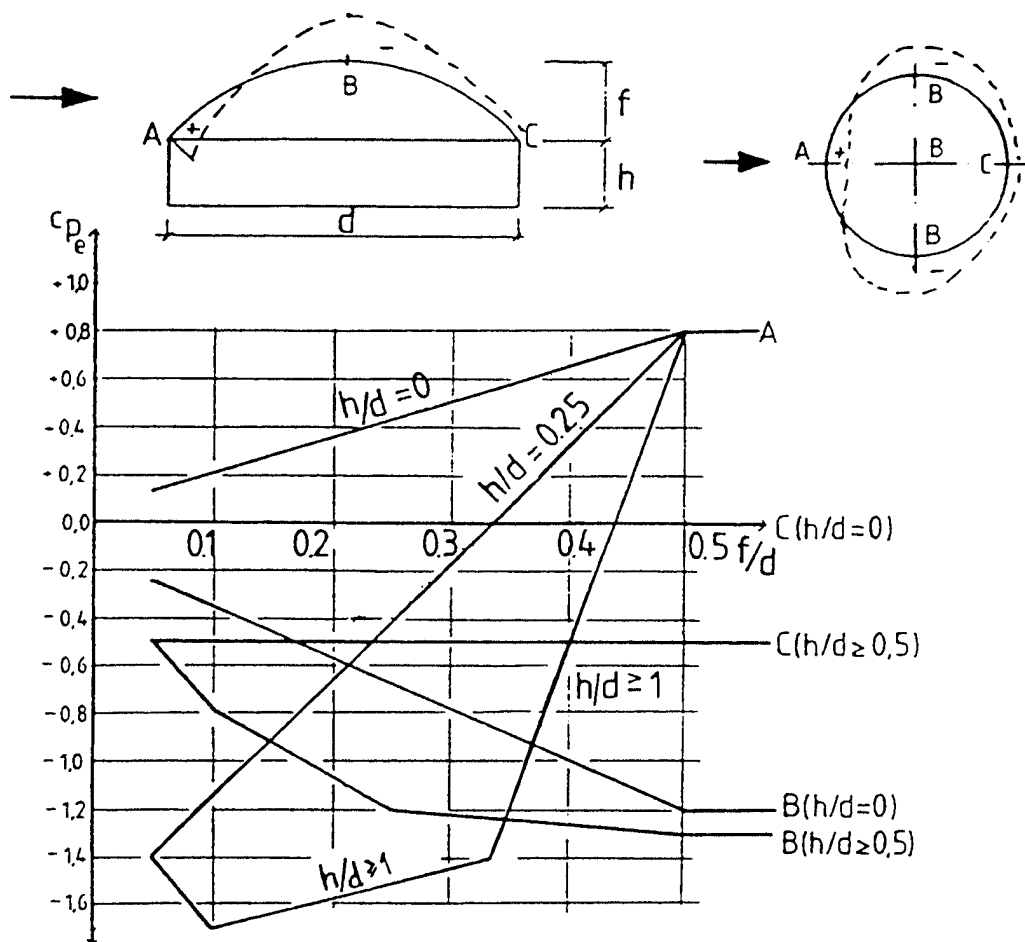
$$z_e = h + f/2 \quad (10.2.1.)$$

- (4) A nyomási tényezőket a 10.2.9. és 10.2.10. ábra tartalmazza.
- (5) A falak nyomási tényezőit a 10.2.2. szakasz szerint kell felvenni.



- Megjegyzések:
- (i) A $0 \leq h/d \leq 0,5$ tartományban $c_{pe,10}$ lineáris interpolációval nyerhető.
 - (ii) A $0,2 \leq f/d \leq 0,3$ és a $h/d \geq 0,5$ tartományban két $c_{pe,10}$ értéket kell figyelembe venni.
 - (iii) Az ábra nem érvényes lapos tetőkre.

10.2.9. ábra: Téglalap alaprajzú donga alakú tetők külső nyomási tényezői, $l / (h + f) \leq 10$ esetén



Megjegyzés: $c_{pe,10}$ konstans a metsztkörök mentén, valamint a gömbsüveg és a szél irányával párhuzamos síkok metszésvonalain: értéke első közelítésként az A, B és C pontokban érvényes érték között, a szél irányával párhuzamos metsztkörök mentén végzett lineáris interpolációval határozható meg. Ugyanígy az ábra alapján a $0 < h/d < 1,0$ esetben az A pontban, illetve a $0 < h/d < 0,5$ esetben a B és a C pontban érvényes $c_{pe,10}$ érték is lineáris interpolációval határozható meg.

10.2.10. ábra: A kör alaprajzú kupolák $c_{pe,10}$ külső nyomási tényezője

10.2.9. Belső nyomás

(1) Válaszfalak nélküli épületek c_{pi} belső nyomási tényezőjének értékét a 10.2.11. ábra a μ nyíláshányad arányában adja meg. A μ nyíláshányad a következő mennyiség:

$$\mu = \frac{\Sigma \text{ a széltámadta és a szélárnyékos oldalon lévő nyílások összfelülete}}{\Sigma \text{ a széltámadta, a szélárnyékos és a széllal párhuzamos oldalon lévő nyílások összfelülete}} \quad (10.2.2.)$$

(2) Feltéve, hogy a domináns nyílások magassági értelemben egyenletesen oszlanak el, válaszfalak és födémek nélküli épület esetén a z_i referenciamagasság a nyílások átlagos magasságával egyezik meg. Domináns egy nyílás akkor, ha felülete a többi nyílás felületének legalább 10-szerese.

(3) Válaszfalak nélküli, de födémekkel tagolt belső terű épületek esetén a z_i referenciamagasság megegyezik a vizsgált szint átlagos magasságával.

(4) Ha egy közel négyzet alaprajzú épület nyílásai egyenletesen helyezkednek el, $c_{pi} = -0,25$ alkalmazandó.

(5) A nyílások valamennyi elképzelhető kombinációja közül a legkedvezőtlenebbet kell feltételezni.

(6) Válaszfalakkal ellátott, zárt, nyitható ablakos épületek esetére a c_{pi} belső nyomási tényező szélsőséges értékei alkalmazhatók, amelyek a következők:

$$c_{pi} = 0,8, \text{ illetve } c_{pi} = -0,5 \quad (10.2.3.)$$

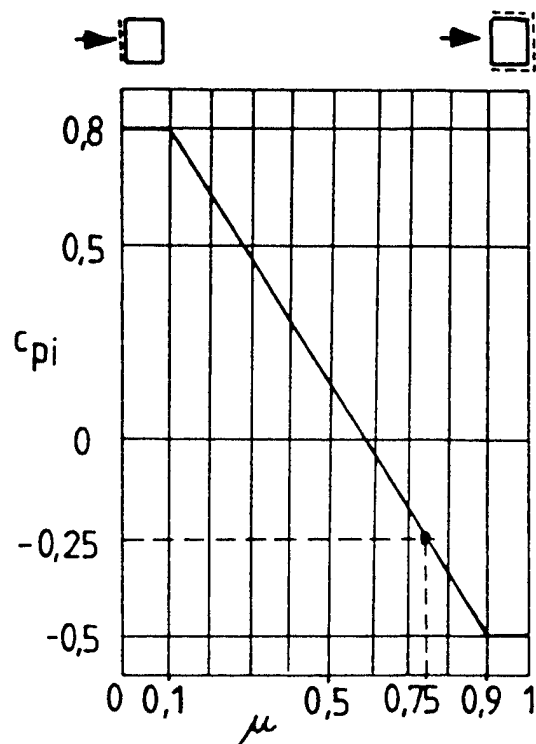
(7) A 10.2.11. ábra szerint a legerőteljesebb szélsőérték $c_{pi} = -0,5$ (a görbe legalsó pontja). Ha egy vagy több domináns nyílás van valahol, ahol a szélsőérték $-0,5$ -nél erőteljesebb, akkor a görbe a kisebb értékig tovább halad lefelé.

(8) Azt kell feltételezni, hogy a belső nyomás és a külső nyomás egyszerre hat.

(9) Nyitott silók belső nyomási tényezője

$$c_{pi} = -0,8. \quad (10.2.4.)$$

A z_i referenciamagasság a siló magasságával egyezik meg.



10.2.11. ábra: A nyílásokkal áttört falú épületek c_{pi} belső nyomási tényezője

10.2.10. Nyomás többretegű külső falakon vagy tetőkön

(1) Ha egy külső fal vagy tető több rétegből áll, a szélert minden egyes rétegen külön számítjuk, a következők szerint.

- (i) A legerősebb záróképességű rétegre ható szélert:

A legerősebb záróképességű réteg összes, levegőre vetített nyomása a fal vagy a tető két felülete közötti nyomás előjeles különbsége (5.4. szakasz). Ha a külső réteg átteresztőképessége kisebb a levegőréteg oldalirányú átteresztőképességének háromszorosánál, akkor a fal vagy a tető teljes felületére a c_{pia} átlagos értékét kell alkalmazni, ahol c_{pia} ezen értéke a kedvezőtlenebb.

- (ii) A többi rétegre ható szélert:

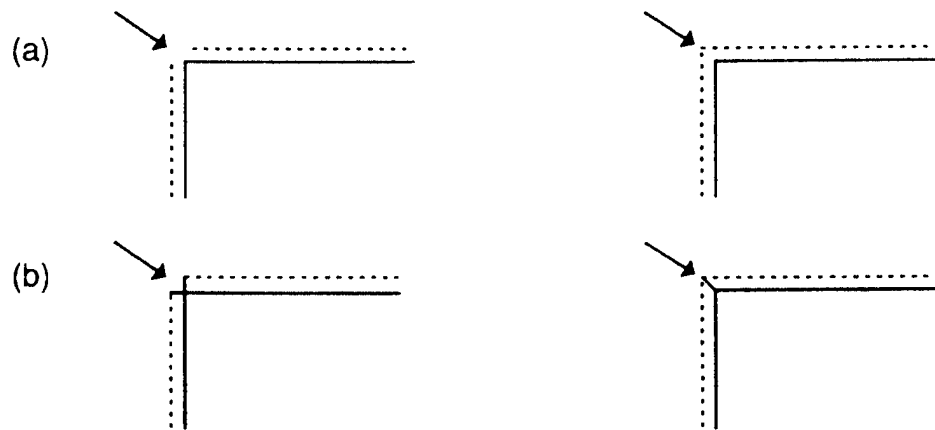
Ha a legerősebb záróképességű rétegen belül vagy kívül másik réteg helyezkedik el, a közbenső rétegben érvényes c_{pia} nyomási tényező értékét a rétegek átteresztőképessége függvényében a 10.2.6. táblázat szerint kell meghatározni.

Ha mindkét réteg légzáró, a c_{pia} nyomási tényező a rétegek alakváltozási képessége, a levegőréteg vastagsága és az esetleges egyéb szellőzési lehetőségek függvénye (a 10.2.6. táblázatban a (4) eset).

(2) Ha c_{pe} a külső réteg felülete mentén nem állandó, akkor a 10.2.6. táblázatban az (1) esetről adott c_{pia} értékek csak akkor érvényesek, ha a külső réteg átteresztőképessége több mint háromszorosa a levegőréteg oldalirányú átteresztőképességének.

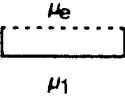
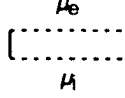
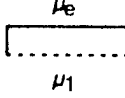
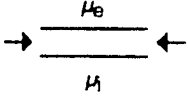
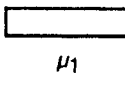
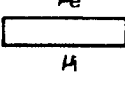
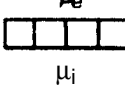
(3) Az (1) és (3) esetről adott c_{pia} értékek nem érvényesek, ha szellőzési lehetőségei révén a levegőréteg az épületnek a vizsgált falat tartalmazó oldalától különböző oldalával is kapcsolatban van. Külön kiemeljük, hogy az épület sarkánál

- (i) a c_{pia} érték nem érvényes, ha a levegőréteg a végén nincs lezárva (10.2.12.(a) ábra);
- (ii) a c_{pia} érték érvényes, ha a levegőréteg a végén le van zárva (10.2.12.(b) ábra).



10.2.12. ábra: Nyomás a külső falakon

10.2.6. táblázat: A fal vagy a tető belső levegőrétegének c_{pia} belső nyomási tényezője

Külső réteg	Belső réteg	További feltételek és (1)–(5) elrendezési lehetőség	c_{pia}			
			a külső rétegre ható szélérő számítása		ugyanaz a belső rétegre	
légáteresztő (tablák, egymás mellé helyezett, nyitott kapcsolatú panelek, melyek méretei a szerkezet méreteihez képest kicsik)	légzáró $\mu_e \geq 3 \mu_i$	(1) a végén nem áramolhat be a levegő 	külső túlnyomás $c_{pe} > 0$	$\mu_e \geq 1\%$ $\mu_e < 1\%$	$c_{pia} = 1/3 c_{pe}$ $c_{pia} = 0$	$c_{pia} = 1/3 c_{pe}$
	légáteresztő $3 \mu_i > \mu_e > 1/2 \mu_i$	(2) 	külső szívás $c_{pe} < 0$	$\mu_e \geq 0,1\%$ $\mu_e < 0,1\%$	$c_{pia} = 2/3 c_{pe}$ (4) ill. (5) szerint	
légzáró	légáteresztő $\mu_i \geq 3 \mu_e$	(3) a végén nem áramolhat be a levegő 	$c_{pia} = c_{pi}$			$c_{pia} = 2/3 c_{pi}$
légzáró bevonat vagy légzáró kapcsolatú panelek	légzáró	(4) a végén beáramolhat a levegő 	$c_{pia} = c_{pe}$ vagy c_{pi} a belső térben, amellyel a beáramló levegő kapcsolatban van (például légáteresztő rétegen keresztül)			
merev	rugalmas	(5) a végén nem áramolhat be a levegő (5.1.) 	$c_{pia} = c_{pi}$			az (5.3.) eset szerint, de külső helyére belsőt írva és fordítva
rugalmas merev	rugalmas merev	(5.2.)	a vastagságoknak megfelelően, ha a vastagságok megegyeznek, $c_{pia} = 1/2 (c_{pe} + c_{pi})$			
rugalmas	merev	(5.3.) a levegőréteg vastagsága, $d > 5 \text{ mm}$ vastagság, $d \leq 5 \text{ mm}$  vagy $d > 5 \text{ mm}$, de légzáróan rekeszekre osztva 	c_{pia} a fal vagy tető külső felületén érvényes legkisebb c_{pe}		$c_{pia} = c_{pe}$	
			szívóhatás (feltéve, hogy a külső és belső fal vagy tető légzárása és a légréseket rekeszekre osztó esetleges légzáró falcskák az alakváltozás után is megmaradnak)			

Megjegyzés: A μ nyíláshányad a nyílások összfelületének és a vizsgált falrész (külső vagy belső) felületének hányadosa.

10.3. Szabadon álló tetők

(1) Szabadon álló tetőnek nevezzük az olyan építményeken levő tetőt, amelyeknek nincs állandó oldalfaluk, például benzinkutak, oldalfal nélküli magtárak stb.

(2) A szabadon álló tető gátolási foka a 10.3.1. ábra szerint. A gátolás mértéke a φ tömörségi arányszámtól függ, amely úgy számítható, hogy a tető alatti lehetséges akadályok felületét elosztjuk a tető alatti szabad keresztmetszeti felülettel, mindkét felületet a szél irányára merőlegesen tekintve. Ha $\varphi = 0$, akkor a tető alatt nincs semmi; ha $\varphi = 1$, akkor a tető alatti tér egészen a szélvédett eresz magasságáig fel van töltve (ez nem jelent zárt épületet).

(3) A $\varphi = 0$ és $\varphi = 1$ esetre a $c_{p,net}$ összes nyomási tényező értékét a 10.3.1–10.3.3. táblázatok tartalmazzák. Közbenes φ értékek esetén lineáris interpoláció alkalmazható.

(4) Szélirányból nézve a legmagasabb akadály helye mögött a $\varphi = 0$ -hoz tartozó $c_{p,net}$ értékeket kell alkalmazni.

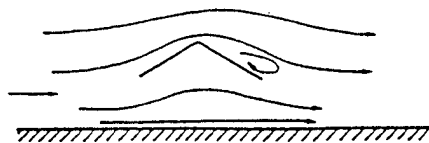
(5) Az általános tényező az erők eredőjét adja. A helyi tényező a különböző szélirányokhoz tartozó helyi erők maximumát adja.

(6) Minden szabadon álló tető képes legyen ellenállni a legnagyobb (felemelő) tehernek, a következők szerint:

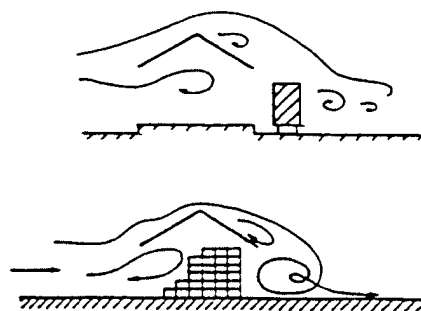
- (i) Félnyereg tető esetén (10.3.1. táblázat) a nyomás középpontja a szél felőli eresztől mért $w/4$ távolságra van, ahol w a szélirányban mért méret (10.3.2. ábra).
- (ii) Nyereg tető esetén (10.3.2. táblázat) a nyomás középpontja az egyes tetősíkok középpontjában van (10.3.3. ábra). Emellett a nyereg tető úgy is legyen állékony, hogy az egyik tetősíkra a legnagyobb vagy a legkisebb teher hat, a másik pedig terheletlen.
- (iii) Többhajós nyereg tető esetén az egyes hajókhoz tartozó, a 10.3.2. táblázat szerinti $c_{p,net}$ értékeket meg kell szorozni a 10.3.3. táblázatban adott csökkentőtényezővel.

Ha a tető többhájú, a légzáró rétegre és rögzítéseire $c_{p,net}$, a légáteresztő rétegre és rögzítéseire $1/3 c_{p,net}$ értéket kell figyelembe venni.

(7) Figyelembe kell venni a súrlódási erőket is (6.2. szakasz).






Üres, szabadon álló tető ($\varphi = 0$)



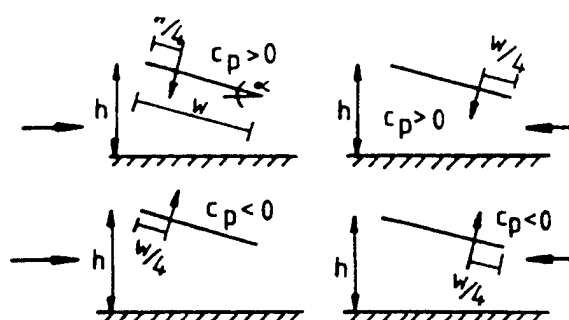
A szélárnyékos eresz magasságáig feltöltött, szabadon álló tető ($\varphi = 1$)

10.3.1. ábra: Levegőáramlás a szabadon álló tető felett

10.3.1. táblázat: A szabadon álló félnyereggtetők $c_{p,net}$ értékei





Tetőhajlás α [°]	Tömörégi arányszám φ	Általános tényezők	Helyi tényezők		
					
0	Minimum, minden φ	+0,2	+0,5	+1,8	+1,1
	Minimum, $\varphi = 0$	-0,5	-0,6	-1,3	-1,4
	Minimum, $\varphi = 1$	-1,3	-1,5	-1,8	-2,2
5	Minimum, minden φ	+0,4	+0,8	+2,1	+1,3
	Minimum, $\varphi = 0$	-0,7	-1,1	-1,7	-1,8
	Minimum, $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,2	-2,5
10	Minimum, minden φ	+0,5	+1,2	+2,4	+1,6
	Minimum, $\varphi = 0$	-0,9	-1,5	-2,0	-2,1
	Minimum, $\varphi = 1$	-1,4	-2,1	-2,6	-2,7
15	Minimum, minden φ	+0,7	+1,4	+2,7	+1,8
	Minimum, $\varphi = 0$	-1,1	-1,8	-2,4	-2,5
	Minimum, $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,9	-3,0
20	Minimum, minden φ	+0,8	+1,7	+2,9	+2,1
	Minimum, $\varphi = 0$	-1,3	-2,2	-2,8	-2,9
	Minimum, $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,9	-3,0
25	Minimum, minden φ	+1,0	+2,0	+3,1	+2,3
	Minimum, $\varphi = 0$	-1,6	-2,6	-3,2	-3,2
	Minimum, $\varphi = 1$	-1,4	-1,5	-2,5	-2,8
30	Minimum, minden φ	+1,2	+2,2	+3,2	+2,4
	Minimum, $\varphi = 0$	-1,8	-3,0	-3,8	-3,6
	Minimum, $\varphi = 1$	-1,4	-1,5	-2,2	-2,7

Megjegyzés: (i) + le
- fel
(ii) $Z_{ref} = h$

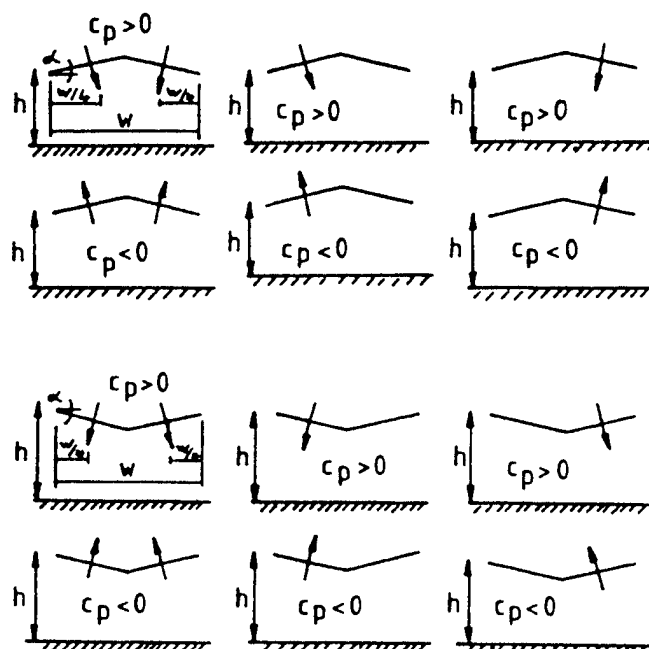


10.3.2. ábra: Teherelrendezések szabadon álló félnyereggtetők esetén

10.3.2. táblázat: A szabadon álló nyeregtetők $c_{p,net}$ értékei

Tetőhajlás α [°]	Tömörégi arányszám φ	Általános tényezők	Helyi tényezők			
						
-20	Minimum, minden φ	-0,7	+0,8	+1,6	+0,6	+1,7
	Minimum, $\varphi = 0$	-0,7	-0,9	-1,3	-1,6	-0,6
	Minimum, $\varphi = 1$	-1,3	-1,5	-2,4	-2,4	-0,6
-15	Minimum, minden φ	+0,5	+0,6	+1,5	+0,7	+1,4
	Minimum, $\varphi = 0$	-0,6	-0,8	-1,3	-1,6	-0,6
	Minimum, $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,7	-2,6	-0,6
-10	Minimum, minden φ	+0,4	+0,6	+1,4	+0,8	+1,1
	Minimum, $\varphi = 0$	-0,6	-0,8	-1,3	-1,5	-0,6
	Minimum, $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,7	-2,6	-0,6
-5	Minimum, minden φ	+0,3	+0,5	+1,5	+0,8	+0,8
	Minimum, $\varphi = 0$	-0,5	-0,7	-1,3	-1,6	-0,6
	Minimum, $\varphi = 1$	-1,3	-1,5	-2,4	-2,4	-0,6
+5	Minimum, minden φ	+0,3	+0,6	+1,8	+1,3	+0,4
	Minimum, $\varphi = 0$	-0,6	-0,6	-1,4	-1,4	-1,1
	Minimum, $\varphi = 1$	-1,4	-1,3	-2,0	-1,8	-1,5
+10	Minimum, minden φ	+0,4	+0,7	+1,8	+1,4	+0,4
	Minimum, $\varphi = 0$	-0,7	-0,7	-1,5	-1,4	-1,4
	Minimum, $\varphi = 1$	-1,3	-1,3	-2,0	-1,8	-1,8
+15	Minimum, minden φ	+0,4	+0,9	+1,9	+1,4	+0,4
	Minimum, $\varphi = 0$	-0,8	-0,9	-1,7	-1,4	-1,8
	Minimum, $\varphi = 1$	-1,3	-1,3	-2,2	-1,6	-2,1
+20	Minimum, minden φ	+0,6	+1,1	+1,9	+1,5	+0,4
	Minimum, $\varphi = 0$	-0,9	-1,2	-1,8	-1,4	-2,0
	Minimum, $\varphi = 1$	-1,3	-1,4	-2,2	-1,6	-2,1
+25	Minimum, minden φ	+0,7	+1,2	+1,9	+1,6	+0,5
	Minimum, $\varphi = 0$	-1,0	-1,4	-1,9	-1,4	-2,0
	Minimum, $\varphi = 1$	-1,3	-1,4	-2,0	-1,5	-2,0
+30	Minimum, minden φ	+0,9	+1,3	+1,9	+1,6	+0,7
	Minimum, $\varphi = 0$	-1,0	-1,4	-1,9	-1,4	-2,0
	Minimum, $\varphi = 1$	-1,3	-1,4	-1,8	-1,4	-2,0

Megjegyzés: (i) + le
- fel
(ii) $z_{ref} = h$

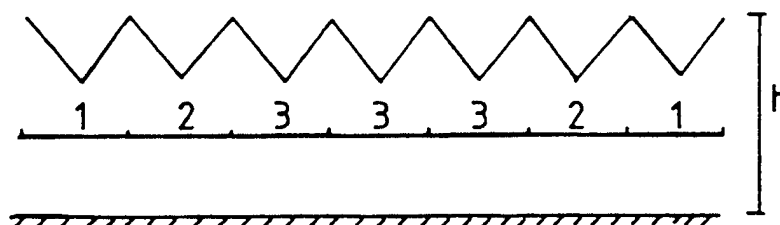


10.3.3. ábra: Teherelrendezések szabadon álló nyeregtetők esetén

(8) A 10.3.4. ábra szerinti, többhajós, szabadon álló tető egyes tetősíkjaira ható terheket úgy határozzuk meg, hogy a különálló nyeregtetőkre adott általános tényezőket megszorozzuk a 10.3.3. táblázatban található csökkentőtényezőkkal.

10.3.3. táblázat: A többhajós, szabadon álló tetők $c_{p,net}$ értékei

Hajó	Elhelyezkedés	Tényező minden φ értékre	
		a legnagyobb (lefelé ható) általános tényezőhöz	a legkisebb (felfelé ható) általános tényezőhöz
1.	szélső hajó	1,00	0,81
2.	második hajó	0,87	0,64
3.	harmadik és minden további hajó	0,68	0,63



10.3.4. ábra: Többhajós, szabadon álló tetők

10.4. Szabadon álló falak, kerítések és jelzőtáblák

10.4.1. Tömör falak

(1) A falat a 10.4.1. ábra szerinti zónákra kell felosztani.

(2) A szabadon álló, egyenes vonalú vagy tört vonalú falak és a parapetfalak $c_{p,net}$ összes nyomási tényezőjét a 10.4.1. táblázat tartalmazza. A táblázat két tömörségi arányszám esetére tartalmazza a nyomási tényezőt: a $\varphi = 1$ tömörség a tömör falat, a $\varphi = 0,8$ tömörség a 80%-ban tömör, 20%-ban nyílásokat tartalmazó falat jelenti. A vonatkoztatási felület mindkét esetben a teljes felület.

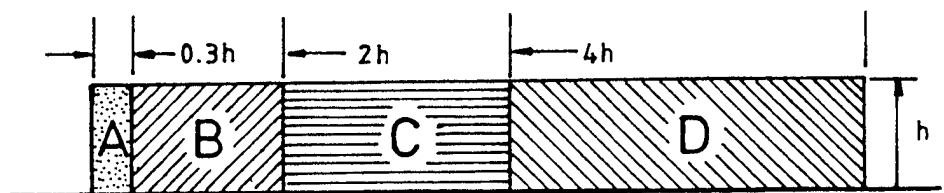
(3) A $0,8 < \varphi < 1$ tartományban φ közbenső értékeire lineáris interpoláció alkalmazható. 0,8-nál kisebb tömörségű, nyílásokkal áttört falak esetén a nyomási tényezőt a síkbeli rácsos tartókra adott eljárással kell meghatározni (10.10. szakasz).

(4) Alkalmazható a 10.14. szakasz szerinti ψ_λ karcsúsági tényező.

(5) A z_e referenciamagasság a h teljes magassággal egyenlő.

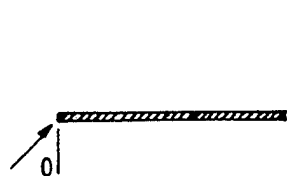
10.4.1. táblázat: Szabadon álló falak összes nyomási tényezője

Tömörség	Zóna	A	B	C	D
$\varphi = 1$	egyenes vonalú	3,4	2,1	1,7	1,2
	tört vonalú	2,1	1,8	1,4	1,2
$\varphi = 0,8$		1,2	1,2	1,2	1,2

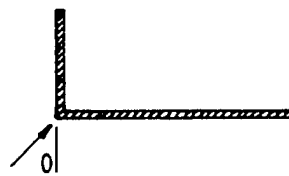


(a) A zónák jelölése

$z_e = h$



Egyenes vonalú fal



Tört vonalú fal

(b) A szélirány jelölése

10.4.1. ábra: A szabadon álló falak jelölései

10.4.2. Áttört kerítések nyomási tényezői

(1) Áttört, $\varphi \leq 0,8$ tömörségű kerítésekre a 10.10. szakaszban a síkbeli rácsos tartókra megadott szabályok érvényesek.

10.4.3. Falak és kerítések árnyékolási tényezője

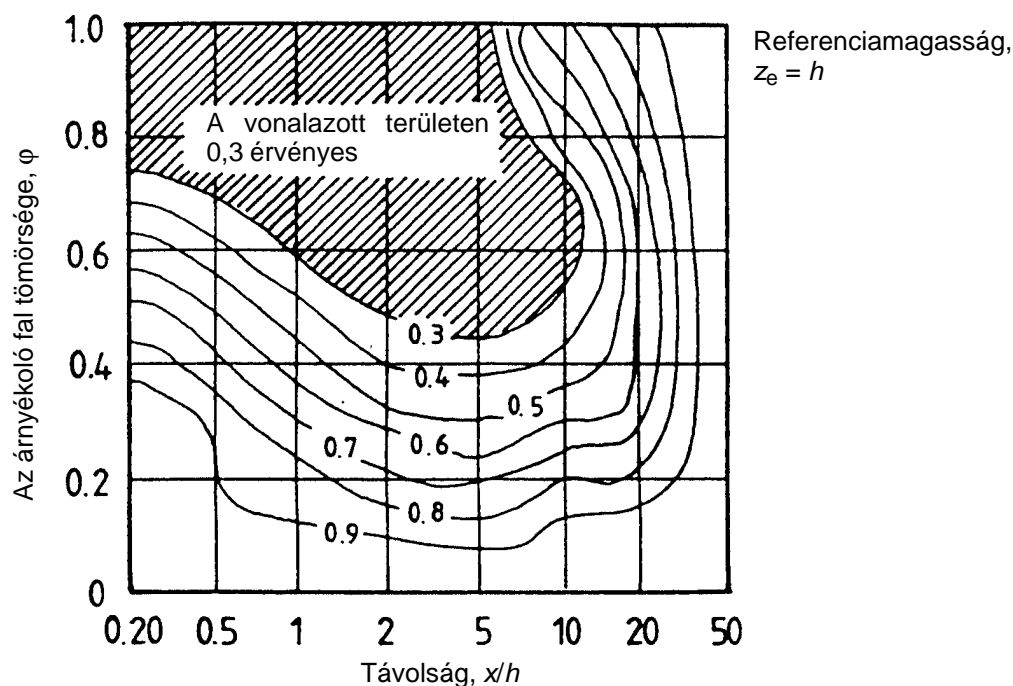
(1) Ha a vizsgált fal vagy kerítés előtt, szélirányban annak h magasságánál magasabb vagy vele egyenlő magasságú másik fal vagy kerítés helyezkedik el, a szabadon álló fal vagy a rácsos kerítés nyomási tényezője megszorozható egy árnyékolási tényezővel. Az árnyékolási tényező értéke a falak vagy kerítések közötti x távolságtól és az árnyékoló fal vagy kerítés φ tömörségétől függ. Az értékeket a 10.4.2. ábra tartalmazza.

Az árnyékolt fal összes nyomási tényezője a következők szerint számítható:

$$c_{pnet,s} = \psi_s \cdot c_{p,net} \tag{10.4.1.}$$

(2) Alkalmazható a 10.14. szakasz szerinti ψ_λ karcsúsági tényező.

(3) Az egyes árnyékolt falak vagy kerítések mindkét, h hosszúságú végére a teljes szélterhet kell figyelembe venni, a szél irányának megfelelően.



10.4.2. ábra: Falak és kerítések ψ_s árnyékolási tényezője

10.4.4. Jelzőtáblák

(1) A legalább $d/4$ magas lábakon álló jelzőtábla erőtenyezője a következőképpen határozható meg:

$$c_f = 2,5 \cdot \psi_{\lambda}, \quad (10.4.2.)$$

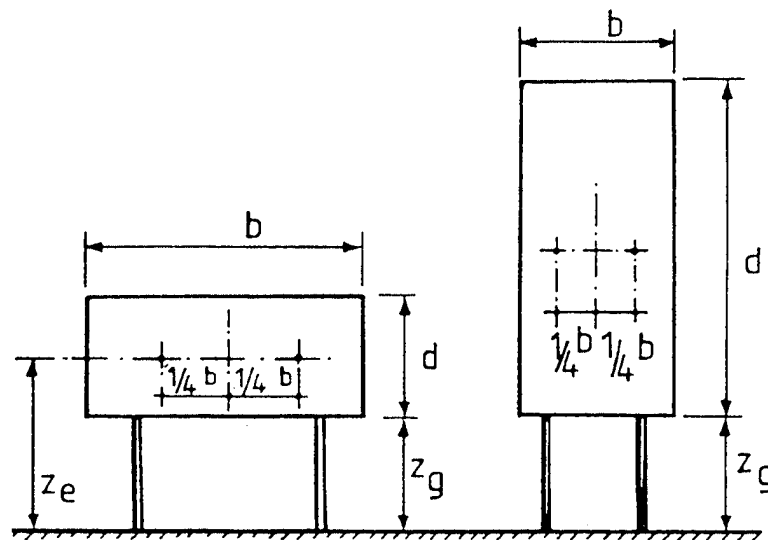
ahol:

ψ_{λ} a karcsúsági csökkentőtényező (10.14. szakasz).

(2) A jelzőtáblára merőleges erők eredőjéről azt kell feltételezni, hogy a tábla középpontjának magasságában működik,

$$e = \pm 0,25 \cdot b \quad (10.4.3.)$$

vízszintes külpontossággal.



- Megjegyzések: (i) referenciamagasság: $z_e = z_g + d / 2$
(ii) referenciafelület: $A_{ref} = b \cdot d$
(iii) $z_g \geq d / 4$; máskülönben különálló falnak tekintendő

10.4.3. ábra: A jelzőtáblák jelölései

10.5. Téglalap keresztmetszetű szerkezeti elemek

(1) A téglalap keresztmetszetű, felületére merőleges szélteherrel terhelt szerkezeti elem c_f erőtényezője a következő összefüggéssel számítható:

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_r \cdot \psi_\lambda, \quad (10.5.1.)$$

ahol:

$c_{f,0}$ a téglalap keresztmetszetű, éles szögletű és végtelen λ karcsúsági viszonyszámú ($\lambda = l/b$, ahol l az elem hossza, b a keresztmetszet szélessége) szerkezeti elem erőtényezője, melyet a 10.5.1. ábra szerint kell felvenni;

ψ_r a lekerekített szögletű, négyzet keresztmetszetű szelvény csökkentőtényezője; ez a tényező a Reynolds-szám függvénye, és a biztonság javára közelítő értékeit a 10.5.2. ábra tartalmazza;

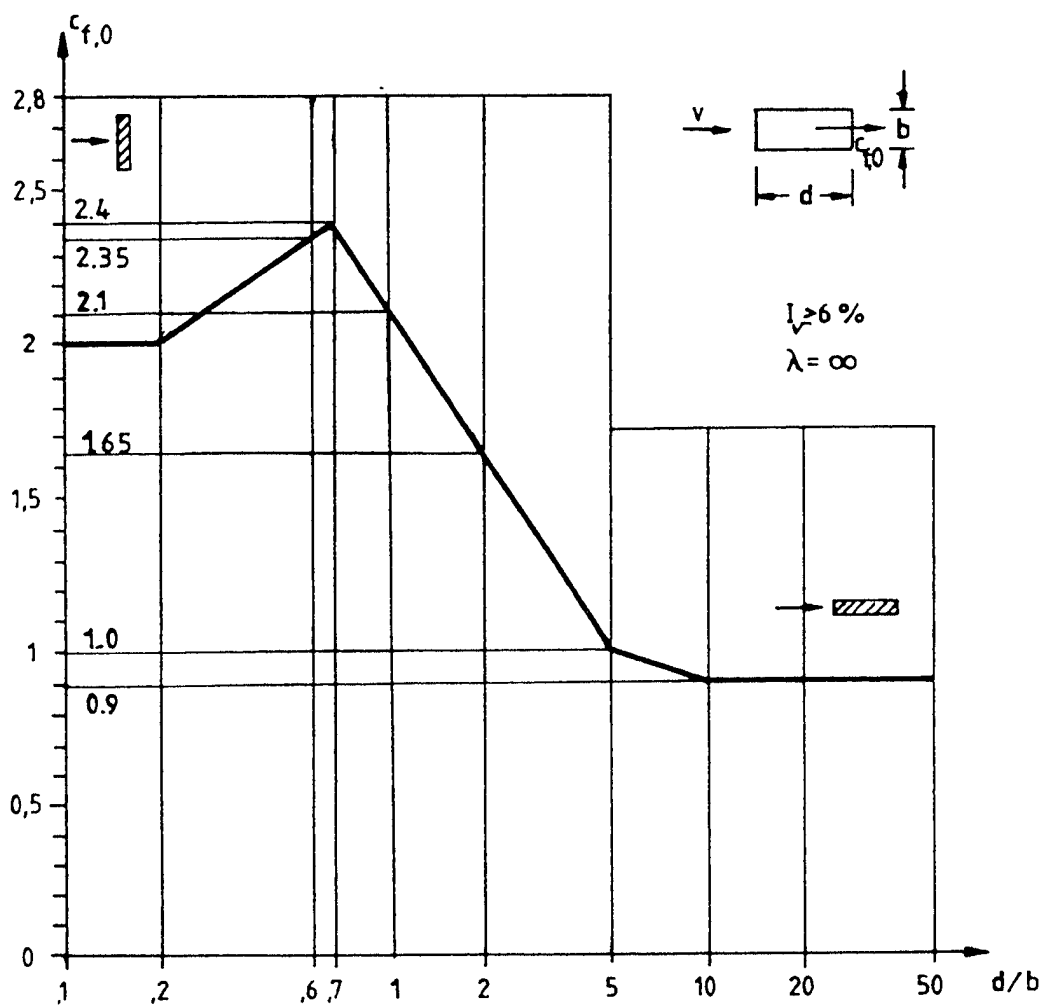
ψ_λ a véges karcsúsági viszonyzámmal rendelkező elem csökkentőtényezője (10.14. szakasz).

(2) Az A_{ref} referenciafelület:

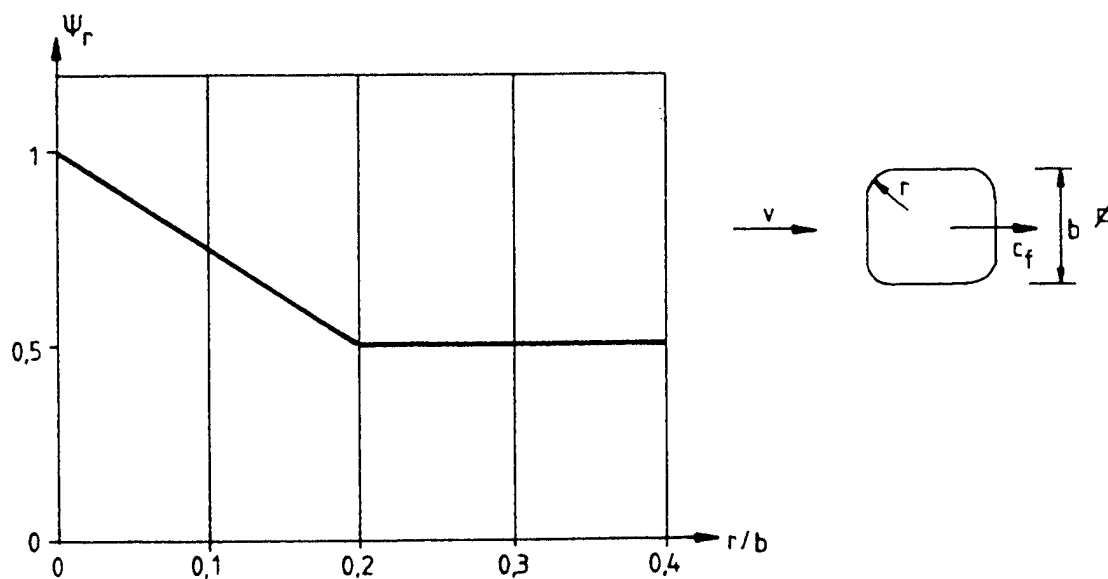
$$A_{ref} = l \cdot b \quad (10.5.2.)$$

A z_e referenciamagasság a vizsgált szelvény terepszinthez viszonyított magasságával egyezik meg.

(3) Lemezszerű keresztmetszet ($d/b < 0,2$) esetén bizonyos szélirányok esetén olyan felemelő hatás alakulhat ki, amelynek következtében a c_f értéke akár 25%-kal is megnövekedhet (mint például a 10.4.4. szakasz szerinti jelzőtáblák esetében).



10.5.1. ábra: A téglalap keresztmetszetű, éles szögletű, $\lambda = d/b = \infty$ karcsúságú szerkezeti elem $c_{f,0}$ erőtenyezője $I_v \geq 6\%$ turbulenciaerősség esetén



10.5.2. ábra: A lekerekített szögletű, négyzet alakú keresztmetszet ψ_r csökkentőtényezője

10.6. Éles szélű szerkezeti elemek

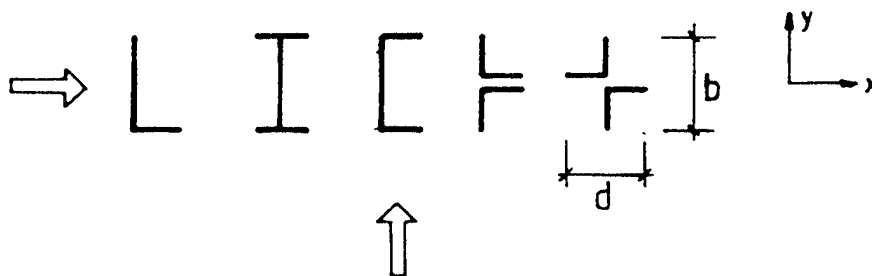
(1) Az éles szélű keresztmetszetű szerkezeti elemek (mint például a 10.6.1. ábrán jelzettek) c_f erőtényezőjét a következő összefüggés határozza meg:

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_{\lambda}, \quad (10.6.1.)$$

ahol:

$c_{f,0}$ a végtelen λ karcsúsági viszonyszámú ($\lambda = l/b$, ahol l az elem hossza, b a keresztmetszet szélessége) szerkezeti elem erőtényezője a 10.6.1. ábra szerint; minden keresztmetszetre $c_{f,0} = 2,0$ adódik;

ψ_{λ} a karcsúsági csökkentőtényező (10.14. szakasz).



Megjegyzés: l a szerkezeti elem hossza

10.6.1. ábra: Éles szélű keresztmetszetek

(2) A felületek referenciaértéke:

$$x \text{ irányban: } A_{\text{ref},x} = l \cdot b;$$

$$y \text{ irányban: } A_{\text{ref},y} = l \cdot d.$$

(10.6.2.)

(3) A z_e referenciamagasság minden esetben a vizsgált szelvény terepszinthez viszonyított magasságával egyezik meg.

10.7. Szabályos sokszög keresztmetszetű szerkezeti elemek

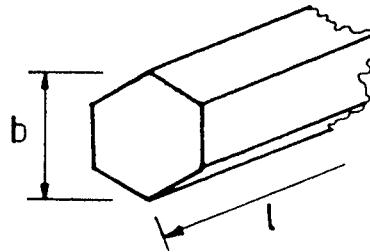
(1) A legalább 5 oldalú szabályos sokszög keresztmetszetű szerkezeti elemek c_f erőtényezőjét a következő összefüggés határozza meg:

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_\lambda \quad (10.7.1.)$$

ahol:

$c_{f,0}$ a végtelen λ karcsúsági viszonzyszámú ($\lambda = l/b$, ahol l az elem hossza, b a szelvény köré írt kör átmérője, a 10.7.1. ábra szerint) szerkezeti elem erőtényezője, melyet a 10.7.1. táblázat szerint kell felvenni;

ψ_λ a karcsúsági csökkentőtényező (10.14. szakasz).

**10.7.1. ábra: Szabályos sokszög keresztmetszet**

(2) Az A_{ref} referenciafelület:

$$A_{ref} = l \cdot b \quad (10.7.2.)$$

(3) A z_e referenciamagasság a vizsgált szelvény terepszinthez viszonyított magasságával egyezik meg.

10.7.1. táblázat: A szabályos sokszög keresztmetszetű szerkezeti elemek $c_{f,0}$ erőtényezője

Az oldalak száma	Keresztmetszetek	A felület és a szögletek kiképzése	Reynolds-szám, Re (1)	$c_{f,0}$
5	ötszög	mindig	mindig	1,8
6	hatszög	mindig	mindig	1,6
8	nyolcszög	sima felület $r/b < 0,75$ (2)	$Re \leq 2,4 \cdot 10^5$ $Re \geq 3 \cdot 10^5$	1,45 1,3
		sima felület $r/b \geq 0,075$ (2)	$Re \leq 2 \cdot 10^5$ $Re \geq 7 \cdot 10^5$	1,3 1,1
10	tízsög	mindig	mindig	1,3
12	tizenkétszög	sima felület (3), lekerekített szögletek	$2 \cdot 10^5 < Re < 1,2 \cdot 10^6$	0,9
		minden más esetben	$Re < 2 \cdot 10^5$ $Re \leq 4 \cdot 10^5$	1,3 1,1
16		sima felület (3), lekerekített szögletek	$Re < 2 \cdot 10^5$	mint körhenger esetén
			$2 \cdot 10^5 \leq Re < 1,2 \cdot 10^6$	0,7
18		sima felület (3) lekerekített szögletek	$Re < 2 \cdot 10^5$	mint körhenger esetén
			$2 \cdot 10^5 \leq Re < 1,2 \cdot 10^6$	0,7

Megjegyzések: (1) Az Re Reynolds-szám fogalmát a 10.8. szakasz határozza meg.

(2) r a lekerekítési sugár, b az átmérő

(3) $b = 0,3$ m átmérőjű és $r = 0,06 b$ lekerekítési sugarú, tűzi horganyzott felületű acélszelvényen végzett szélcsatorna-kísérllet alapján

10.8. Körhengerek

10.8.1. Külső nyomási tényezők

(1) A kör keresztmetszetek nyomási tényezői az Re Reynolds-számtól függenek, amelyet a következő összefüggés határoz meg:

$$Re = \frac{b \cdot v_m(z_e)}{\nu}, \quad (10.8.1.)$$

ahol:

b átmérő;

ν a levegő kinematikai viszkozitása ($\nu = 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$);

$v_m(z_e)$ átlagos szélesség a 8.1. szakasz szerint.

(2) A körhengerek c_{pe} külső nyomási tényezőjét a következő összefüggés határozza meg:

$$c_{pe} = c_{p,0} \cdot \psi_{\lambda\alpha}, \quad (10.8.2.)$$

ahol:

$c_{p,0}$ a végtelen λ karcsúsági viszonyszámhoz tartozó külső nyomási tényező (a (3) bekezdés szerint);

$\psi_{\lambda\alpha}$ karcsúsági csökkentőtényező (a (4) bekezdés szerint).

(3) A $c_{p,0}$ külső nyomási tényezőt a 10.8.1. ábra adja meg, a Reynolds-szám és az α szög függvényében.

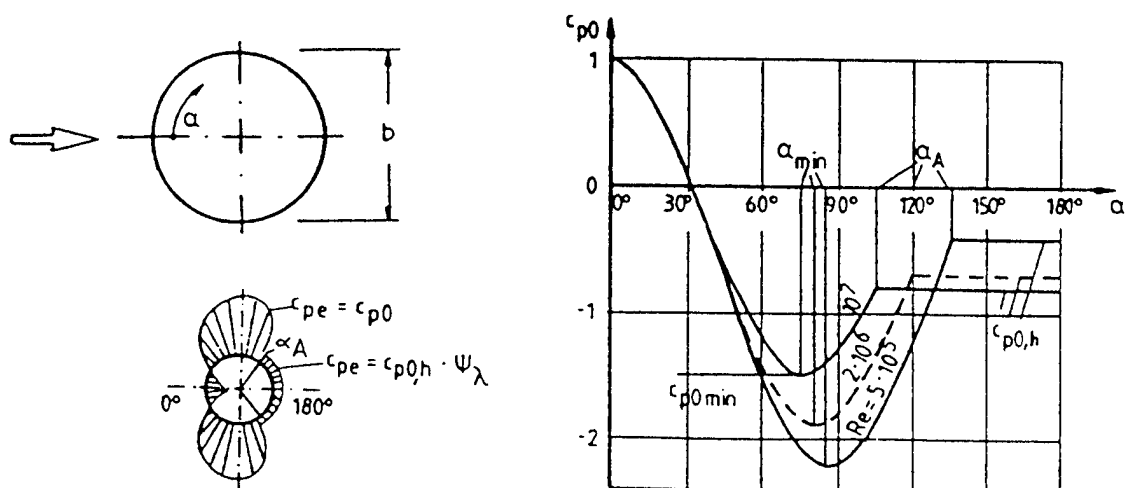
(4) A $\psi_{\lambda\alpha}$ karcsúsági csökkentőtényezőt a következőképpen kell számítani:

$$\begin{aligned} \psi_{\lambda\alpha} &= 1, & \text{ha} & \quad 0^\circ \leq \alpha \leq \alpha_A, \\ & & \text{vagy} & \quad 360^\circ - \alpha_A \leq \alpha \leq 360^\circ; \\ \psi_{\lambda\alpha} &= \psi_\lambda, & \text{ha} & \quad \alpha_A \leq \alpha \leq 360^\circ - \alpha_A; \end{aligned} \quad (10.8.3.)$$

ahol:

α_A az áramlás szétválási helye (10.8.1. ábra);

ψ_λ karcsúsági csökkentőtényező (10.14. szakasz).



- Megjegyzések: (i) A közbenső értékek lineáris interpolációval számíthatók.
 (ii) Az előző ábra jellemző értékeit a következő táblázat foglalja össze:

Re	α_{\min}	$c_{p0,\min}$	α_A	$c_{p0,h}$
5×10^5	85	-2,2	135	-0,4
2×10^6	80	-1,9	120	-0,7
10^7	75	-1,5	105	-0,8

ahol:

- α_{\min} a legalacsonyabb nyomás helye
 $c_{p0,\min}$ a legalacsonyabb nyomási tényező helye
 α_A az áramlás szétválási helye
 $c_{p0,h}$ kiindulási nyomási tényező

- (iii) Az előző ábra $5 \cdot 10^{-4}$ -nél kisebb k/b egyenértékű érdeség feltételezésével készült. A k egyenértékű érdeség jellemző értékeit a 10.8.1. táblázat tartalmazza.

10.8.1. ábra: A nyomás eloszlása végtelen karcsúsági arányszámmal jellemzett körhenger körül, különböző Reynolds-számok esetén

- (5) Az A_{ref} referenciafelület:

$$A_{\text{ref}} = l \cdot b \tag{10.8.4.}$$

- (6) A z_e referenciamagasság a vizsgált szelvény terepszinthez viszonyított magasságával egyezik meg.

10.8.2. Erőtényező

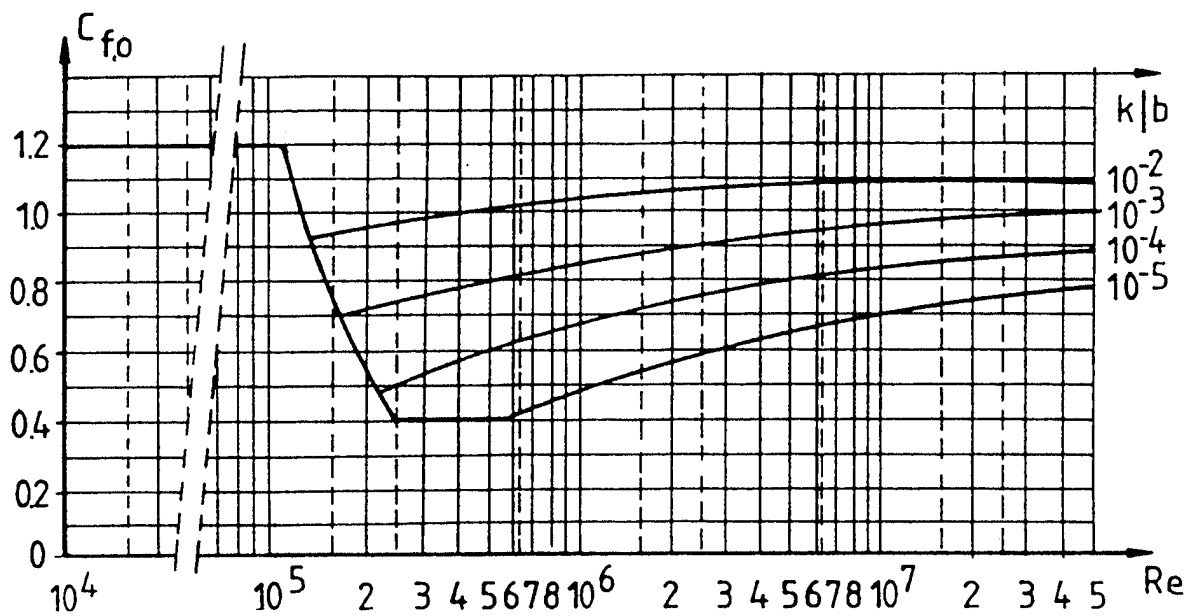
(1) Véges hosszúságú körhenger erőtényezőjét a következő összefüggés adja:

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_\lambda, \quad (10.8.5.)$$

ahol:

$c_{f,0}$ a végtelen karcsúsági arányszámmal jellemzett körhenger erőtényezője (10.8.2. ábra);

ψ_λ karcsúsági csökkentőtényező (10.14. szakasz).



10.8.2. ábra: A végtelen karcsúsági arányszámmal jellemzett körhenger $c_{f,0}$ erőtényezője különböző k/b egyenértékű érdességekhez

(2) A k egyenértékű érdesség értékeit a 10.8.1. táblázat tartalmazza.

(3) Pázmák esetén $c_{f,0} = 1,2$, függetlenül az Re Reynolds-szám értékétől.

10.8.1. táblázat: A k egyenértékű felületi érdesség

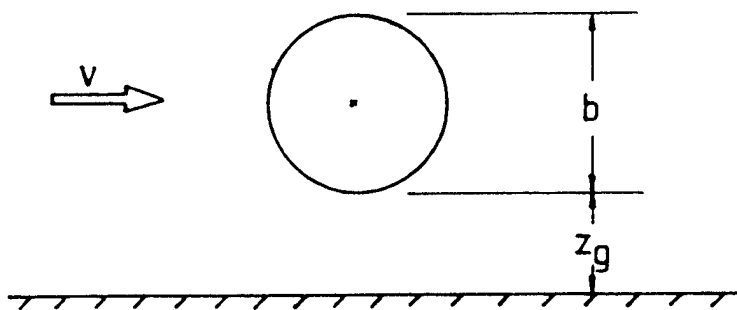
A felület típusa	k egyenértékű érdesség (mm)	A felület típusa	k egyenértékű érdesség (mm)
üveg	0,0015	tűzi horganyzott acél	0,2
csiszolt fém	0,002	sima betonfelület	0,2
sima festés	0,006	durva betonfelület	1,0
szórt festés	0,02	rozsvda	2,0
tiszta acélfelület	0,05	tégla	3,0
öntöttvas	0,2		

(3) Az A_{ref} referenciafelület:

$$A_{ref} = l \cdot b. \quad (10.8.6.)$$

(4) A z_e referenciamagasság a vizsgált szelvény terepszinthez viszonyított magasságával egyezik meg.

(5) Ha egy henger egy sík felülettől olyan z_g távolságra helyezkedik el, amely esetén $z_g/b < 1,5$ (10.8.3. ábra), szakértőhöz kell fordulni.



10.8.3. ábra: Sík felület közelében elhelyezkedő henger

10.9. Gömbök

(1) A gömbök $c_{f,x}$ szélirányú erőtenyezőjét a 10.9.1. ábra tartalmazza az Re Reynolds-szám (10.8.1. szakasz) és a k/b egyenértékű érdesség (10.8.1. táblázat) függvényében.

(2) A 10.9.1. ábrán megadott értékek csak akkor érvényesek, ha $z_g > b/2$, ahol z_g a gömb távolsága egy sík felülettől, b pedig a gömb átmérője (10.9.2. ábra). A $z_g < b/2$ esetben a $c_{f,x}$ erőtenyezőzt meg kell szorozni 1,6-del.

(3) A gömbök $c_{f,z}$ függőleges erőtenyezője a következőképp feltételezhető:

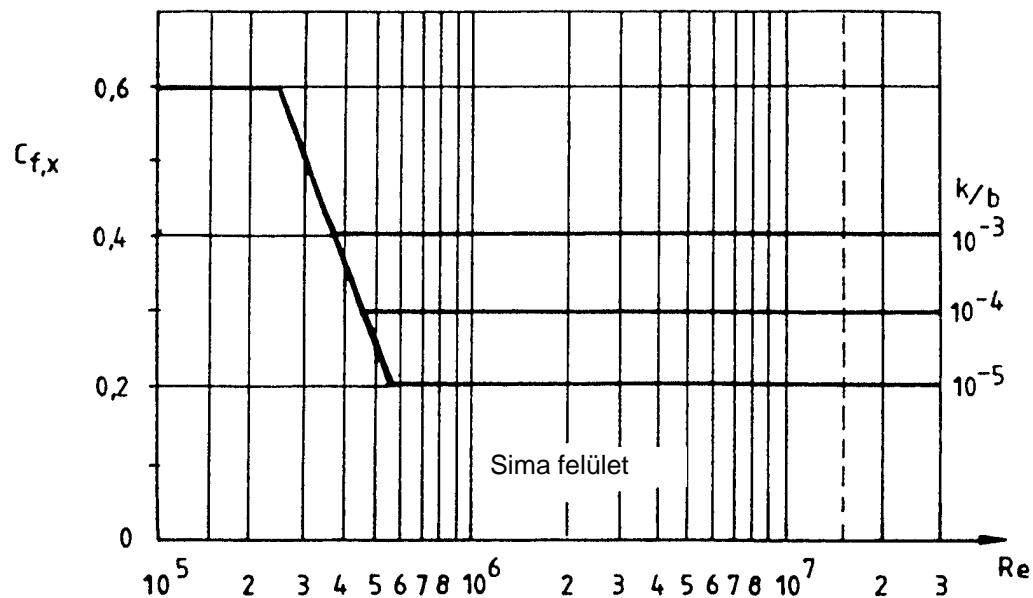
$$\begin{aligned} c_{f,z} &= 0, & \text{ha } z_g > b/2; \\ c_{f,z} &= +0,6, & \text{ha } z_g < b/2. \end{aligned} \quad (10.9.1.)$$

(4) Az A_{ref} referenciafelület mindkét esetben

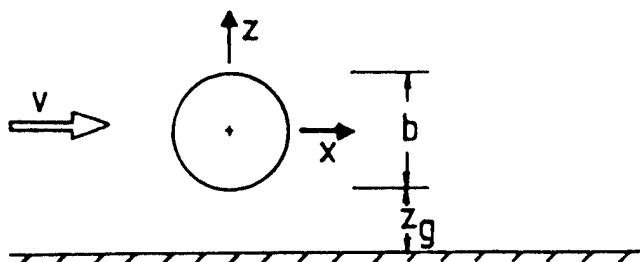
$$A_{ref} = \pi \cdot b^2/4. \quad (10.9.2.)$$

(5) A referenciamagasságot a következőképp kell felvenni:

$$z_e = z_g + b/2.$$



10.9.1. ábra: A gömb szélirányú nyomási tényezője



10.9.2. ábra: Gömb sík felület közelében

10.10. Rácsos szerkezetek és állványzatok

(1) A rácsos szerkezetek és állványzatok erőtenyezőjét a következő összefüggés határozza meg:

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_\lambda \cdot \psi_{sc}, \quad (10.10.1.)$$

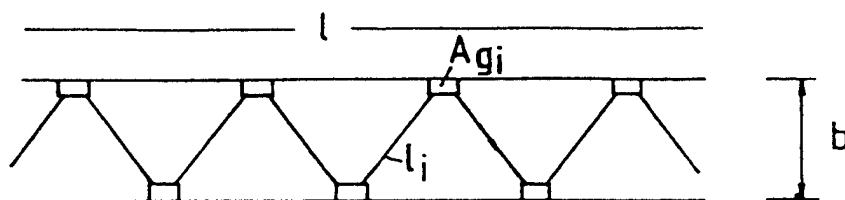
ahol:

$c_{f,0}$ a végtelen λ karcsúságú (ahol $\lambda = l/b$, l a hossz, b a szélesség, a 10.10.1. ábra szerint) rácsos szerkezet vagy állványzat erőtenyezője, melyet a 10.10.2–10.10.4. ábra ad meg a (3) bekezdés szerinti tömörségi arányszám és az Re Reynolds-szám függvényében.

Re Reynolds-szám, amelyet a (10.8.1.) egyenletből a b_1 rúdátmérő figyelembevételével kell meghatározni.

ψ_λ karcsúsági csökkentőtényező (10.14. szakasz);

ψ_{sc} a légzáró eszközök nélküli, tömör épülethomlokzat által befolyásolt állványzat csökkentőtényezője (10.10.5. ábra), mely a Φ_B gátolási tényező függvénye.



10.10.1. ábra: Rácsos szerkezet vagy állványzat

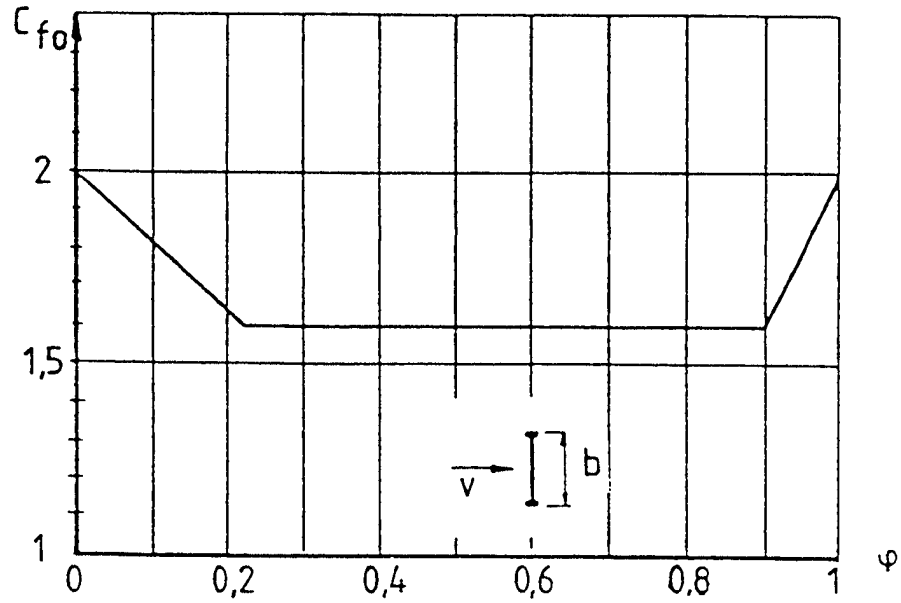
(2) A gátolási tényezőt a következő összefüggés adja:

$$\Phi_B = \frac{A_{B,n}}{A_{B,g}},$$

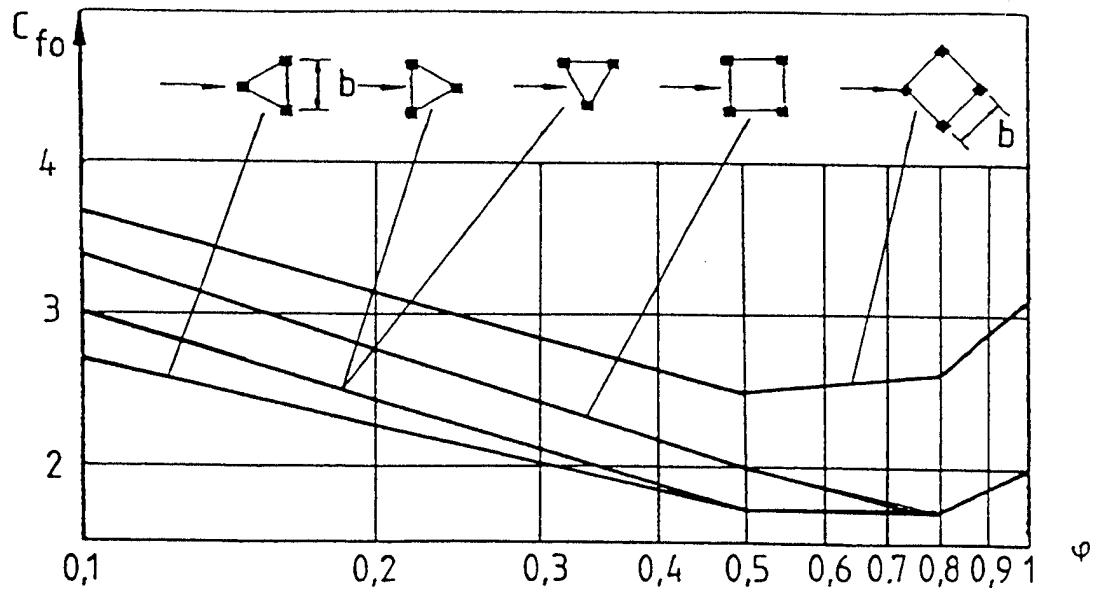
ahol:

$A_{B,n}$ a szélnek kitett tényleges felület;

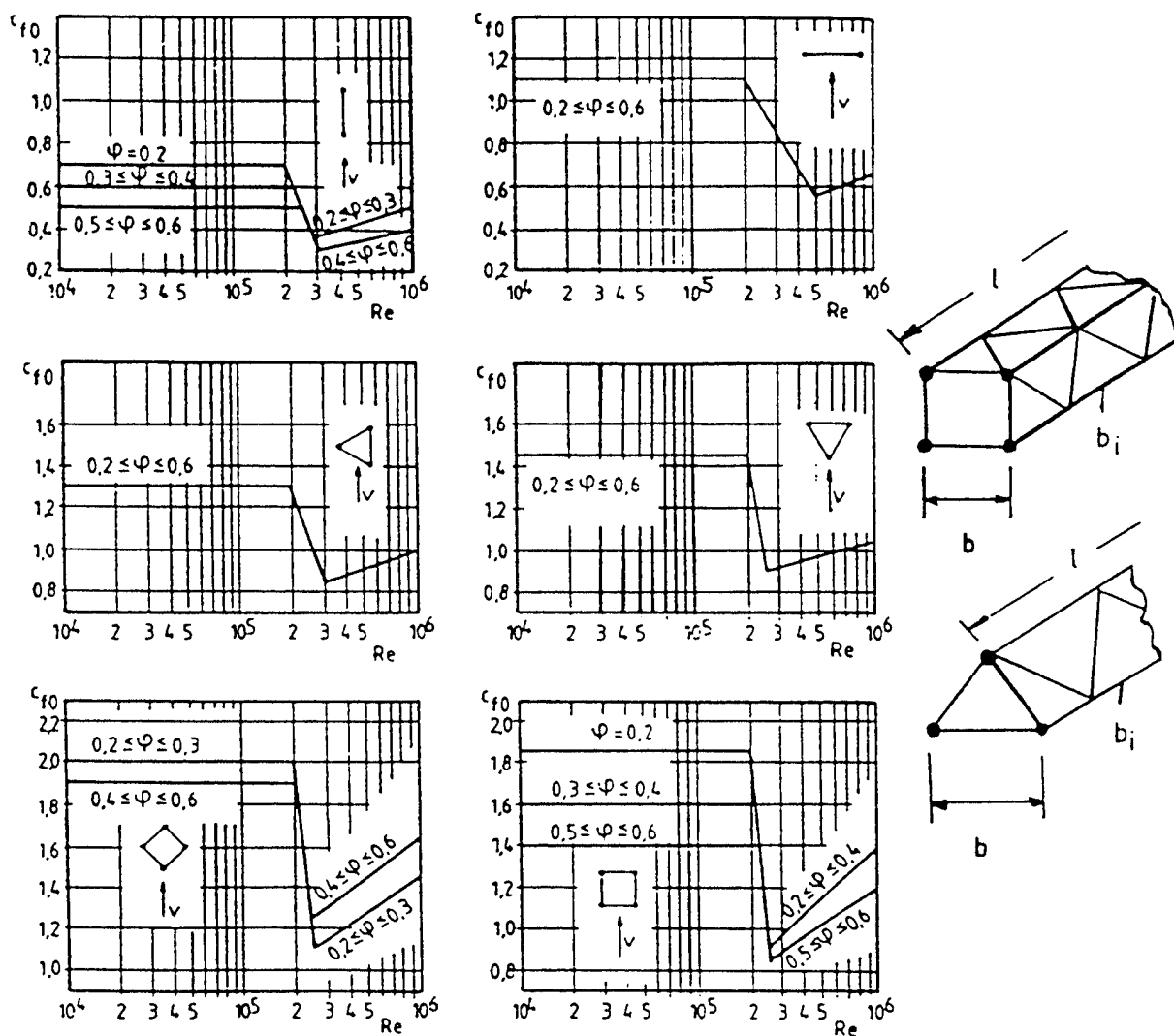
$A_{B,g}$ a szélnek kitett befoglaló felület.



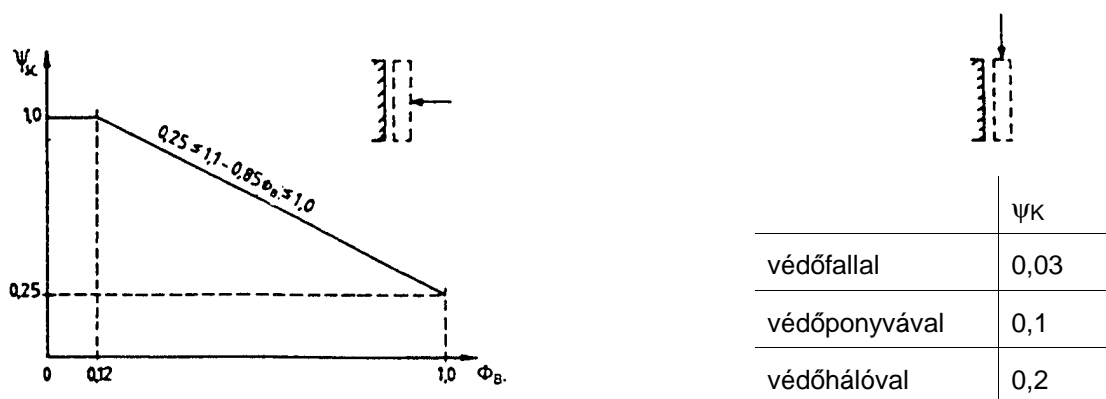
10.10.2. ábra: Szögacélok alkotta síkbeli rácsos szerkezet $c_{f,0}$ erőtényezője a φ tömörségi arányszám függvényében



10.10.3. ábra: Szögacélok alkotta térbeli rácsos szerkezet $c_{f,0}$ erőtényezője a φ tömörségi arányszám függvényében



10.10.4. ábra: Kör keresztmetszetű zárt szelvények alkotta síkbeli és térbeli szerkezet $c_{f,0}$ erőtényezője a φ tömörségi arányszám függvényében



10.10.5. ábra: Légzáró eszközök nélküli, tömör épülethomlokzat által befolyásolt állványzat erőtényezőjét csökkentőtényezője a Φ_B gátolási tényező függvényében

(3) A tömörségi arányszámot a következő összefüggés határozza meg:

$$\varphi = A / A_c, \quad (10.10.2.)$$

ahol:

A = $\sum_i b_i l_i + \sum_i A_{gi}$, a rudak és a csomólemezek felületének szélirányra merőleges összes vetülete; térbeli szerkezet esetén csak egy alkotó síkot (a széltámadta első síkot) szabad figyelembe venni;

A_c = $b \cdot l$, a szerkezet határvonala által körülzárt felület szélirányra merőleges vetülete;

l a rácsos tartó hossza;

b a rácsos tartó magassága;

b_i, l_i az i -edik rúd szélessége és hossza;

A_{gi} az i -edik csomólemez felülete.

(4) Az A_{ref} referenciefelület:

$$A_{ref} = A. \quad (10.10.3.)$$

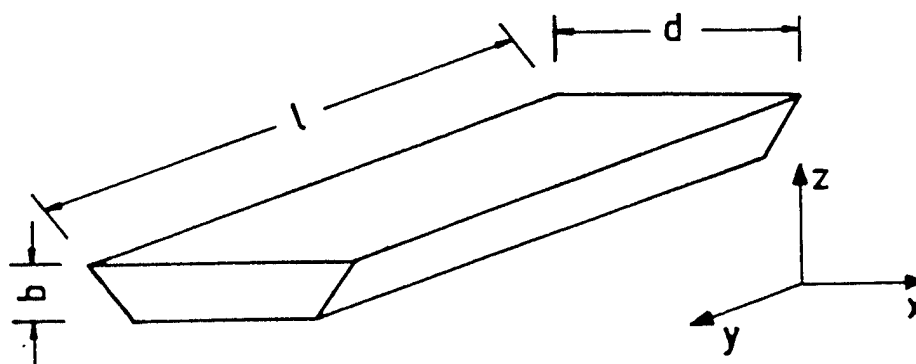
(5) A z_e referenciamagasság a vizsgált elem terepszinthez viszonyított magasságával egyezik meg.

10.11. Hidak

10.11.1. Általános elvek

(1) A hidakra ható szélhatást a 10.11.1. ábra szerinti három összetevőre bontjuk, melyek:

- x irányban működő szélerő;
- z irányban működő, szélre merőleges erő;
- y irányban működő, hosszirányú szélerő.



10.11.1. ábra: A szélhatások iránya hidakon

10.11.2. Erőtényezők az x irányban

(1) Hidak esetén általában elegendő 6 kN/m^2 nagyságú szélnyomást figyelembe venni, amely a híd vagy a vizsgált szerkezet rész felületének függőleges síkra vonatkozó vetületére működik, de nem működik ott, ahol hatása kedvező volna.

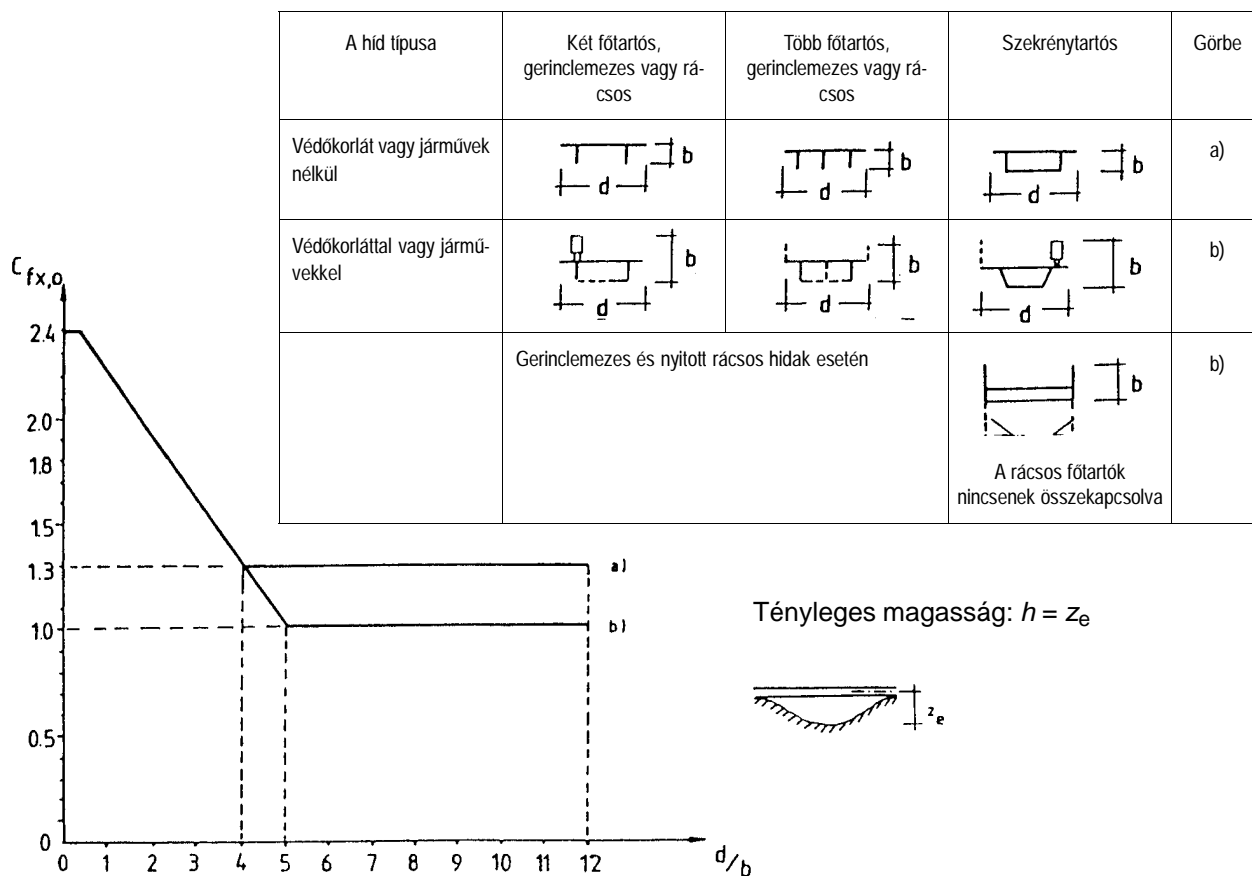
(2) A hidak x irányú erőtényezőjét a következő összefüggés határozza meg:

$$c_{f,x} = c_{f,x,0} \cdot \psi_{\lambda,x}, \quad (10.11.1.)$$

ahol:

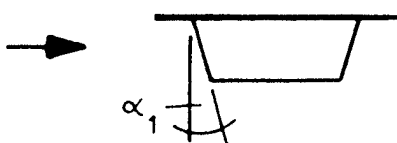
$c_{f,x,0}$ a végtelen λ karcsúságú (ahol $\lambda = l/b$, a 10.11.1. ábra szerint) híd erőtényezője, melyet a szokásos híd típusok esetében a 10.11.2. ábra tartalmaz; az ábrán nem szereplő híd típusok esetén szakértőhöz kell fordulni;

$\psi_{\lambda,x}$ karcsúsági csökkentőtényező (10.14. szakasz).



10.11.2. ábra: Hidak $c_{fx,0}$ erőtényezője

(3) Ha a széltámadta felület nem függőleges (10.11.3. ábra), a $c_{f,0}$ tényező értéke csökkenthető a függőlegestől való eltérés α_1 szögével arányos mértékben, fokonként 0,5%-kal, de legfeljebb 30%-kal.



10.11.3. ábra: Ferde oldalfelületű híd

(4) Azokban a teherkombinációkban, amelyekben a járműteher nem szerepel, az $A_{ref,x}$ referenciafelület a következő:

- (i) sík (gerinclemezes) főtartó esetén:
 - a szél felőli főtartó széltámadta felülete, a további főtartók azon felületei, amelyek az első főtartó síkja fölé esnek, továbbá a pályaszerkezet valamennyi széltámadta felülete az út felületéig vagy a vasúti sín koronaszintjéig.
- (ii) rácsos főtartó esetén:
 - (a) az ágyazatátvezetéses híd vasúti felépítménye vagy a pályalemez, továbbá a járda széltámadta felülete;
 - (b) az egyes rácsos főtartók azon tömör részei, amelyek felületének vetülete az (i) felület alatt vagy fölött helyezkedik el;

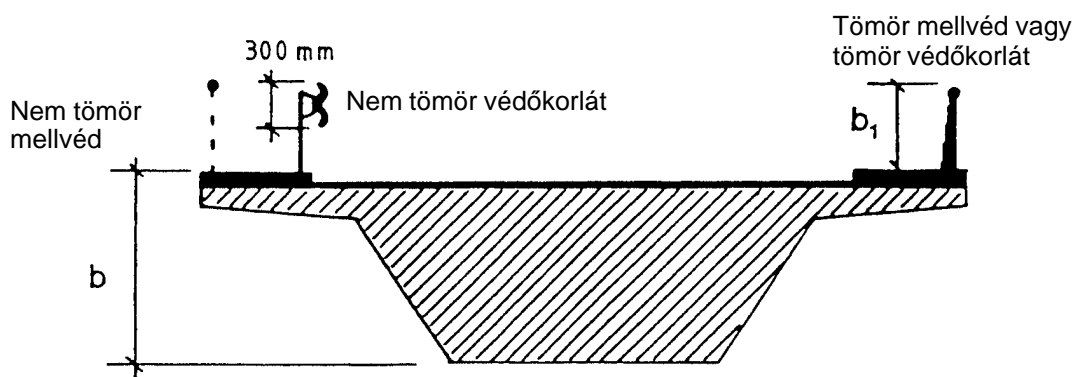
MSZ ENV 1991-2-4:1999

- (c) a széltámadta és a szélárnyékos oldalon elhelyezkedő mellvéd vagy védőfal figyelembevételére az (i) megjegyzésben szereplő magassághoz a következő méretet kell hozzáadni:
- 300 mm, ha a mellvéd vagy védőkorlát nem tömör;
 - a mellvédek és a védőkorlátok magasságának összege, ha a mellvéd vagy a védőkorlát tömör.

Megjegyzés: Néhány esetet a 10.11.4. ábra és a hozzá tartozó 10.11.1. táblázat szemléltet.

A teljes referenciafelület azonban haladja meg egy azonos magasságú, helyettesítő sík (gerinclemezes) gerenda esetén adódó felületet, ideértve minden kinyúló részt:

- (i) tömör védőkorlát (például zajvédő fal, reklámtábla) esetén:
felszerkezetenként egy védőkorlát felülete, ha az az előző terület felett helyezkedik el;
- (ii) építés közben, olyan pályalemez esetén, amely a pályalemez kialakítása előtt több főtartóból áll:
két főtartó felülete.



10.11.4. ábra: Az A_{ref} számításához alkalmazandó magasság

10.11.1. táblázat: Az A_{ref} számításához alkalmazandó magasság

Védőfalak és mellvédek	Egy oldalon	Mindkét oldalon
Nem tömör mellvéd vagy nem tömör védőkorlát	$b + 300 \text{ mm}$	$b + 600 \text{ mm}$
Tömör mellvéd vagy tömör védőkorlát	$b + b_1$	$b + 2 b_1$
Nem tömör mellvéd és nem tömör védőkorlát	$b + 600 \text{ mm}$	$b + 1200 \text{ mm}$

(5) Azokhoz a teherkombinációkhoz, amelyekben a járműteher szerepel, az $A_{ref,x}$ referenciafelületet az ENV 1991-3 tartalmazza.

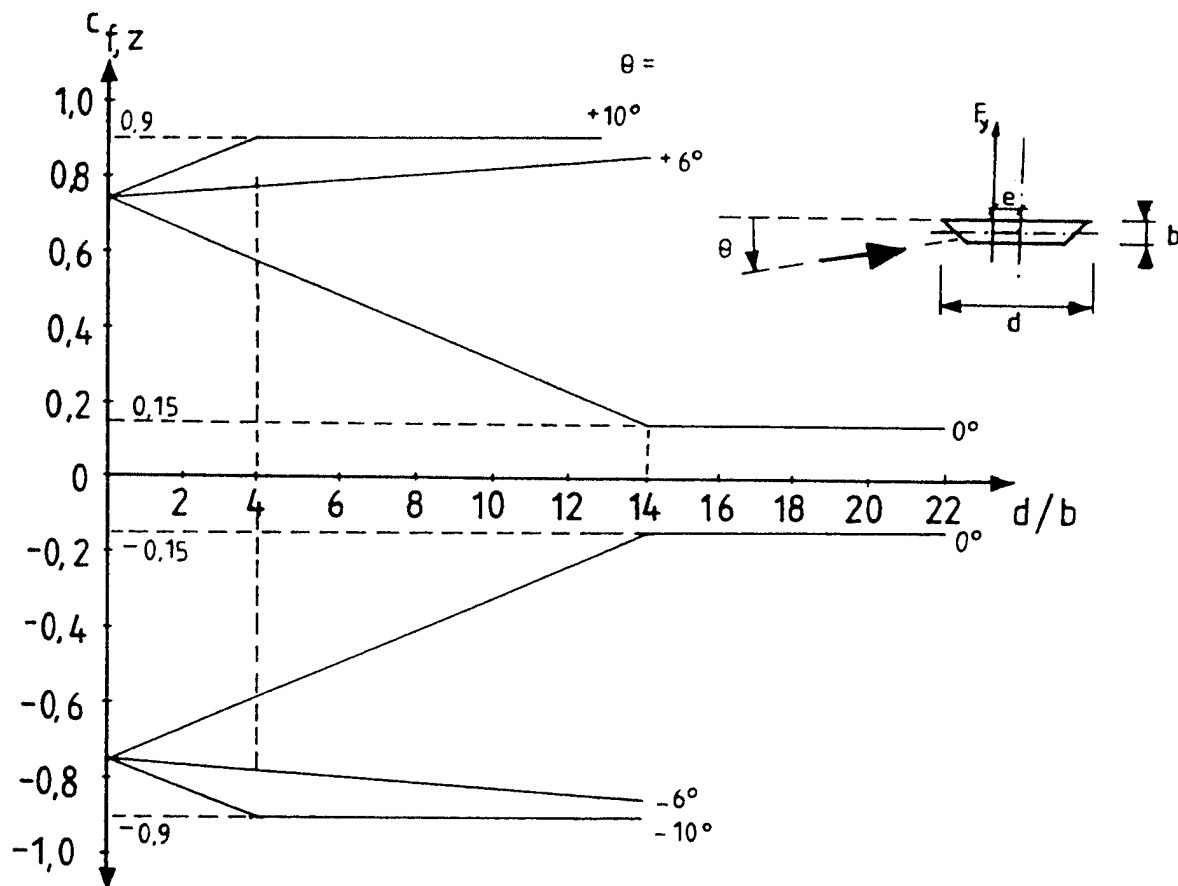
(6) A z_e referenciamagasság a terep legalacsonyabb pontja és a híd pályalemezének középvonala közötti távolság (a 10.11.2. ábra szerint).

10.11.3. Erőtényezők a z irányban

- (1) A hidak z irányú c_{fz} erőtéyzőit (az emelő erő számításához) a 10.11.5. ábra tartalmazza.
- (2) Az $A_{ref,z}$ referenciafelület az alaprajzi felülettel egyezik meg (10.11.1. ábra):

$$A_{ref,z} = d \cdot l \quad (10.11.2.)$$

- (3) Karcsúsági csökkentőtényezőt nem szabad figyelembe venni.
- (4) A referenciamagasság megegyezik a c_{fx} -hez tartozó referenciamagassággal (10.11.2. szakasz (6) bekezdés).
- (5) Ha másképp nincs előírva, az erő y irányú külpontosságát $e = d/4$ -re kell felvenni.



Megjegyzés: Ez az ábra a 10.11.2. ábrán jelzett valamennyi híd típusra érvényes.

10.11.5. ábra: Hidak c_{fz} erőtéyzője emelő, ferde szélhatás esetén

10.11.4. Hosszirányú szélerek hidakon

(1) Az y irányú, hosszirányú szélert a következőképpen kell felvenni:

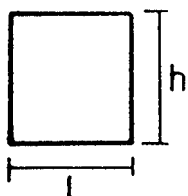
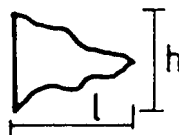
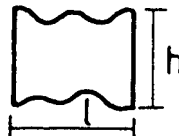
- gerinclemezes főtartójú híd esetén az x irányú szélert 25%-ára;
- rácsos főtartójú híd esetén az x irányú szélert 50%-ára.

10.12. Zászlók

(1) A zászlók c_f erőtenyezőjét és A_{ref} referenciafelületét a 10.12.1. táblázat tartalmazza.

(2) A z_e referenciamagasság a zászló terepszinthez viszonyított magasságával egyezik meg.

10.12.1. táblázat: A zászlók c_f erőtenyezője

Zászlók	A_{ref}	c_f
<p>Rögzített zászló</p>  <p>A zászló síkjára merőleges erő</p>	$h \cdot l$	$2,5 \psi_\lambda$
<p>Szabadon lobogó zászló</p> <p>(a) </p> <p>(b) </p> <p>A zászló síkjában ható erő</p>	<p>(a) $0,5 h \cdot l$</p> <p>(b) $h \cdot l$</p>	$0,02 + 0,7 \cdot \frac{m_f}{\rho \cdot h} \left(\frac{A_{ref}}{h^2} \right)^{-1,25}$

ahol:

m_f a zászló egységnyi felületére eső tömege;

ρ a levegő sűrűsége (7.1. szakasz);

z_e a zászló terepszinthez viszonyított magassága;

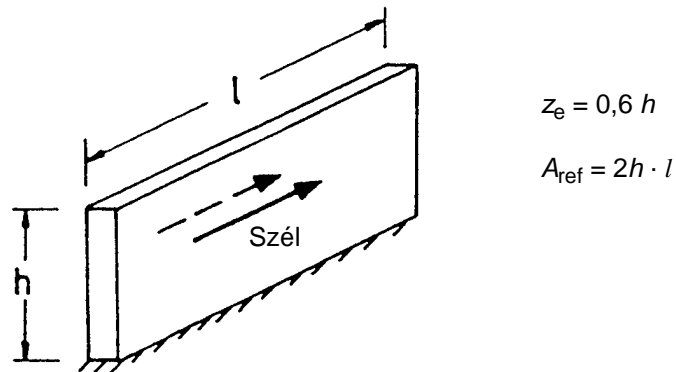
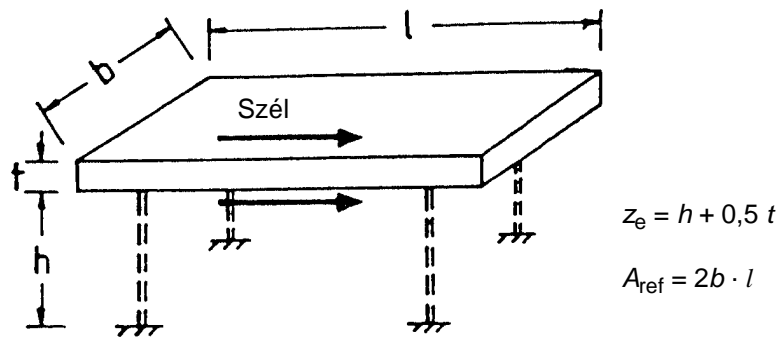
ψ_λ karcsúsági csökkentőtényező (10.14. szakasz);

λ karcsúság: h/l

Megjegyzés: a szabadon lobogó zászlóra vonatkozó egyenlet a zászló belebegése miatt fellépő dinamikus erőket is tartalmazza.

10.13. Súrlódási tényezők

- (1) Hosszú fal- és tetőszerkezetek c_{fr} súrlódási tényezőjét a 10.13.1. táblázat tartalmazza.
- (2) A szél által súrolt A_{ref} referenciafelületet a 10.13.1. ábra adja meg.
- (3) A z_e referenciamagasságot a 10.13.1. ábra szerint kell felvenni.

**10.13.1. ábra: Fal- és tetőszerkezetek A_{ref} referenciafelülete****10.13.1. táblázat: Fal- és tetőszerkezetek c_{fr} súrlódási tényezője**

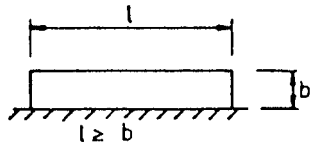
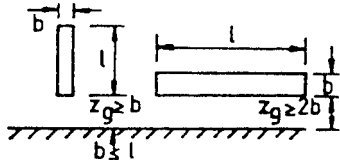
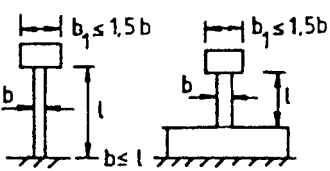
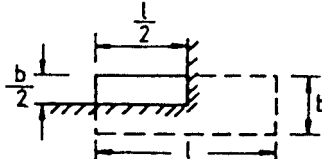
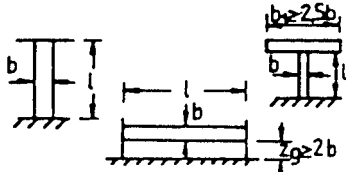
Felület	c_{fr} súrlódási tényező
sima (acél; sima betonfelület)	0,01
durva (durva betonfelület; kátrány)	0,02
igen durva (hullámosított, bordázott, gyűrt felület)	0,04

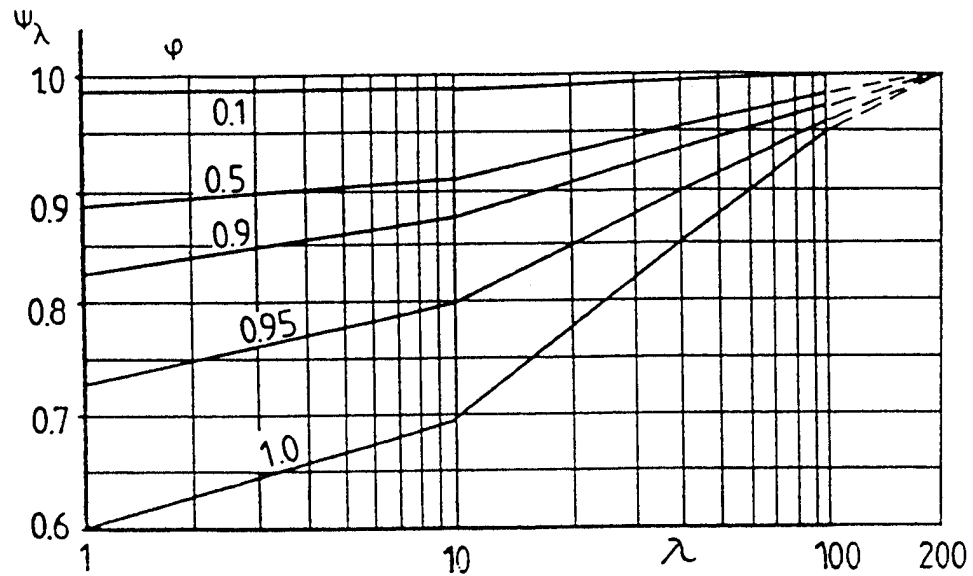
10.14. A λ helyettesítő karcsúság és a ψ_λ karcsúsági csökkentőtényező

(1) A λ helyettesítő karcsúság fogalma a 10.14.1. táblázat szerint.

(2) A ψ_λ karcsúsági csökkentőtényező értékét különböző ϕ tömörségi arányszámok esetére, a helyettesítő karcsúság függvényében a 10.14.1. ábra tartalmazza.

10.14.1. táblázat: Hengerek, szabályos sokszög keresztmetszetek, hidak, téglalap keresztmetszetek, jelzőtáblák, éles szélű szerkezeti elemek és rácsos szerkezetek λ helyettesítő karcsúsága

Szám	A szerkezet helyzete a lap síkjára merőleges szél esetén	Helyettesítő karcsúság
1.		l/b
2.		
3.		$l/b \leq 70$
4.		
5.		$l/b \geq 70$



10.14.1. ábra: A ψ_λ karcsúsági csökkentőtényező a φ tömörségi arányszám és a λ helyettesítő karcsúság függvényében

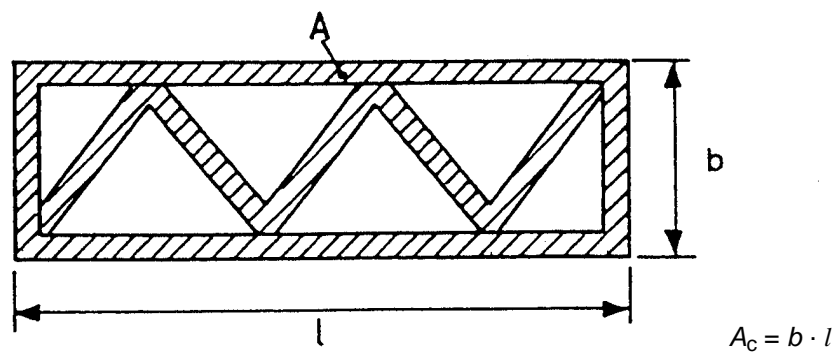
(3) A tömörségi arányszám a következő összefüggés szerint számítható (10.14.2. ábra):

$$\varphi = A / A_c,$$

ahol:

A a rúdfelületek szélirányra merőleges vetületeinek összege;

A_c az elem határoló vonala által körülzárt felület: $A_c = l \cdot b$.



10.14.2. ábra: A φ tömörségi arányszám értelmezése

A melléklet (tájékoztatás)

Időjárási adatok és az egyes országok széltérképe

(1) Ez a melléklet az egyes CEN-tagállamok következő, széllal összefüggő időjárási adatait tartalmazza:

- a $v_{ref,0}$ referencia-szélesebesség kiindulási értékét;
- a c_{DIR} iránytényezőt, amellyel annak valószínűségét vesszük figyelembe, hogy a szélesebesség a $\pm 15^\circ$ széliránytartományban meghaladja maximális értékét;
- a c_{TEM} szezonális tényezőt, amellyel egy évnél kisebb élettartamú tartószerkezetek esetén annak valószínűségét vesszük figyelembe, hogy a szélesebesség meghaladja maximális értékét;
- a c_{ALT} magassági tényezőt, amellyel azt vesszük figyelembe, hogy a szélesebesség növekszik a terep tengerszint feletti magasságával;
- a (7.3.) összefüggésben szereplő K és n paramétert.

Megjegyzés: Ha a szükséges időjárási adatok nem szerepelnek ebben a mellékletben, az illetékes nemzeti hatósághoz kell fordulni.

A1. Ausztria

(1) Az egyes szövetségi államokban és városokban figyelembe veendő referencia-szélesebességeket a nemzeti szabvány szerint kell felvenni. Megjegyzendő azonban, hogy az ott szereplő értékek a 2 másodperces legnagyobb szélesebességek, nem pedig a 7. fejezet előírásai szerinti 10 másodperces átlagos szélesebességek.

A2. Belgium

(1) $v_{ref,0} = 26,2$ m/s

(2) $c_{ALT} = 1,0$

Szél- irány	0° É	22,5°	37,75°	45°	56,25°	90° K	120°	150°	180° D	270° Ny
c_{DIR}	1,0	1,0	0,949	0,894	0,837	0,894	0,894	0,949	1,0	1,0

Hó- nap	Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Aug.	Szept.	Okt.	Nov.	Dec.
c_{TEM}	0,775	0,775	0,742	0,707	0,671	0,671	0,671	0,671	0,707	0,742	0,806	0,775

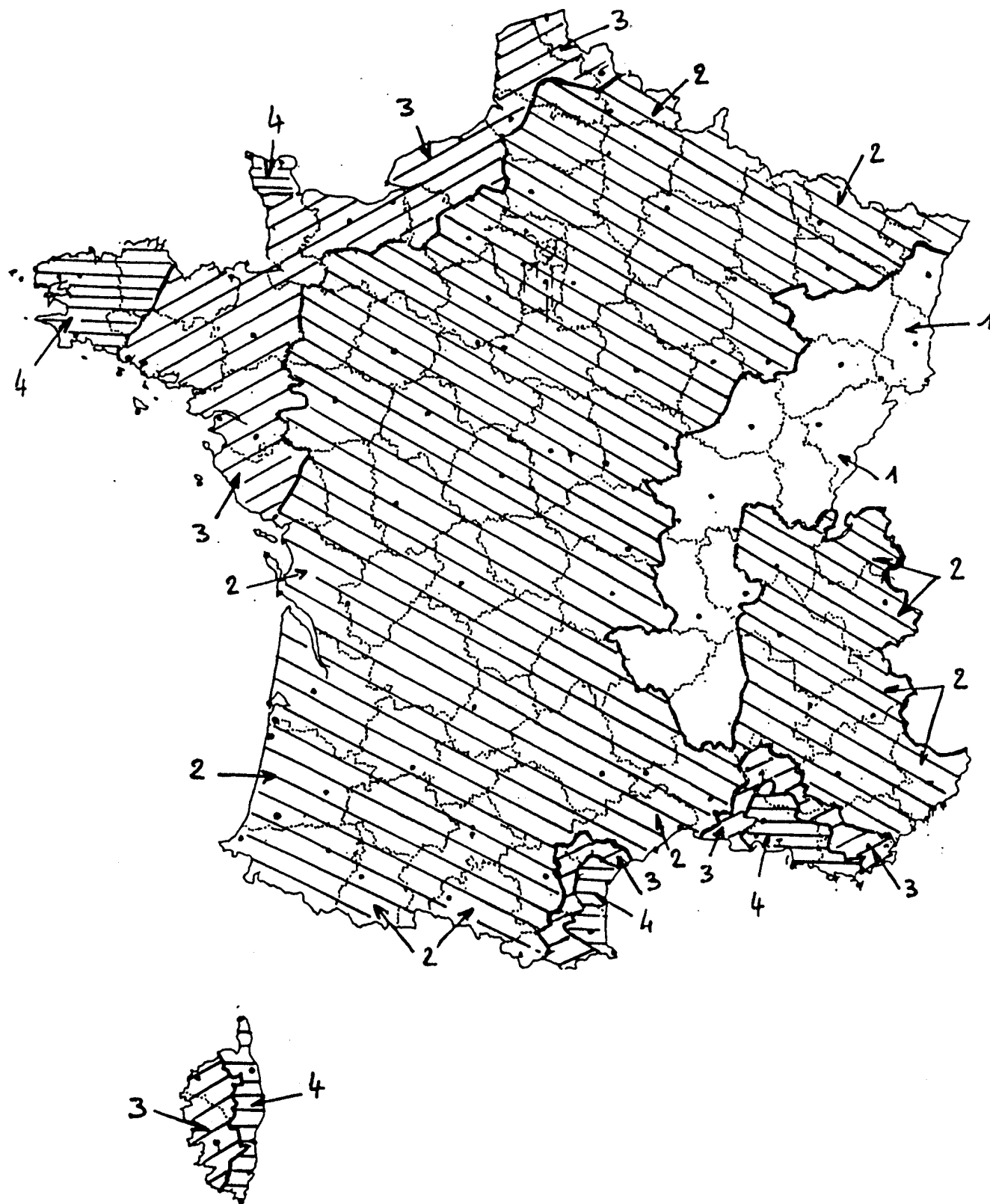
Megjegyzés: A c_{TEM} tényező egy hónapig tartó kivitelezési munkához tartozik.

$K = 0,2$; $n = 0,5$.

A3. Dánia(1) $v_{ref,0} = 27,0$ m/s(2) $c_{DIR} = 1$
 $c_{TEM} = 1$
 $c_{ALT} = 1$ **A4. Finnország**(1) $v_{ref,0} = 23,0$ m/s(2) $c_{DIR} = 1$
 $c_{TEM} = 1$
 $c_{ALT} = 1$ **A5. Franciaország**(1) $c_{DIR} = 1$
 $c_{TEM} = 1$
 $c_{ALT} = 1$

Zóna	A zónába tartozó megyék és járások	$v_{ref,0}$ [m/s]
1.	Ardeche, Côte d'Or (*), Doubs, Jura, Loire, Haute-Loire, Bas-Rhin (*), Haut-Rhin, Rhône, Haute-Saône-et-Loire, Vosges, Belfort (Territoire), Guyane	24,0
2.	Ain, Aisne, Allier, Alpes de Haute-Provence, Hautes-Alpes, Alpes Maritimes, Ardennes, Ariège, Aube, Aude (*), Aveyron, Cantal, Charente, Charente-Maritime, Cher, Corrèze, Côte d'Or (*), Creuse, Dordogne, Drome, Eure (*), Eure-et-Loir, Gard, Haute-Garonne, Gers, Gironde, Hérault (*), Indre, Indre-et-Loire, Isère, Landes, Loir-et-Cher, Loiret, Lot, Lot-et-Garonne, Lozère, Maine-et-Loire, Marne, Haute-Marne, Mayenne, Meurthe-et-Moselle, Meuse, Moselle, Nièvre, Nord (*), Oise, Orne, Pas-de-Calais (*), Puy-de-Dôme, Pyrénées-Atlantiques, Hautes-Pyrénées, Pyrénées Orientales (*), Bas-Rhin (*), Sarthe, Savoie, Haute-Savoie, Deux-Sèvres, Somme (*), Tarn, Tarn-et-Garonne, Var (*), Vaucluse (*), Vendée (*), Vienne, Haute-Vienne, Yvonne Région Ile-de-France: Ville de Paris, Seine-et-Marne, Yvelines, Essone, Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis, Val-de-Marne, Val-d'Oise	26,0
3.	Aude (*), Bouches-du-Rhône (*), Calvados, Haute-Corse (*), Corse-Sud (*), Côtes-d'Armor (*), Eure (*), Hérault (*), Ille-et-Vilaine, Loire-Atlantique, Manche (*), Morbihan (*), Nord (*), Pas-de-Calais (*), Pyrénées-Orientales (*), Seine-Maritime, Somme (*), Var (*), Vaucluse (*), Vendée (*)	28,0
4.	Aude (*), Bouches-du-Rhône (*), Haute-Corse (*), Corse-Sud (*), Côtes-d'Armor (*), Finistère, Manche (*), Morbihan (*), Pyrénées-Orientales (*), Var (*), Vaucluse (*), Saint-Pierre-et-Miquelon	30,5
(DOM) 5.	Guadeloupe, Martinique, Réunion, Mayotte	34,0

(*) a megye egy részére



A1. ábra: Franciaország szélterképe (zónák, referencia-szélesség)

A6. Németország

(1) Az 1. zónában:

800 m $a_s \leq 1100$ m tengerszint feletti magasság esetén a magassági tényező:

$$c_{ALT} = 0,65 \frac{a_s}{2270}; a_s [m]$$

$a_s > 1100$ m tengerszint feletti magasság esetén különleges követelmények szükségesek.

(2) A 2. zónában és $a_s > 800$ m esetén (Harz) különleges követelmények szükségesek.

(3) Más esetekben a magassági tényező:

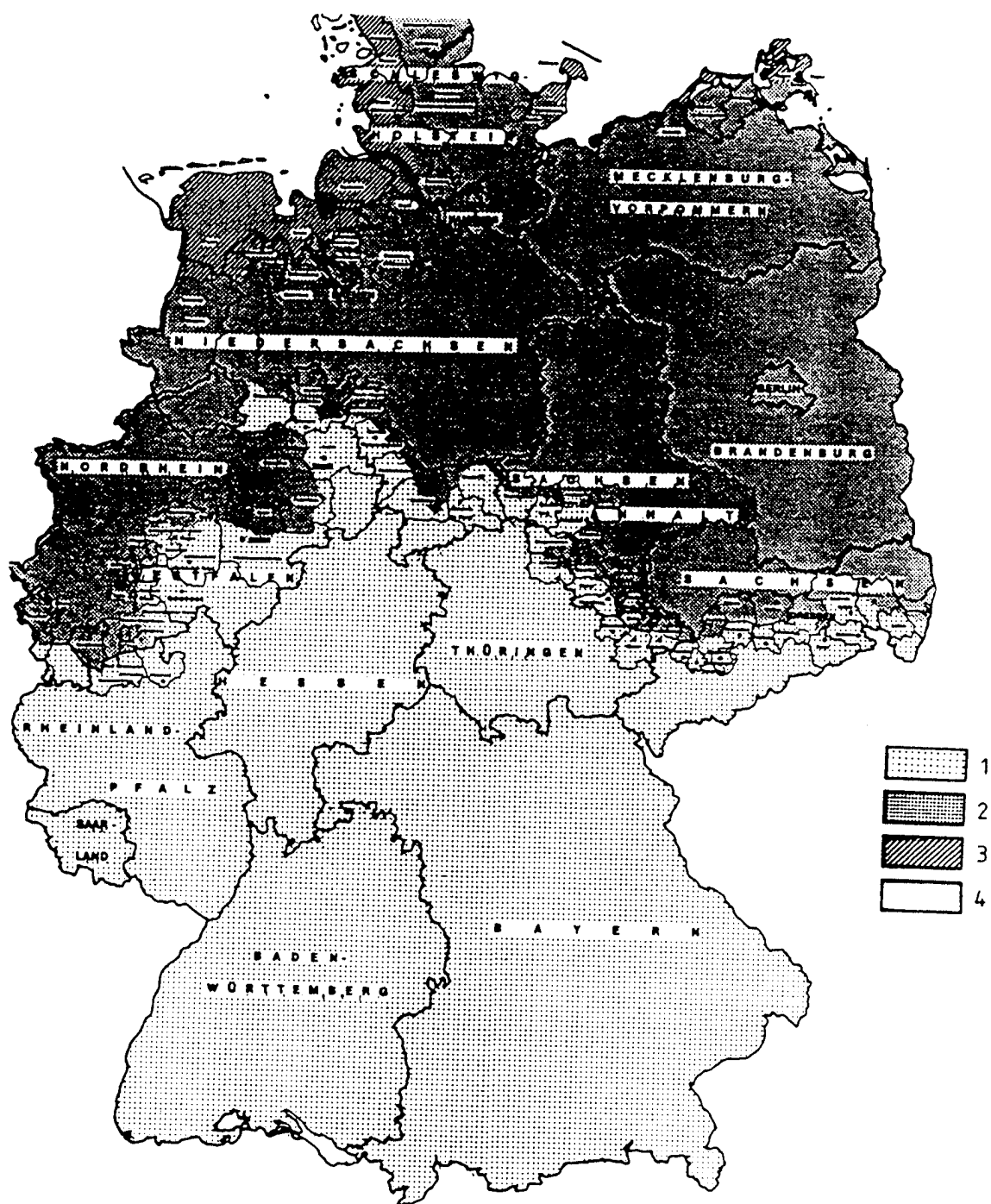
$$c_{ALT} = 1.$$

(4) I. beépítettségi kategória csak a 4. zónában vehető figyelembe.

(5) $c_{DIR} = 1.$

(6) Az ideiglenes szerkezetekre vonatkozó c_{TEM} tényezőt a következőképpen kell felvenni:

Az ideiglenes állapot időtartama	Intézkedés szélvihar esetén		Védelem vagy megerősítés nem lehetséges
	Védelem	Megerősítés	
	c_{TEM}		
1 nap	0,3	0,3	0,5
2–3 nap	0,3	0,5	0,8
4 nap – 4 hónap	0,5	0,65	
5 hónap – 4 év			



Zóna	$v_{ref,0}$ [m/s]	
1.	24,3	Az értékek a 8.1. táblázat szerinti II. beépítettségi kategóriához tartoznak.
2.	27,6	
3.	32,0	
4.	31,5	

A2. ábra: Németország széltérképe (zónák, referencia-szélsébség)

A7. Görögország

(1) A szigeteken és a szárazföldi terület 10 km széles parti sávjában:

$$v_{\text{ref},0} = 36 \text{ m/s}$$

(2) Másutt:

$$v_{\text{ref},0} = 30 \text{ m/s.}$$

(3) $c_{\text{DIR}} = 1$
 $c_{\text{TEM}} = 1$
 $c_{\text{ALT}} = 1$

A8. Izland

(1) Az izlandi szélesebesség csak a legnagyobb lökésebesség, vagyis a $p = 0,02$ -hoz tartozó 3 másodperces átlagos sebesség formájában áll rendelkezésre.

(2) A szél eloszlása a következő:

$$v = 17 (\log(z) + 2) \quad \text{a tengerpart mentén; } v [\text{m/s}], z [\text{m}];$$

$$v = 15,5 (\log(z) + 2) \quad \text{a tengerparttól legalább 10 km-re; } v [\text{m/s}];$$

$$z_{\text{min}} = 6 \text{ m}$$

(3) A 7.2. szakasz szerinti 10 perces átlagos értékek jelenleg nem állnak rendelkezésre.

A9. Írország

(1) A dublini meteorológiai szolgálattól származó konkrét érték hiányában az iránytényező a következőképp vehető fel:

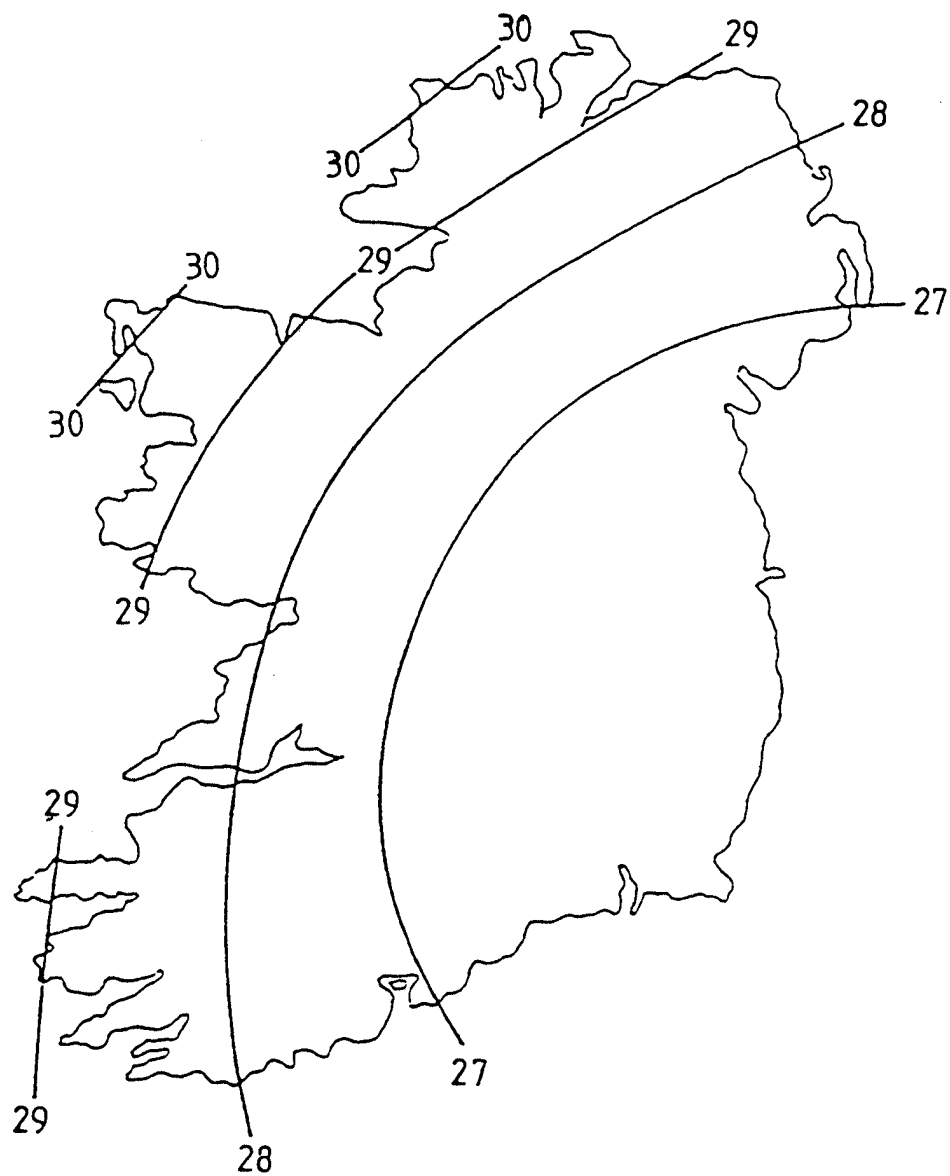
$$c_{\text{DIR}} = 1$$

(2) $c_{\text{TEM}} = 1$

(3) Legfeljebb 250 m tengerszint feletti magasság esetén a magassági tényező:

$$c_{\text{ALT}} = 1$$

250 m tengerszint feletti magasság felett a dublini meteorológiai szolgálathoz kell fordulni.



A3. ábra: Írország széltérképe (referencia-szélsébség)

A10. Olaszország

(1) A referencia-szélesség értékét a következő összefüggés adja:

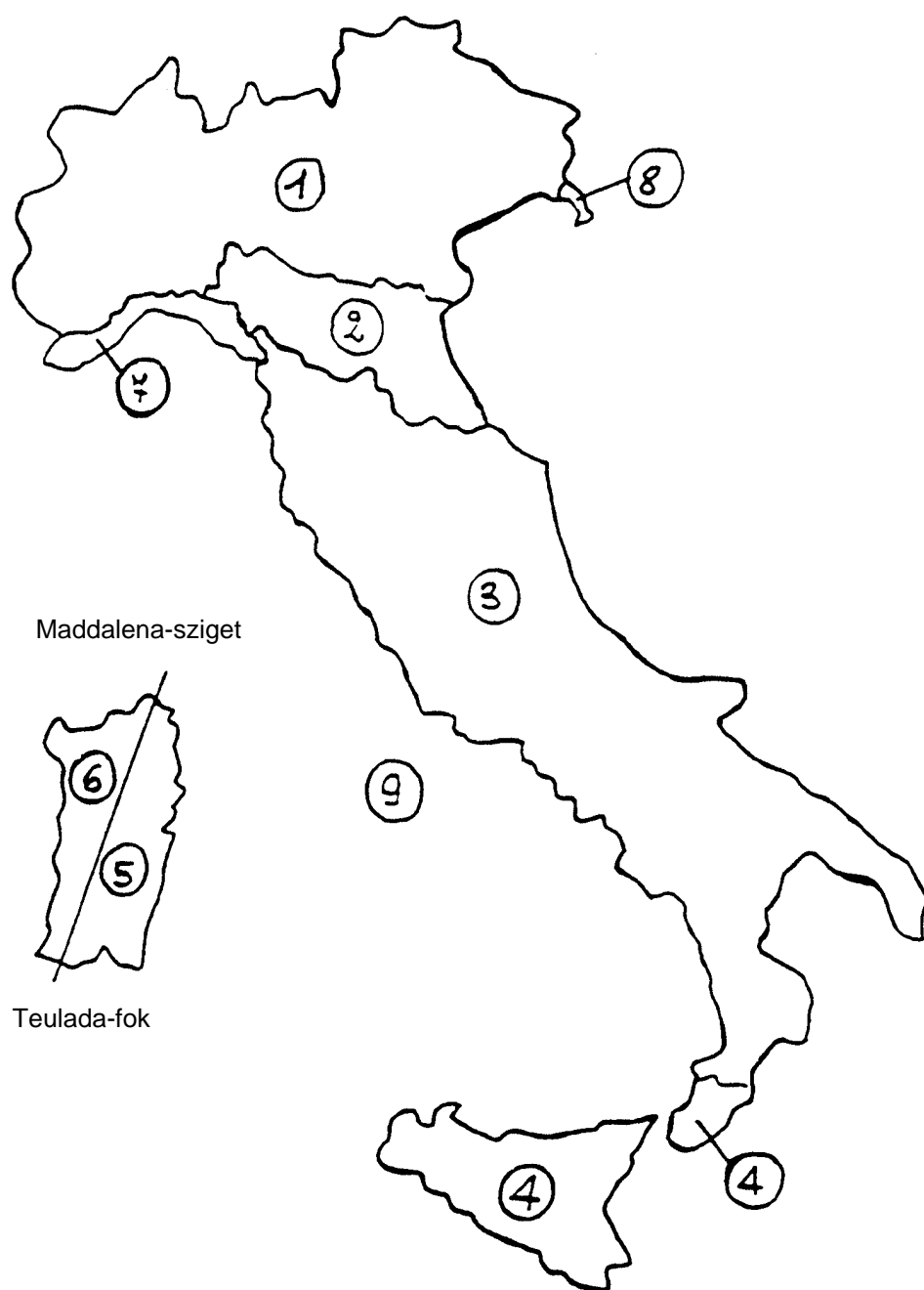
$$v_{\text{ref}} = v_{\text{ref},0} \quad \text{ha} \quad a_s \leq a_0;$$

$$v_{\text{ref}} = v_{\text{ref},0} + k_a (a_s - a_0), \quad \text{ha} \quad a_s > a_0,$$

ahol:

a_s a tartószerkezet helyének tengerszint feletti magassága [m].

Zóna	Leírás	$v_{\text{ref},0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
1.	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (Trieste megye kivételével)	25	1000	0,012
2.	Emilia Romagna	25	750	0,024
3.	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria (Reggio Calabria megye kivételével)	27	500	0,030
4.	Szicília és Reggio Calabria megye	28	500	0,030
5.	Szárdínia (a Teulada-fokot és a Maddalena-szigetet összekötő egyenestől keletre)	28	750	0,024
6.	Szárdínia (a Teulada-fokot és a Maddalena-szigetet összekötő egyenestől nyugatra)	28	500	0,030
7.	Liguria	29	1000	0,024
8.	Trieste megye	31	1500	0,012
9.	Szigetek (Szicília és Szárdínia kivételével) és a nyílt tenger	31	500	0,030



A4. ábra: Olaszország széltérképe (zónák)

(2) A szél irányát és a terep érdességi viszonyainak változását figyelembe vevő részletes vizsgálat hiányában a szélhatást az A5. ábra szerinti elhelyezkedés függvényében felvett helyszínosztály és a következő táblázatok szerinti terepérdesség alapján kell meghatározni.

Helyszínosztály	k_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
I.	0,17	0,01	2
II.	0,19	0,05	4
III.	0,20	0,10	5
IV.	0,22	0,30	8
V.	0,23	0,70	12

Terepérdességi osztály	Leírás
A	Városi övezet, ahol a földfelület legalább 15%-át olyan épületek fedik, amelyek átlagos magassága legalább 15 m.
B	Városi (az A osztály kivételével), külvárosi vagy ipari övezet; erdők.
C	Terep elszórt akadályokkal (fák, épületek, falak, kerítések, ...); olyan területek, melyek nem sorolhatók be az A vagy a B osztályba.
D	Terep ritkán, egymástól elkülönülten elhelyezkedő akadályokkal vagy azok nélkül (rét, repülőtér, mezőgazdasági terület, legelő, mocsár, homokos terület, hó, jég, tó, tenger, ...).

A terep érdessége független a domborzati viszonyoktól.

Az A és B osztály olyan területekre is érvényes, amelyeket minden oldalról legalább 1 km-re és legalább az épületek magasságának 20-szorosára az adott osztályú terep vesz körül.

1., 2., 3., 4. és 5. zóna						
	tenger	tengerpart		500 m	750 m	
	2 km	10 km	30 km			
A	-	IV	IV	V	V	V
B	-	III	III	IV	IV	IV
C	-	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**

* II. kategória az 1., 2., 3. és 4. zónában,
III. kategória az 5. zónában

** III. kategória a 2., 3., 4. és 5. zónában,
IV. kategória az 1. zónában

9. zóna		
	tenger	tengerpart
A	-	I
B	-	I
C	-	I
D	I	I

6. zóna					
	tenger	tengerpart		500 m	
	2 km	10 km	30 km		
A	-	III	IV	V	V
B	-	II	III	IV	IV
C	-	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

7. és 8. zóna			
	tenger		tengerpart
	1,5 km	0,5 km	
A	-	-	IV
B	-	-	IV
C	-	-	III
D	I	II	*

* II. kategória a 8. zónában,
III. kategória a 7. zónában

A5. ábra: Olaszország érdességi kategóriái és zónái

A11. Luxemburg

- (1) $v_{ref,0} = 26,0$ m/s
- (2) $c_{DIR} = 1$
 $c_{TEM} = 1$
 $c_{ALT} = 1$

A12. Hollandia

- (1)

Terület	Visszatérési periódus	
	12,5 év	50 év
	v_{ref} [m/s]	$v_{ref,0}$ [m/s]
1	27,5	30,0
2	25,0	27,5
3	22,5	25,0

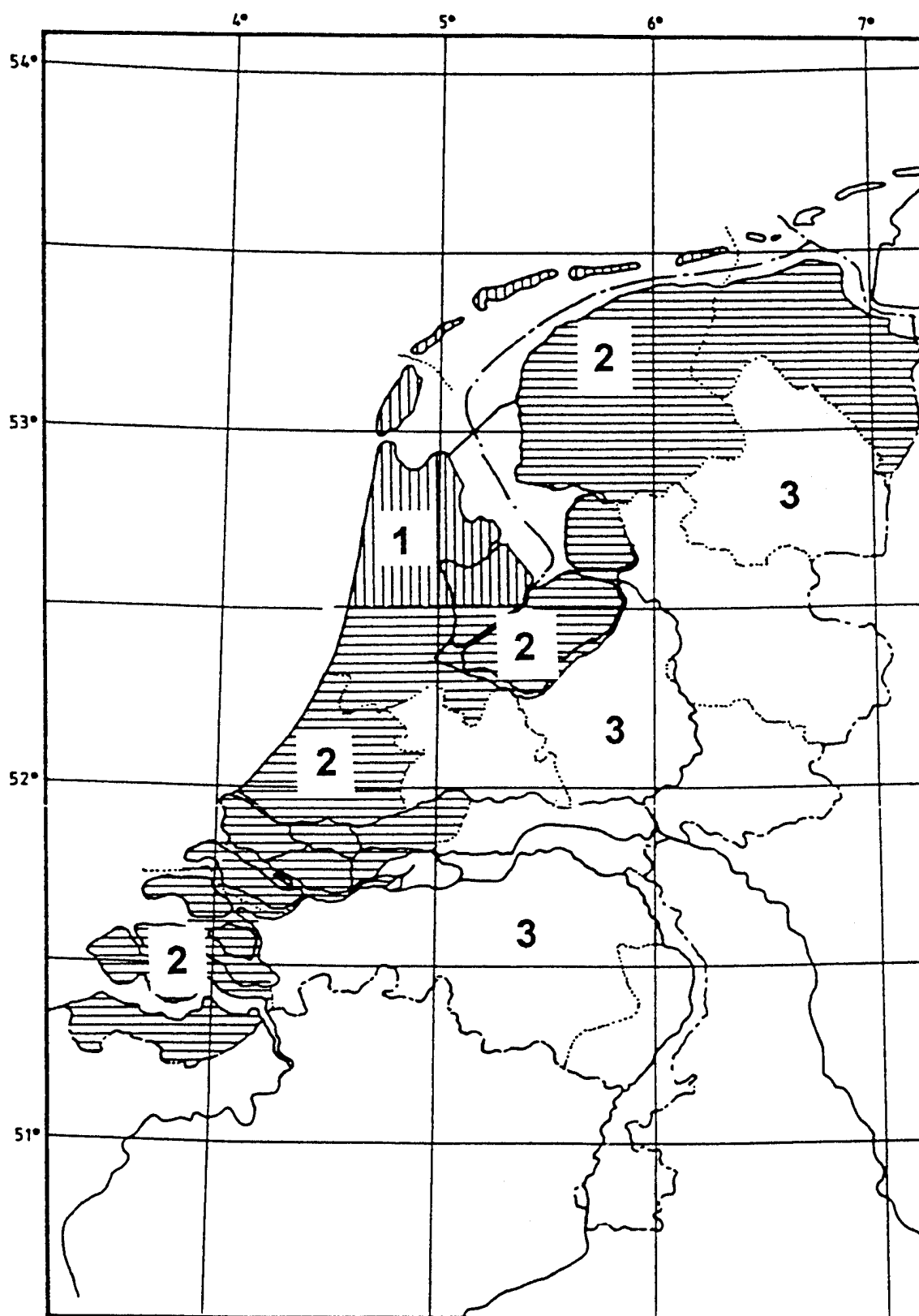
Megjegyzés: A v_{ref} itt 1 órás átlagos szélességet jelent.

- (2) $c_{ALT} = 1$
 $c_{DIR} = 1$
 $c_{TEM} = 1$
- (3) Az érdelességi hossz: $z_0 = 0,03$ m.

A terepfaktor:

Terület (A6. ábra)	1	2	3
k	0,2	0,234	0,281
n	0,5	0,5	0,5

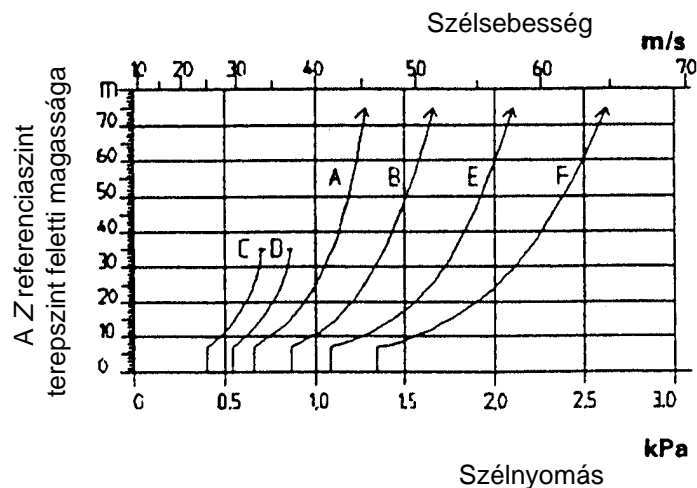
A tengerpart mentén elhelyezkedő területeken a 8.1. táblázat szerinti II. beépítettségi kategóriát kell feltételezni.



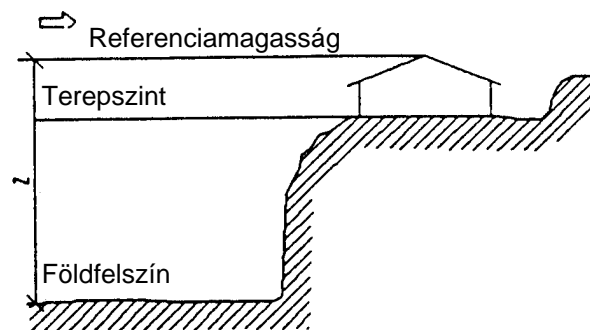
A6. ábra: Hollandia széltérképe (zónák)

A13. Norvégia

(1) Az A7. ábrán Norvégiára megadott v szélességértékek 0,02 éves meghaladási valószínűségű, 3–5 másodperces átlagos szélességek. Ha az A13. fejezet szerinti v értéket v_{ref} -ként beírjuk a (7.1.) összefüggésbe, akkor az (5.1.), (5.2.) és (6.1.) összefüggésekben a $q_{ref} \cdot c_e$ szorzat helyett q_{ref} írandó.



A7. ábra: A szélesség és a szélnyomás változása a földfelszín feletti magasság függvényében



A8. ábra: Földfelszín és terepszint

(2) Sík terep esetén a földfelszín a szerkezet körüli terep szintjével egyezik meg. Nagy magasságkülönbségek esetén a földfelszínt a magasabb szint lábánál, illetve a terepnek, a növényzetnek vagy a beépítésnek megfelelő magasabb szinten képzeljük el (A8. ábra).

(3) Az A7. ábra szerinti szélesség az A1. táblázatban meghatározott földfelszín felett értelmezett magasságtól függ.

MSZ ENV 1991-2-4:1999

A1. táblázat: A szélesebbesség változása a földrajzi hely és a földfelszín feletti magasság függvényében

Görbe	Szélesebbesség [m/s]
A	$v = 11,7 (\log_{10} z + 2)$, ha $z \geq 6$ m, ami $z = 10$ m magasságban $v = 35$ m/s szélesebbességet ad. Mérsékelt szeles vidékeken érvényes, például az alföldi terület belsejében.
B	$v = 13,3 (\log_{10} z + 2)$, ha $z \geq 6$ m, ami $z = 10$ m magasságban $v = 40$ m/s szélesebbességet ad. Fokozottan szeles vidékeken érvényes.
C	$v =$ az A görbe 80%-a, ami $z = 10$ m magasságban $v = 28$ m/s szélesebbességet ad. Az A2. táblázatban szereplő határnál alacsonyabban fekvő, sűrűn beépített területeken érvényes. Fokozottan szeles vidékeken nem érvényes.
D	$v =$ a B görbe 80%-a, ami $z = 10$ m magasságban $v = 32$ m/s szélesebbességet ad. Az A2. táblázatban szereplő határnál alacsonyabban fekvő, fokozottan szeles, sűrűn beépített területeken érvényes. Nem érvényes ott, ahol az E és az F görbe alkalmazandó.
E	$v = 15 (\log_{10} z + 2)$, ha $z \geq 6$ m, ami $z = 10$ m magasságban $v = 45$ m/s szélesebbességet ad. Az A3. táblázatban megjelölt, fokozottan szeles területekre érvényes.
F	$v = 16,7 (\log_{10} z + 2)$, ha $z \geq 6$ m, ami $z = 10$ m magasságban $v = 50$ m/s szélesebbességet ad. Az A3. táblázatban megjelölt, fokozottan szeles területekre érvényes.

Valamennyi esetben előfordulhat, hogy a helyi körülmények következtében nagyobbak a szélesebbességek. Ahol az E és az F görbe alkalmazandó, ott a sűrűn beépített területeken sem csökkentjük a szélesebbességet.

(4) A C és D görbe szerinti, beépített területekre vonatkozó szélesebbesség-értékekkel azt vesszük figyelembe, hogy az épületek és a növényzet csökkentik a levegőáram sebességét. Feltételezzük, hogy azt a csökkentést, amelyet az A7. ábra egyes görbéihez képest a terep és a szomszédos szerkezetek okoznak, az egyes esetek teljes egészében tekintetbe vesszük.

A2. táblázat: A C és D görbe alkalmazási köre

A szerkezetet körülvevő beépített terület kiterjedése [km]	A földfelszíntől számított z legnagyobb magasság [m]
0,5	20
2,0	35

(5) Az A3. táblázatban szereplő beosztás a tengerpart mentén, Rogaland megyétől Finnmark megyéig mintegy 50 meteorológiai állomás mérési adatainak elemzésén alapul. Az E és F görbék alkalmazási területének meghatározásakor igyekeztünk követni a közzethatárokat. Emiatt a rendszer nem mindig igazodik a kisebb területeken érvényes tényleges helyi szélviszonyokhoz. Ugyancsak figyelembe kell venni az A1. táblázat adta lehetőséget a helyi hatások következtében fellépő nagyobb szélesebbességek számításba vételére.

A3. táblázat: Norvégia megyéi és körzetei, ahol az E vagy az F görbe érvényes

<p>Sogn és Fjordane megye Bremanger: F 5° 00'-től keletre: E Eid: E Flora: E Solje: F Vagsøy: F 5° 10'-től keletre: E</p>	<p>Nordland megye Alstøhaug: F Andøy: F 69° 10'-től délre: E Ballangen: E Bindal: E Bodø: F 14 20'-től keletre: E Brønnøy: F 12° 05'-től keletre: E Velforden déli része: B Bø: F Dønna: F Evenes: E Flakstad: F Gildeskal, Fleinvaer és Fugløyvaer: F Másutt: E Hadsel: F Hamarøy: E Hørsy: F Leinfjord: E Lurøy: F 12° 50'-től keletre: E Lødingen: E Meløy: F 13° 23'-től keletre, kivéve Støtt: E Moskenes: F Narvik: E Nesna: E Rana: E Rødøy: F 13° 10'-től keletre: E Røst: F Sortland: E Steigen: E Sømna: F 12° 00'-től keletre: E Tjeldsund: E Traena: F Tysfjord: E Vetsn, a Vetsnfjorden-Mosjøen terület: E Vega: F Vega sziget, 11° 55'-től keletre: E Vestvagøy: F Vevelstad: E Vaersy: F Vagan: F Øksnes: F</p>
<p>More és Romsdal megye Aukra: E Aure: E Averøy: E 62° 59'-től délre: E Eide: E Frei: E Fraena: E Glake: F Gjemnes: E Halsa: E Høram: F 6° 30'-től keletre: E Harsid: E Herøy: Fskodje: E Kristiansund: F Midsund: E Molde: E Sande: F Sandøy: F Skodje: E Smøla: F 8° 00'-től északra: E Sula: E Sykkylven: E Tingvoll: E Tustna: F Ulstein: E Vanylven: F Vestnes: E Volda: E Ørskog: E Ørsta: E Alesund: E</p>	<p>Dél Trøndelag megye Agdenes, 9° 45'-től nyugatra: E Bjugn: 9° 40'-től keletre, 63° 50'-től délre: E Frøya: F Hømne: E Hitra: F 8° 30'-től keletre, 63° 32'-től délre: E Osen: F 10° 30'-től keletre: E Rissa, a Stjørnfjorden közelében: E Roan: F 10° 15'-től keletre: E Snillfjord: E Ørland: F Axfjord: F 10° 05'-től keletre: E</p>
<p>Észak Trøndelag megye Flatanger, a szigetkék és a hegyfokok, valamint a szárazföld fő határvonalán kívül eső területek: F Másutt: E Fosnes: E Løka: E Namdalseid, 64° 25'-től északra: E Namsos, 64° 25'-től északra: E Naersøy: E Vikna: F 11° 10'-től keletre: E</p>	<p>Troms megye Berg: F Bjarkøy: E Harstad: E Karlsøy: F Kvaelfjord: E Lenvik, 69° 30'-től északra: F Lyngen, 69° 45'-től északra: E Nordreisa, 69° 30'-től északra: E Skjervøy: E Torsken: F Tranøy, 17° 10'-től nyugatra: E Tromsø, kivéve 18° 56'-től keletre és 69° 45'-től délre: E Kvaenangen, 69° 55'-től északra: E</p>
	<p>Finnmark megye Alta, 70 10'-től északra: E Berlevag: F Batsfjord: E Gamvik, 70 40'-től északra: F Másutt: E Hammerfest, Sorøya és Seiland területe: F Másutt: E Hasvik: F Kvalsund: E Lebesby, 70 40'-től északra: F Másutt: E Loppa: F Masøy: F Nordkapp: F Porsanger: E Vadsø: E Vardø: E</p>

A14. Portugália

(1) A zóna: a B zónába nem tartozó területek.

B zóna: az Azori- és a Madeira-szigetek, valamint a szárazföldi terület közelében fekvő szigetek, az 5 km széles tengerparti sáv, a folyótorkolatok és a 600 m tengerszint feletti magasság felett fekvő területek.

Zóna	$v_{ref,0}$ [m/s]
A	28
B	31

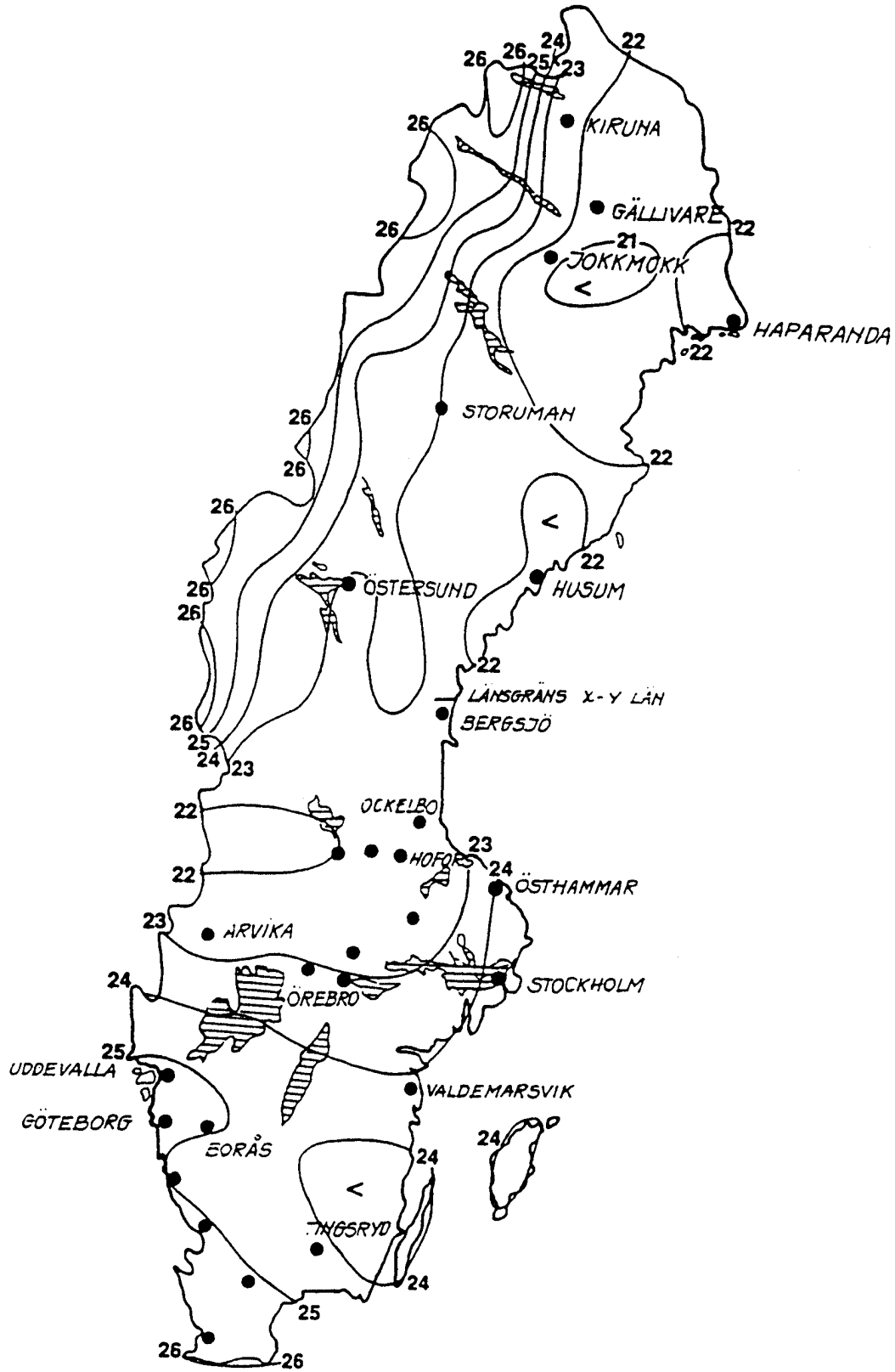
- Megjegyzések:
- (i) Ez a térkép a 7.2. szakasz szerinti referencia-szélesség kiindulási értéke, valamint a portugál teher szabvány zónái alapján készült.
 - (ii) A portugál teher szabvány (RSA – Regulamento de Segurança de Accoes para Estruturas de Edifícios e pontes. Decreto-Lei No 235/83, de 31 de Maio) „karakterisztikus szélességnek” az 50 éves időszakra vonatkozó legnagyobb szélesség mint valószínűségi változó 0,95-fraktilisét tekinti (1000 éves visszatérési periódus). Ez a karakterisztikus érték 1,23-szor akkora, mint az előzőekben említett referencia-szélesség, viszont a szokásos, csak kis szélterományra érzékeny szerkezetek esetén ezt az értéket 13%-kal csökkenteni lehet. Ez utóbbi esetben a karakterisztikus szélesség értéke csak 1,07-szorosa a „referencia-szélességnek” ($1,23 \cdot 0,87 = 1,07$).

A15. Spanyolország

Részletes adatok jelenleg nincsenek.

A16. Svédország

(1) A $v_{ref,0}$ referencia-szélesség az 50 éves visszatérési periódusú, 10 perces átlagos szélesség, amely a terepszint felett 10 m-rel, $z_0 = 0,05$ érdességi paraméter esetén érvényes.

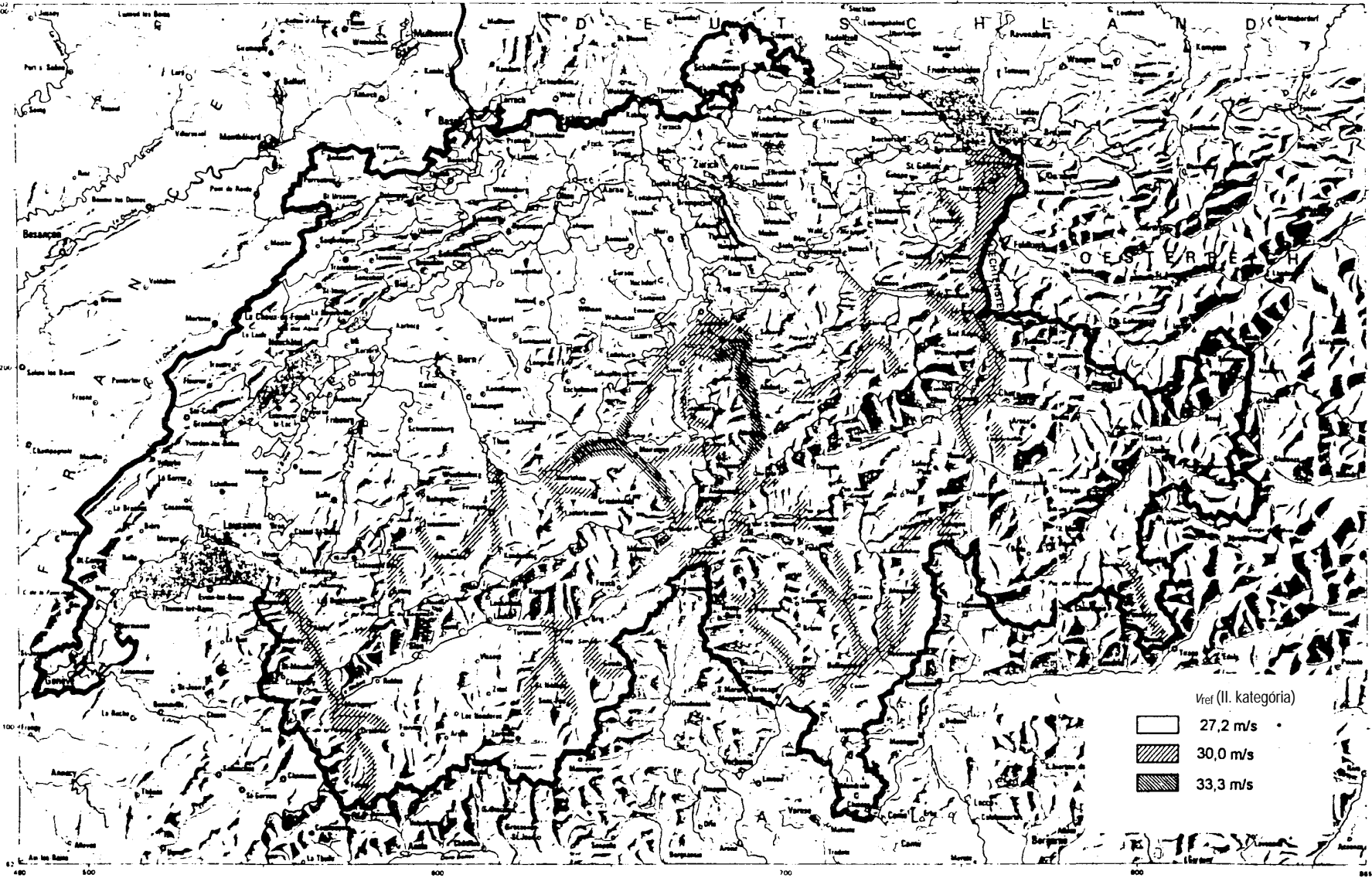


A9. ábra: Svédország széltérképe (referencia-szélesebesség)

A17. Svájc

(1) Svájc beépítettségi kategóriája a III. (külvárosi vagy ipari övezet; állandó erdők), $k_T = 0,22$ érdességi tényezővel, $z_0 = 0,3$ m érdességi hosszal és $z_{\min} = 8$ m értékkel. A $v_{\text{ref},0}$ referencia-szélesség értékét a térkép tartalmazza.

Schweiz – Suisse – Svizzera – Switzerland – Svájc



1 1 000 000
 0 10 20 30 40 km

Karte 2 Kenwert des Staudrucks
 Carte 2 Valeur représentative de la pression dynamique
 Carta 2 Valore rappresentativo della pressione dinamica
 Map 2 Representative values of the dynamic pressure
 Térkép 2 A dinamikus nyomás reprezentatív értéke

© Bundesamt für Landestopographie, Office fédéral de topographie, Ufficio federale di topografia 3084 Wabern 1989

Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 17. 11. 1994

A10. ábra: Svájc szélterképe (referencia-szélsebesség)

A18. Nagy-Britannia

(1) A tengerszintre vonatkozó $v_{ref,0}$ referencia-szélesség értékei q -analízissel kerültek levezetésre.

(2) $c_{ALT} = 1 + 0,001 a_s$,

ahol a_s az építési hely tengerszint feletti magassága [m]-ben, ha a domborzati viszonyok hatása nem jelentős, illetőleg a domb vagy a rézsú lábánál fekvő terep tengerszint feletti magassága, ha a domborzati viszonyok hatása jelentős (8.4. szakasz). A tengerszint feletti magasságot a tenger átlagos szintjéhez kell viszonyítani.

(3) A c_{DIR} irányítványozó értékeit az A4. táblázat tartalmazza. Ha minden lehetséges szélirány esetén ezeket az értékeket alkalmazzuk, akkor a túllépés kockázata egyenletesen fog megoszlani az egyes szélirányok között. Ha az irány hatását nem vesszük figyelembe, és minden szélirányra a $c_{DIR} = 1$ értéket alkalmazzuk, összességében a kockázati szint akkor is ugyanaz, de a kockázat az egyes szélirányok között nem egyenletesen oszlik meg, és az északhoz viszonyított 240° és 270° közötti szélirányra a többi irányhoz képest nagyobb kockázatot eredményez.

A4. táblázat: A c_{DIR} irányítványozó értékei

Szélirány az északhoz viszonyítva (fok) Irányítványozó (c_{DIR})	0° 0,81	30° 0,76	60° 0,76	90° 0,77	120° 0,76	150° 0,83
Szélirány az északhoz viszonyítva (fok) Irányítványozó (c_{DIR})	180° 0,89	210° 0,97	240° 1,05	270° 1,04	300° 0,95	330° 0,86

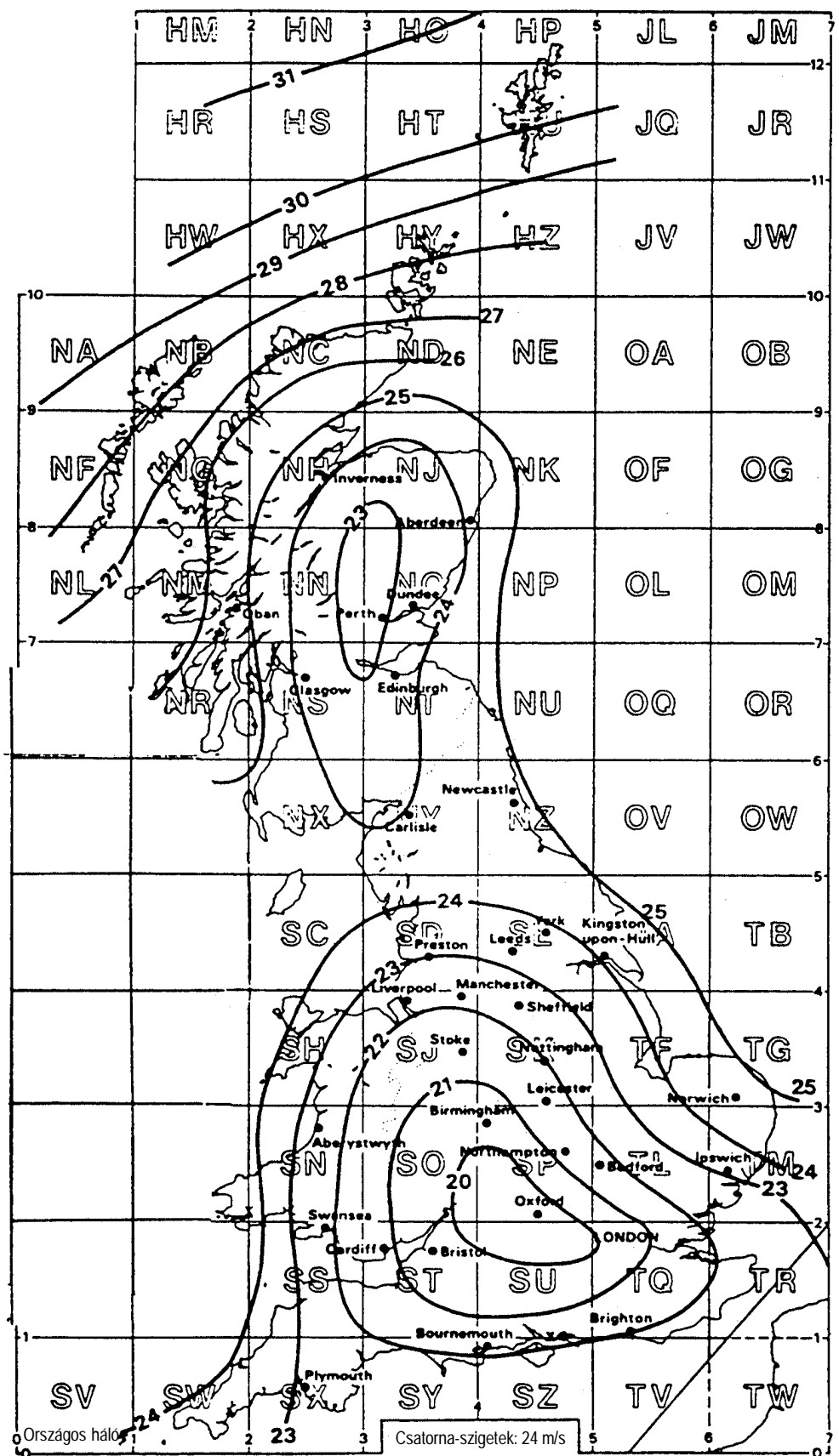
(4) A c_{TEM} szezonális tényező értékeit az A5. táblázat tartalmazza. A szezonális tényező segítségével ideiglenes szerkezetek, illetve ideiglenes építési állapotban lévő szerkezetek szélterheit lehet meghatározni egy évnél rövidebb időszakokra. Ne feledjük, hogy e tényezők alkalmazásával a teljes évre vonatkozó kockázatot az egy évnél rövidebb időszakokra vetítjük, és a tervezőnek mérlegelnie kell, hogy az egy évnél rövidebb időszakokra is megfelelő-e a kockázati tényező 0,02-os értéke. Ugyancsak figyelmet érdemel, hogy a nyári építési munkák csúszása stb. következtében előfordulhat, hogy a tervezettnél nagyobb szélteher működik, ami szükségessé teheti a szerkezet megerősítését vagy védelmét.

A5. táblázat: A c_{TEM} szezonális tényező értékei

Időszak az éven belül: 1 hónap	2 hónap	4 hónap	Időszak az éven belül: 1 hónap	2 hónap	4 hónap
I. 0,98	I–II. 0,98	I–IV. 0,98	VII. 0,62	VII–VIII. 0,71	VII–X. 0,86
II. 0,83	II–III. 0,86	II–V. 0,80	VIII. 0,71	VIII–IX. 0,82	VIII–XI. 0,90
III. 0,82	III–IV. 0,83	III–VI. 0,83	IX. 0,82	IX–X. 0,85	IX–XII. 0,96
IV. 0,75	IV–V. 0,75	IV–VII. 0,76	X. 0,82	X–XI. 0,89	X–I. 1,00
V. 0,69	V–VI. 0,71	V–VIII. 0,73	XI. 0,88	XI–XII. 0,95	XI–II. 1,00
VI. 0,66	VI–VII. 0,67	VI–IX. 0,83	XII. 0,94	XII–I. 1,00	XII–III. 0,98

Az októbertől márciusig terjedő hat hónapos téli időszak tényezője 1,0, az áprilistól szeptemberig terjedő hat hónapos nyári időszaké pedig 0,84.

(5) Átmeneti zónák: a terepkategoriákra és a kapcsolódó paraméterekre vonatkozó részletes előírásokat az illetékes hatóságoknak kell megadniuk.



A11. ábra: Nagy-Britannia széltérképe (referencia-szélsébség)

B melléklet (tájékoztatás)**Részletes eljárás a szerkezet dinamikus válaszána meghatározására****B1. Általános elvek**

(1) Az ebben a mellékletben megadott részletes eljárást folytatólagos többtámaszú hidak, ferdekábeles hidak és ívhidak esetén nem szabad alkalmazni. Ilyen esetekben szakértőhöz kell fordulni.

(2) A c_d dinamikus tényező meghatározására ebben a mellékletben megadott módszer akkor alkalmazható, ha teljesülnek a következő feltételek:

- a szerkezet a B1. ábrán vázolt valamelyik általános kategóriába tartozik;
- a szélirányú első rezgésalak független valamennyi más rezgésalaktól;
- lineárisan rugalmas viselkedés feltételezhető.

(3) Ha egy szerkezet az előző feltételeknek nem felel meg, célszerű alkalmas elméleti és kísérleti vizsgálatokat végezni.

(4) A függőleges szerkezetek használhatósági határállapotában az eltolódások és a gyorsulások ellenőrzésére alkalmazható összefüggések a B4. fejezet szerint.

(5) Párban vagy csoportosan elhelyezett magasépületek egymásra hatásával kapcsolatban a B5. fejezet tartalmaz általános szabályokat.

(6) A módszer a B6. ábra szerinti R_N viszonyított logaritmikus spektrálsűrűség-függvényen alapul, amelyet a (B11.) képlet határoz meg.

Megjegyzés: A (B11.) képletben az

$$\frac{n_{1,x} \cdot S_v(n_{1,x})}{\sigma_v^2}$$

kifejezés csak a szakirodalommal és más szabványokkal való összehasonlíthatóság céljából szerepel, ahol a logaritmikus spektrálsűrűséget ilyen módon adják meg. Ez a melléklet ezt a kifejezést nem magyarázza részletesen, és nem is alkalmazza.

(7) A módszer alapja emellett a szélirányú turbulencia koherenciafüggvénye, amely a szél fő irányára (x) merőleges síkon fekvő (y, z) és (y', z') pontban a következő összefüggés szerint értelmezhető:

$$\text{Coh}(y, z; y', z'; n) = \exp\left(-\frac{2n\sqrt{c_y^2(y-y') + c_z^2(z-z')}}{v_m(z) + v_m(z')}\right), \quad (\text{B1.})$$

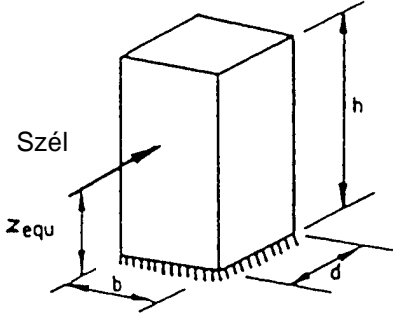
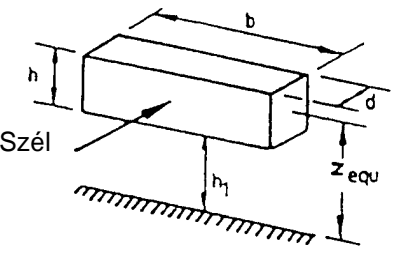
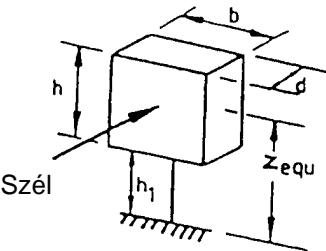
ahol:

c_y oldalirányú exponenciális elhalási tényező, melynek feltételezett átlagos értéke $c_y = 11,5$;

c_z függőleges exponenciális elhalási tényező, melynek feltételezett átlagos értéke $c_z = 11,5$;

n frekvencia;

v_m átlagos szélesebség.

<p>Függőleges szerkezetek (épületek, kémények, tornyok stb.)</p> $z_{equ} = 0,6 \cdot h \cdot z_{min}$	
<p>Vízszintes szerkezetek (hidak, kábelek stb.)</p> <p>$h = b, d = b; \text{ és } b/h_1 \geq 0,5$</p> $z_{equ} = h_1 + h/2 \geq z_{min}$	
<p>Pontszerű szerkezetek (ívlámpák, függesztett tartályok stb.)</p> <p>$b/h_1 \geq 0,5; h/h_1 \geq 0,5$</p> $z_{equ} = h_1 + h/2 \geq z_{min}$	

Megjegyzés: z_{min} a 8.1. táblázat szerinti legkisebb magasság.

B1. ábra: A z_{equ} egyenértékű magasság

B2. Dinamikus tényező

(1) A c_d dinamikus tényezőt a következő összefüggés határozza meg:

$$c_d = \frac{1 + 2 \cdot g \cdot I_V(z_{\text{equ}}) \sqrt{Q_0^2 + R_x^2}}{1 + 7 \cdot I_V(z_{\text{equ}})}, \quad (\text{B2.})$$

ahol:

z_{equ} a szerkezet egyenértékű magassága a B1. ábra szerint;

$I_V(z_{\text{equ}})$ az $I_V(z)$ turbulenciaerősség a $z = z_{\text{equ}}$ magasságban, mely a (B3.) összefüggés szerint számítható;

g a csúcstényező, mely a (B4.) összefüggés szerint számítható;

Q_0 a szerkezet válaszanak háttérrésze, mely a (B9.) összefüggés szerint számítható;

R_x a szerkezet válaszanak rezonáns része, mely a (B10.) összefüggés szerint számítható.

Megjegyzés: (1) A (B2.) összefüggésben a nevező a 8.4. szakaszban a c_e képletében alkalmazott egyszerűsítést oldja fel. A (6.1.) összefüggésben a teljes teher számításához szükséges $c_e \cdot c_d$ szorzat tehát a következőképpen írható:

$$c_e \cdot c_d = c_r^2 \cdot c_t^2 \left(1 + 2 \cdot g \cdot I_V(z_{\text{equ}}) \sqrt{Q_0^2 + R_x^2} \right)$$

(2) A 9.3. szakaszban adott c_d értékek a (B2.) összefüggés alapján kerültek meghatározásra, de a szélesebségre, a terepre, a frekvenciára és a csillapításra a 9.3. szakaszhoz tartozó megjegyzésekben felsorolt közelítések figyelembevételével.

B3. A szél és a szerkezet jellemzői

(1) Az $I_v(z_{equ})$ turbulenciaerősséget a következő összefüggés határozza meg:

$$I_v(z_{equ}) = \frac{1}{c_t(z_{equ}) \cdot \ln(z_{equ}/z_0)} \quad (B3.)$$

Megjegyzés: A 8.3. szakaszban $c_t(z)$ -re adott meghatározás felhasználásával a (B3.) összefüggés a következőképpen írható át:

$$I_v(z_{equ}) = \frac{k_f}{c_t(z_{equ}) \cdot c_f(z_{equ})}$$

ahol:

$c_t(z_{equ})$ a topográfiai tényező (8.4. szakasz);

z_0 az érdességi hossz (8.2. szakasz).

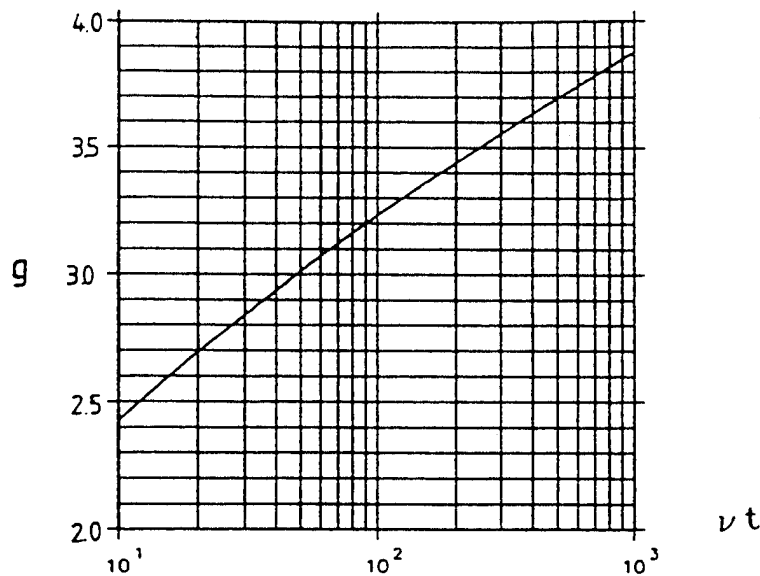
(2) A g csúcstényezőt a B2. ábra szemlélteti, és a következő összefüggés határozza meg:

$$g = \sqrt{2 \cdot \ln(vt)} + \frac{0,6}{\sqrt{2 \cdot \ln(vt)}} \quad (B4.)$$

ahol:

t = 600 másodperc, az az időtartam, amelyen a v_{ref} referencia-szélsebesség átlagos értéket jelent;

v a (B5.) összefüggéssel meghatározott várt frekvencia.



B2. ábra: A g csúcstényező

(3) A v várt frekvenciát a következő összefüggés határozza meg:

$$v = \sqrt{\frac{v_0^2 \cdot Q_0^2 + n_{1,x}^2 \cdot R_x^2}{Q_0^2 + R_x^2}}, \quad (B5.)$$

ahol:

$n_{1,x}$ a szerkezet hosszirányú (x irányú) rezgéséhez tartozó sajátfrekvencia [Hz]-ben. Az $n_{1,x}$ -re közelítő összefüggéseket ad meg a C4. fejezet.

v_0 a merev szerkezet lökészerű terhéhez tartozó várt frekvencia [Hz]-ben, melyet a (B6.) összefüggés határoz meg.

(4) A merev szerkezet lökészerű terhéhez tartozó várt v_0 frekvenciát a B3. ábra szemlélteti, és a következő összefüggés határozza meg:

$$v_0 = \frac{v_m(z_{equ})}{L_i(z_{equ})} \cdot \frac{1}{1,11 \cdot S^{0,615}}, \quad (B6.)$$

melyben:

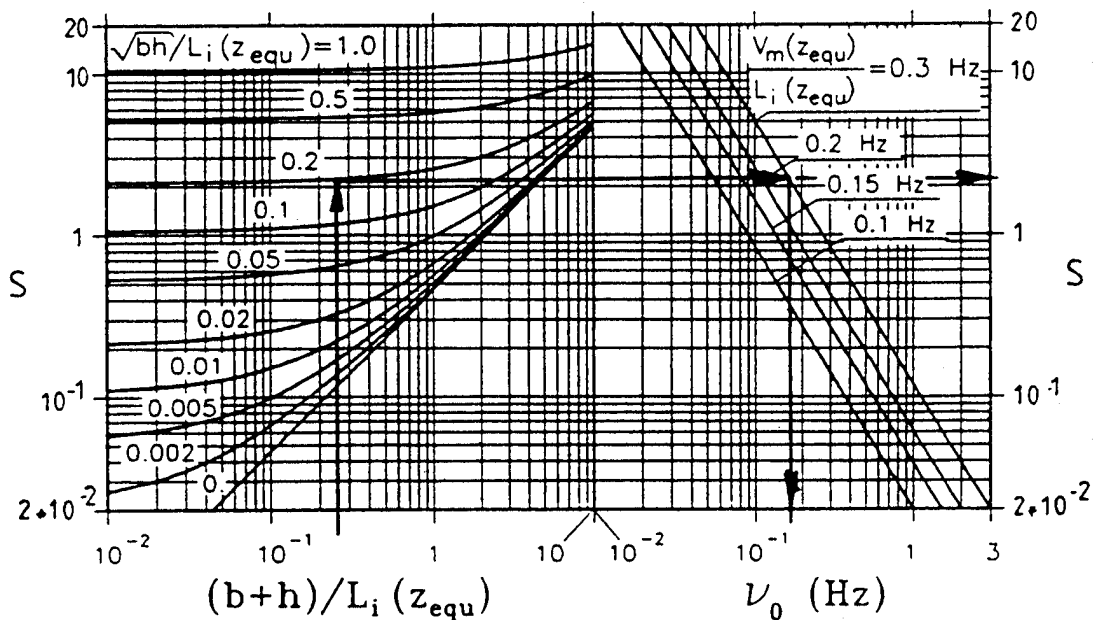
$$S = 0,46 \cdot \left(\frac{b+h}{L_i(z_{equ})} \right) + 10,58 \cdot \left(\frac{\sqrt{b \cdot h}}{L_i(z_{equ})} \right), \quad (B7.)$$

ahol:

b és h a szerkezet szélessége és hossza, a B1. ábra szerint;

$v_m(z_{equ})$ a $z = z_{equ}$ -hoz tartozó $v_m(z)$ átlagos szélessébség, melyet a (8.1.) összefüggés határoz meg;

$L_i(z_{equ})$ a turbulencia $z = z_{equ}$ magasságban érvényes integrális alaphossza, melyet a (B8.) összefüggés határoz meg.



B3. ábra: A merev szerkezet lökészerű terhéhez tartozó v_0 várt frekvencia

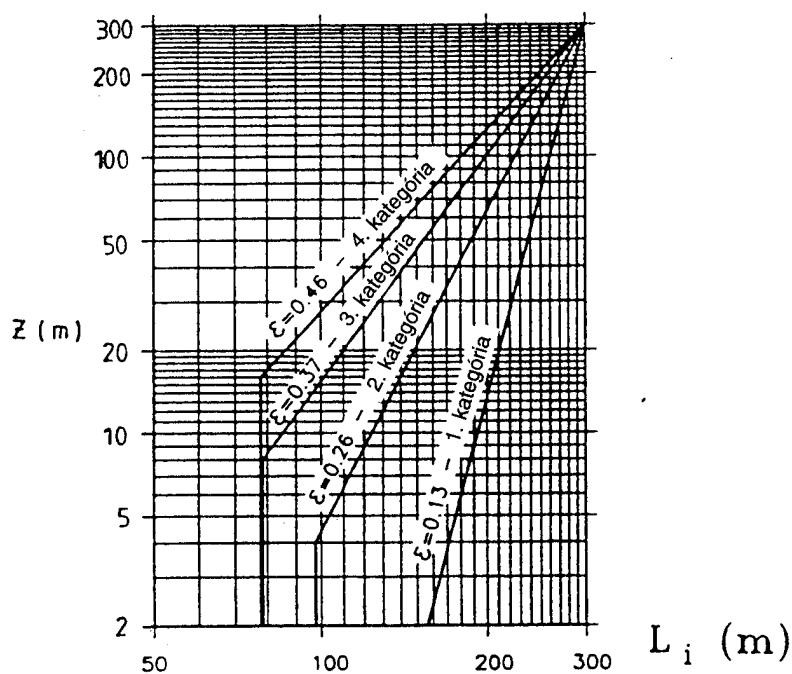
(5) A turbulencia $L_i(z)$ integrális alaphosszát a B4. ábra szemlélteti, és a következő összefüggés határozza meg:

$$L_i(z) = 300 \cdot (z/300)^\varepsilon \quad (L_i \text{ és } z \text{ [m]-ben}), \quad \text{ha } z_{\min} \leq z \leq 300 \text{ m}; \quad (\text{B8.})$$

$$L_i(z) = 300 \cdot (z_{\min}/300)^\varepsilon \quad (L_i \text{ és } z \text{ [m]-ben}), \quad \text{ha } z \leq z_{\min};$$

$$L_i(z) = 300 \text{ m} \quad \text{ha } z > 300 \text{ m},$$

ahol:

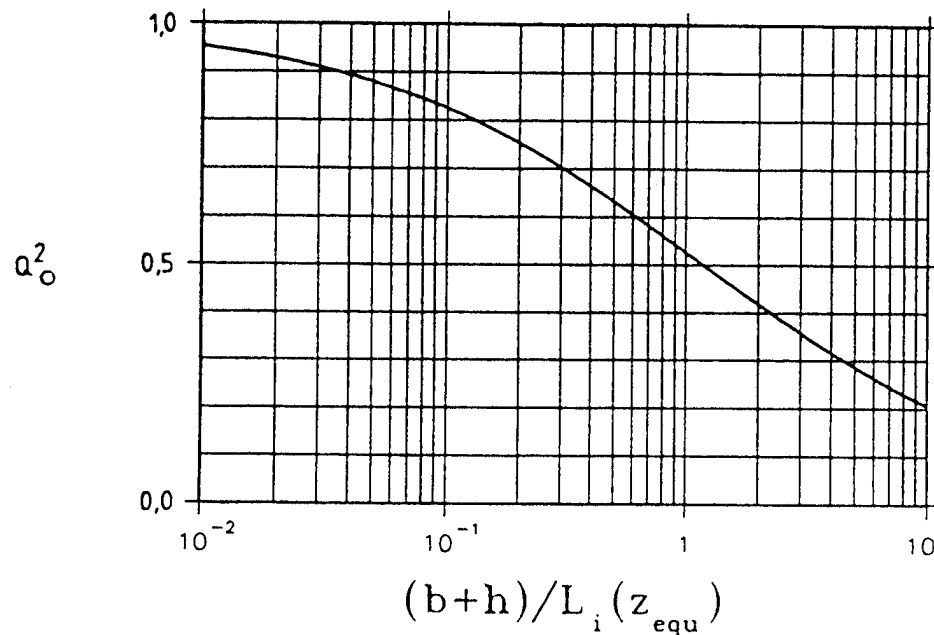


B4. ábra: A turbulencia $L_i(z)$ integrális alaphossza

ε és z_{\min} a 8.1. táblázat szerinti mennyiségek.

(6) A válasz Q_0 háttér részét a B5. ábra szemlélteti, és a következő összefüggés határozza meg:

$$Q_0^2 = \frac{1}{1 + 0,9 \cdot \left(\frac{b+h}{L_i(z_{\text{equ}})} \right)^{0,63}}. \quad (\text{B9.})$$



B5. ábra: A válasz Q_0 háttérrésze

(7) A válasz R_x rezonáns részét a következő összefüggés határozza meg:

$$R_x^2 = \frac{\pi^2}{2 \cdot \delta} \cdot R_N \cdot R_h \cdot R_b, \quad (\text{B10.})$$

ahol:

δ a szélirányú rezgésre vonatkozó logaritmikus csillapítási dekrementum; szokásos értékeit a C4. fejezet tartalmazza;

R_N a viszonyított logaritmikus spektrálsűrűség-függvény, melyet a (B11.) összefüggés határoz meg;

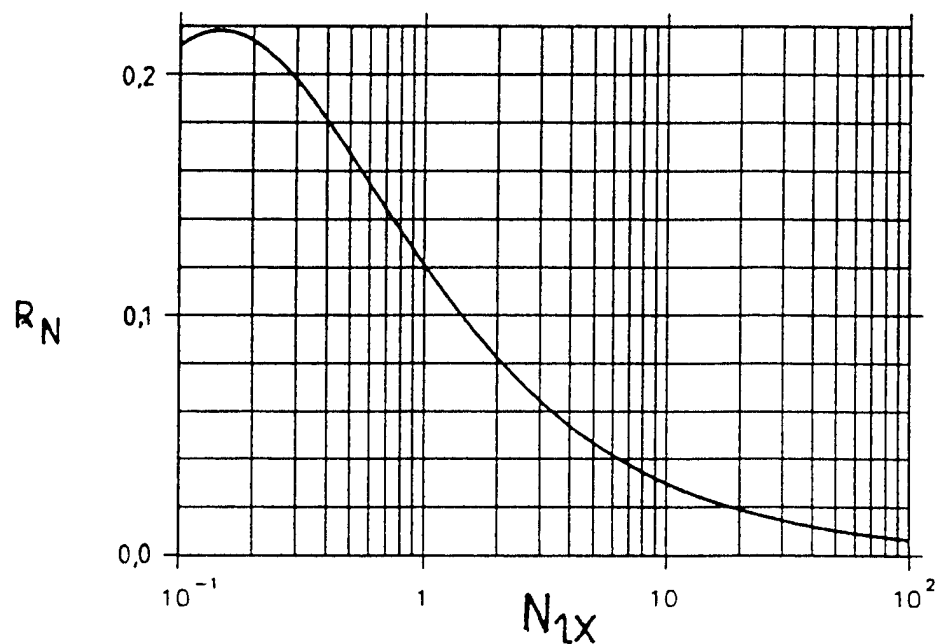
R_h, R_b aerodinamikai korrelációs függvények, melyeket a (B13.) összefüggés határoz meg.

(8) Az R_N rezonáns viszonyított logaritmikus spektrálsűrűség-függvényt a B6. ábra szemlélteti, és a következő összefüggés határozza meg:

$$R_N = \frac{n_{1,x} \cdot S_V(n_x)}{\sigma_V^2} = \frac{6,8 \cdot N_x}{(1 + 10,2 \cdot N_x)^{5/3}}, \quad (\text{B11.})$$

ahol:

$$N_x = \frac{n_{1,x} \cdot L_i(z_{equ})}{v_m(z_{equ})}. \quad (\text{B12.})$$



B6. ábra: Az R_N viszonyított logaritmikus spektrálsűrűség-függvény

(9) Az egyenletes elmozdulásmezőhöz (első rezgéalak közbenső csomópont nélkül) tartozó R_h és R_b aerodinamikai korrelációs függvényeket a következő függvénnyel adjuk meg:

$$R_l = \frac{1}{\eta} - \frac{1}{2\eta^2} \cdot (1 - e^{-2\eta}), \quad \text{ha} \quad \eta > 0;$$

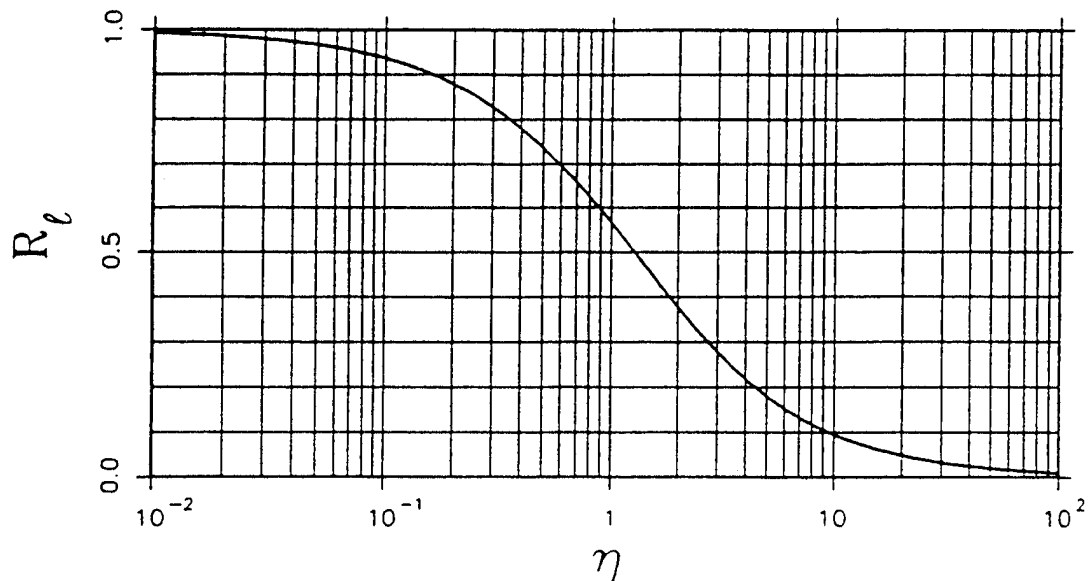
$$R_l = 1, \quad \text{ha} \quad \eta = 0, \quad (\text{B13.})$$

és

$$R_h = R_l, \quad \eta = \frac{4,6 \cdot N_{1,x} \cdot h}{L_i(z_{\text{equ}})} \quad \text{behelyettesítéssel}; \quad (\text{B14.})$$

$$R_b = R_l, \quad \eta = \frac{4,6 \cdot N_{1,x} \cdot b}{L_i(z_{\text{equ}})} \quad \text{behelyettesítéssel}. \quad (\text{B15.})$$

A közbenső csomópontos rezgéalakok esetén részletesebb számítást kell végezni.



B7. ábra: Az R_l ($l = h, b$) aerodinamikai korrelációs függvény

B4. Eltolódások és gyorsulások a használhatósági határállapotban

(1) Ez a fejezet olyan összefüggéseket tartalmaz, amelyekkel különböző túllépési valószínűséget reprezentáló különböző szélességek esetén meghatározhatók a függőleges szerkezetek eltolódásai és gyorsulásai a használhatósági határállapotban.

(2) A $\max x(z)$ legnagyobb szélirányú eltolódás, valamint a szélirányú gyorsulás $\sigma_{\ddot{x}}(z)$ szórása z magasságban a következő összefüggésekkel számítható:

$$\max x(z) = \Phi_{1,x}(z) \cdot \frac{\rho \cdot b \cdot c_f \cdot v_m^2 z_{\text{equ}}}{2 \cdot m_{1,x} \cdot (2\pi n_{1,x})^2} \cdot [1 + 7 \cdot l_v(z_{\text{equ}})] \cdot c_d \cdot K_x; \quad (\text{B16.})$$

$$\sigma_{\ddot{x}}(z) = \Phi_{1,x}(z) \cdot \frac{\rho \cdot b \cdot c_f \cdot v_m^2 z_{\text{equ}}}{m_{1,x}} \cdot l_v(z_{\text{equ}}) \cdot R_x \cdot K_x; \quad (\text{B17.})$$

ahol:

$\Phi_{1,x}(z)$ az első szélirányú sajátrezgés közelítő alakja, mely a C melléklet szerint vehető fel;

c_d dinamikus tényező (B2. fejezet);

ρ a levegő sűrűsége a 7.1. szakasz szerint;

b a szerkezet szélessége a B1. ábra szerint;

c_f szélirányú átlagos erőtenyező a 10. fejezet szerint;

MSZ ENV 1991-2-4:1999

$v_m(z_{equ})$	$v_m(z)$ átlagos szélesebbesség $z = z_{equ}$ magasságban (8.1. szakasz);
$l_v(z_{equ})$	$l_v(z)$ szélirányú turbulenciaerősség $z = z_{equ}$ magasságban, a (B3.) összefüggés szerint;
$n_{1,x}$	a szerkezet szélirányú első rezgésalakjához tartozó sajátfrekvencia (közelítő összefüggéseket a C melléklet tartalmaz);
$m_{1,x}$	a szélirányú első rezgésalakhoz tartozó egyenértékű tömeg, a C4.4. szakasz szerint;
R_x	a válasz rezonáns része, a (B10.) összefüggés szerint;
K_x	a (B18.) összefüggéssel meghatározott dimenzió nélküli együtttható.

(3) A K_x dimenzió nélküli együttthatót a következő összefüggés határozza meg:

$$K_x = \frac{\int_0^h v_m^2(z) \cdot \Phi_{1,x}(z) \cdot dz}{v_m^2(z_{equ}) \cdot \int_0^h \Phi_{1,x}^2(z) \cdot dz}, \quad (B18.)$$

ahol:

h a szerkezet magassága (B1. ábra).

Megjegyzés: $\Phi_{1,x}(z) = (z/h)^\zeta$ (a C4.3. szakasz szerint) és $c_t(z) = 1$ (sík terep, 8.4. szakasz) feltételezéssel a (B18.) összefüggés a következőképpen közelíthető:

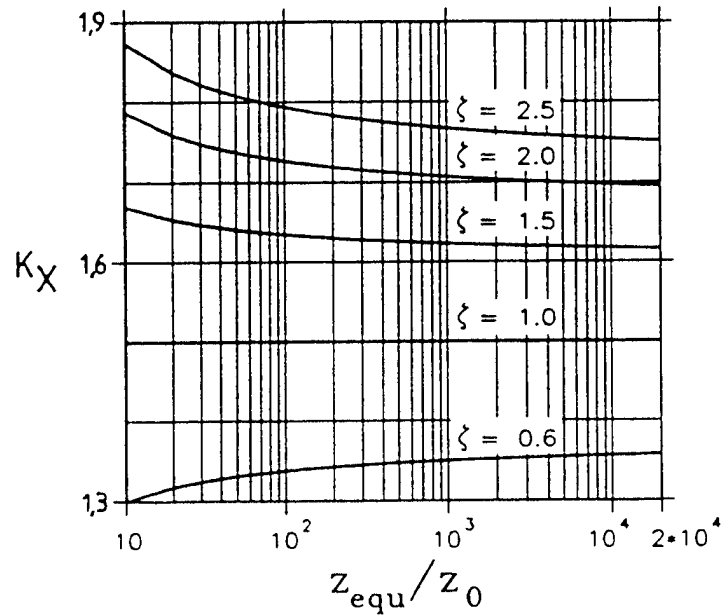
$$K_x = \frac{(2 \cdot \zeta + 1) \cdot \{(\zeta + 1) \cdot [\ln(z_{equ}/z_0) + 0,5] - 1\}}{(\zeta + 1)^2 \cdot \ln(z_{equ}/z_0)}, \quad (B19.)$$

ahol:

z_0 az érdességi hossz (8.2. szakasz);

ζ a rezgésalak kitevője (C4.3. szakasz).

Ezt a közelítést a B8. ábra szemlélteti.

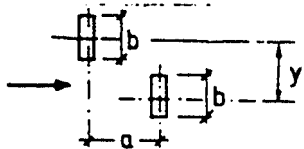
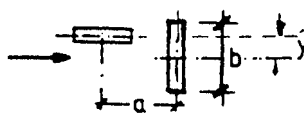
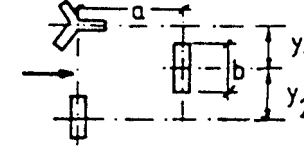


B8. ábra: A K_x dimenzió nélküli együttható közelítése a (B19.) összefüggéssel

B5. A légritka tér okozta csapkodás

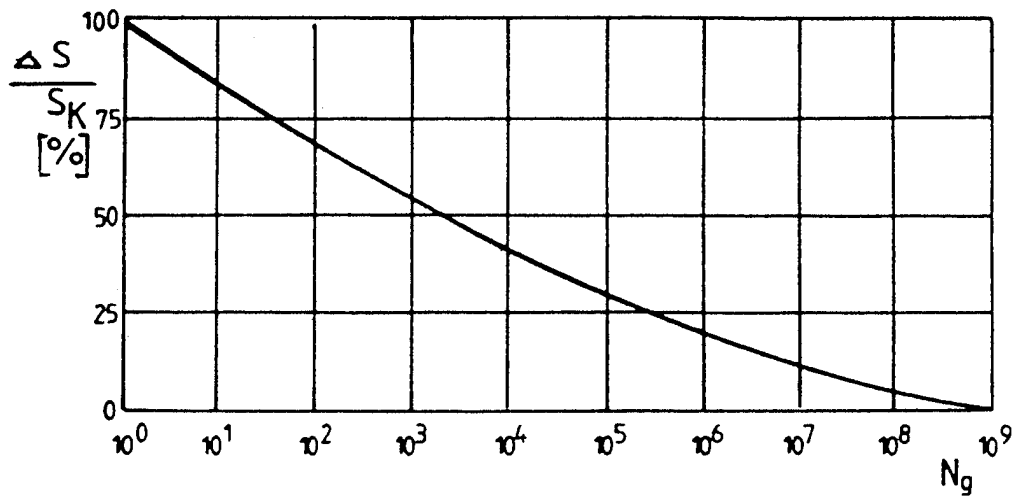
- (1) Párban vagy csoportosan elhelyezett épületek esetén az épületek szélsúrolta oldalain kialakuló légritka tér okozta csapkodási hatás növelheti az igénybevételeket.
- (2) Egyszerű magasépületek esetén az igénybevételek növekedését közelítően úgy lehet figyelembe venni, hogy a szabadon álló épület terheit és gyorsulásait megszorozzuk a B1. táblázat szerinti K_{ib} kölcsönhatási tényezővel.
- (3) Ha részletesebb információkra van szükség, illetve más esetekben, ajánlatos szélcsatorna-vizsgálatokat végezni vagy szakértőhöz fordulni.

B1. táblázat: Párban vagy csoportosan elhelyezett magasépületek K_{ib} kölcsönhatási tényezője. Közbenső értékek lineáris interpolációval nyerhetők.

			Szélirányú eltolódás	Szélirányú gyorsulás
			$K_{ib,x}$	$K_{ib,\ddot{x}}$
	a/b	y/b		
	≤ 15	$\approx 1,2$	1,5	3,0
	≥ 25		1,0	1,0
	≤ 15	$\approx 0,3$	1,3	2,5
	≥ 25		1,0	1,0
	≤ 15	$y_1/b \approx 1,5$	1,4	3,0
	≥ 25	$y_2/b \approx 1$	1,0	1,0

B6. A szellőkések ismétlődési száma

(1) A B9. ábráról leolvasható az az N_g szám, ahányszor a szél valamely következménye egy 50 éves periódusban elér vagy túllép egy ΔS értéket. A ΔS értéke az ábrán az S_k érték százalékában szerepel, ahol S_k az adott következménynek az 50 éves visszatérési periódusú szélhatásból keletkező értéke.



B9. ábra: A $\Delta S/S_k$ igénybevételt okozó szellőkés fellépésének N_g száma egy 50 éves visszatérési periódusban

C melléklet (tájékoztatás)

Az örvénygerjesztésre és más aeroelasztikai hatásokra vonatkozó szabályok

C1. Általános elvek

(1) Az ebben a mellékletben található szabályok alapján vizsgálhatók azok a szerkezetek, amelyek a 9.4. szakasz követelményeinek nem felelnek meg.

C2. Örvénygerjesztés

C2.1. Kritikus szélesebbesség

(1) A $v_{crit,i}$ kritikus szélesebbesség, melynél az örvényleválás frekvenciája megegyezik a tartószerkezet vagy egy tartószerkezeti elem sajátfrekvenciájával, a következő összefüggésből számítható:

$$v_{crit,i} = \frac{b \cdot n_{i,y}}{St}, \quad (C1.)$$

ahol:

b a keresztmetszet referenciaszélessége, ahol a rezonáns örvényleválás történik; körhenger esetén b a külső átmérő;

$n_{i,y}$ a szélre merőleges i -edik sajátrezgés frekvenciája; $n_{i,y}$ -ra közelítő képleteket tartalmaz a C4.2. szakasz;

St a C2.2. szakasz szerinti Strouhal-szám.

(2) Feltételezhető, hogy rezonáns kritikus állapot nem lép fel, ha

$$v_{crit,i} > 1,25 \cdot v_{m,Lj}, \quad (C2.)$$

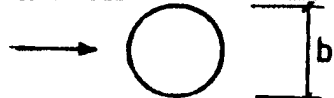
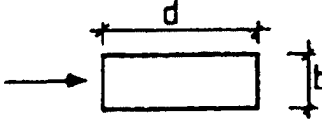
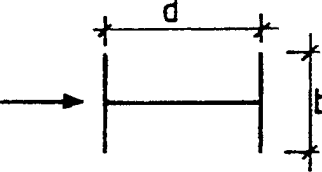
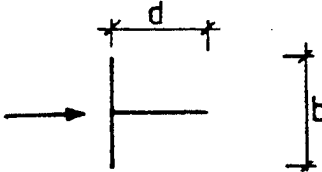
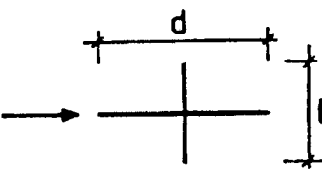
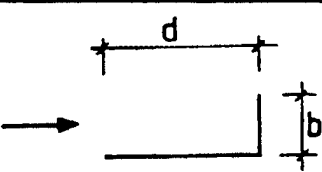
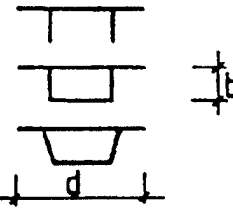
ahol:

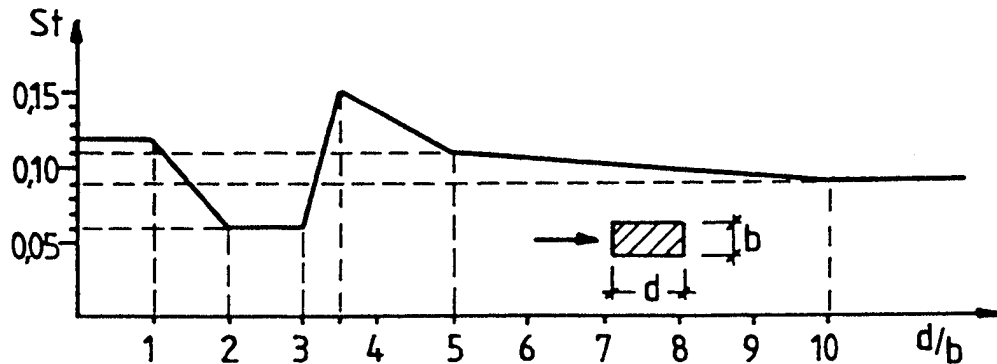
$v_{m,Lj}$ a (8.1.) összefüggés alapján meghatározott átlagos szélesebbesség, amelyet az örvényleválás helyén érvényes L_j korrelációs helyettesítő hossz középpontjának magasságában kell számítani. Gyakorlati példákat a C3. ábra tartalmaz.

C2.2. Strouhal-szám

(1) Különböző keresztmetszetek St Strouhal-számát a C1. táblázat szerint lehet felvenni.

C1. táblázat: Különböző keresztmetszetek St Strouhal-száma és a $c_{lat,0}$ aerodinamikai gerjesztőerő-tényezője

Keresztmetszet	St	$c_{lat,0}$
 <p>Minden Reynolds-szám esetén</p>	0,2	A C2. ábra szerint
 <p>$0,5 \leq d/b \leq 10$</p>	A C1. ábra szerint	1,1
 <p>Lineáris interpoláció</p> <p>$d/b = 1$ $d/b = 1,5$ $d/b = 2$</p>	0,11 0,10 0,14	0,8 1,2 0,3
 <p>Lineáris interpoláció</p> <p>$d/b = 1$ $d/b = 2$</p>	0,13 0,08	1,6 2,3
 <p>Lineáris interpoláció</p> <p>$d/b = 1$ $d/b = 2$</p>	0,16 0,12	1,4 1,1
 <p>Lineáris interpoláció</p> <p>$d/b = 1,3$ $d/b = 2,0$</p>	0,11 0,07	0,8 1,0
 <p>Híd pályák</p> <p>$d/b \leq 5$ $5 < d/b < 10$ $d/b \geq 10$</p>	0,154 $\left(\frac{1}{1,1 \cdot d/b + 1} \right)$ 0,083	$0,12 \cdot d/b$ $5 \cdot d/b \cdot \left(\frac{1}{1,1 \cdot d/b + 1} \right)^2$ $0,035 \cdot d/b$



C1. ábra: Éles szögletű, téglalap alakú keresztmetszet Strouhal-száma (St)

C2.3. Örvényleválási hatás

(1) Az örvények által gerjesztett rezgés következményei a szerkezet j jelű pontjában ható, a szél irányára merőleges értelmű, egység hosszra jutó $F_{i,j}$ fajlagos tehetetlenségi erőből számíthatók, a következő összefüggés szerint:

$$F_{i,j} = m_j \cdot (2\pi \cdot n_{i,y}^2) \cdot \Phi_{i,y,j} \cdot \max y_F, \quad (C3.)$$

ahol:

m_j a j jelű pontban rezgő tömeg;

$n_{i,y}$ az i -edik szélre merőleges rezgésalakhoz tartozó sajátfrekvencia; $n_{i,y}$ -ra közelítő képleteket tartalmaz a C4.2. szakasz;

$\Phi_{i,y,j}$ az i -edik rezgésalak, azaz a szerkezet j jelű pontjának dinamikus eltolódása osztva az antinódus dinamikus eltolódásával (C4. táblázat);

$\max y_F$ az antinódus legnagyobb amplitúdója, a C2.4. szakasz szerint számítva.

C2.4. A rezgésamplitúdó számítása

(1) A $v_{crit,i}$ kritikus szélességhez tartozó $\max y_F$ legnagyobb amplitúdó a következő összefüggéssel számítható:

$$\frac{\max y_F}{b} = K_w \cdot K \cdot c_{lat} \cdot \frac{1}{St^2} \cdot \frac{1}{Sc}, \quad (C4.)$$

ahol:

b a keresztmetszet referenciaszélessége a korrelációs helyettesítő hossz helyén; körhenger esetén b a külső átmérő;

K_w a korrelációs helyettesítő hossz tényezője (C2.7. szakasz);

K rezgésalak-tényező (C2.8. szakasz);

c_{lat} aerodinamikai gerjesztőerő-tényező (C2.5. szakasz);

St a Strouhal-szám (C2.2. szakasz);

Sc a Scruton-szám, melyet a (C5.) összefüggés határoz meg.

(2) A Scruton-szám a következő összefüggés szerint számítható:

$$Sc = \frac{2 \cdot m_{i,y} \cdot \delta_s}{\rho \cdot b^2}, \quad (C5.)$$

ahol:

ρ a levegő sűrűsége (7.1. szakasz);

$m_{i,y}$ az egység hosszra eső egyenértékű tömeg, melyet a (C27.) összefüggés határoz meg;

δ_s a szerkezeti csillapítás logaritmikus dekrementuma (C8. táblázat).

(3) A (C4.) egyenletet a (C7.) egyenlet, a C4. táblázat és a C3. táblázat alkalmazásával, fokozatos közelítéssel kell megoldani.

C2.5. Aerodinamikai gerjesztőerő-tényező

(1) A c_{lat} aerodinamikai gerjesztőerő-tényezőt a C2. táblázat tartalmazza.

C2. táblázat: A c_{lat} aerodinamikai gerjesztőerő-tényező a $v_{crit,i}/v_{m,Lj}$ kritikus szélességarány függvényében

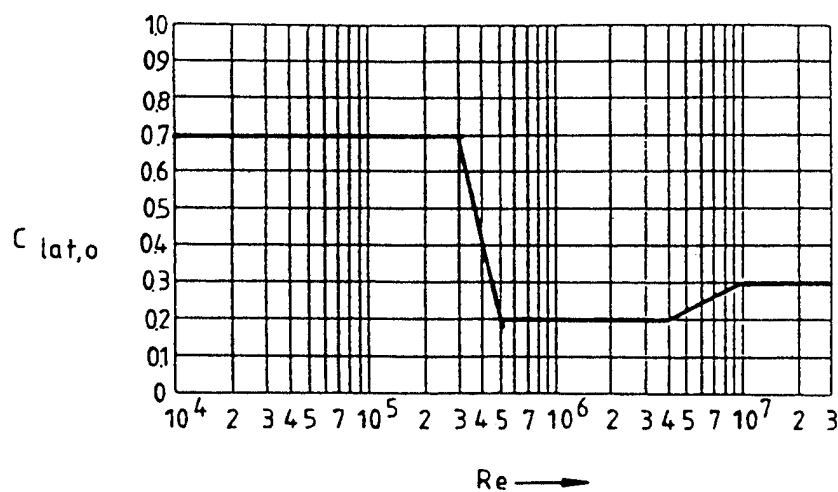
Kritikus szélességarány	c_{lat}
$\frac{v_{crit,i}}{v_{m,Lj}} \leq 0,83$	$c_{lat} = c_{lat,0}$
$0,83 < \frac{v_{crit,i}}{v_{m,Lj}} < 1,25$	$c_{lat} = \left(3 - 2,4 \cdot \frac{v_{crit,i}}{v_{m,Lj}} \right) \cdot c_{lat,0}$
$1,25 \leq \frac{v_{crit,i}}{v_{m,Lj}}$	$c_{lat} = 0$

A táblázatban:

- $c_{lat,0}$ a c_{lat} kiindulási értéke, a C1. táblázat, illetve körhengerekre a C2. ábra szerint;
- $v_{crit,i}$ a kritikus szélesség (a (C1.) összefüggés szerint);
- $v_{m,Lj}$ a C2.6. szakasz szerinti korrelációs helyettesítő hossz középpontjában érvényes átlagos szélesség (8.1. szakasz);
- $Re(v_{crit,i})$ a Reynolds-szám:

$$Re(v_{crit,i}) = \frac{b \cdot v_{crit,i}}{\nu}; \tag{C6.}$$

- b a szerkezet szélessége (átmérője);
- ν a levegő kinematikai viszkozitása: $\nu = 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$;
- $v_{crit,i}$ kritikus szélesség (a (C1.) összefüggés szerint).

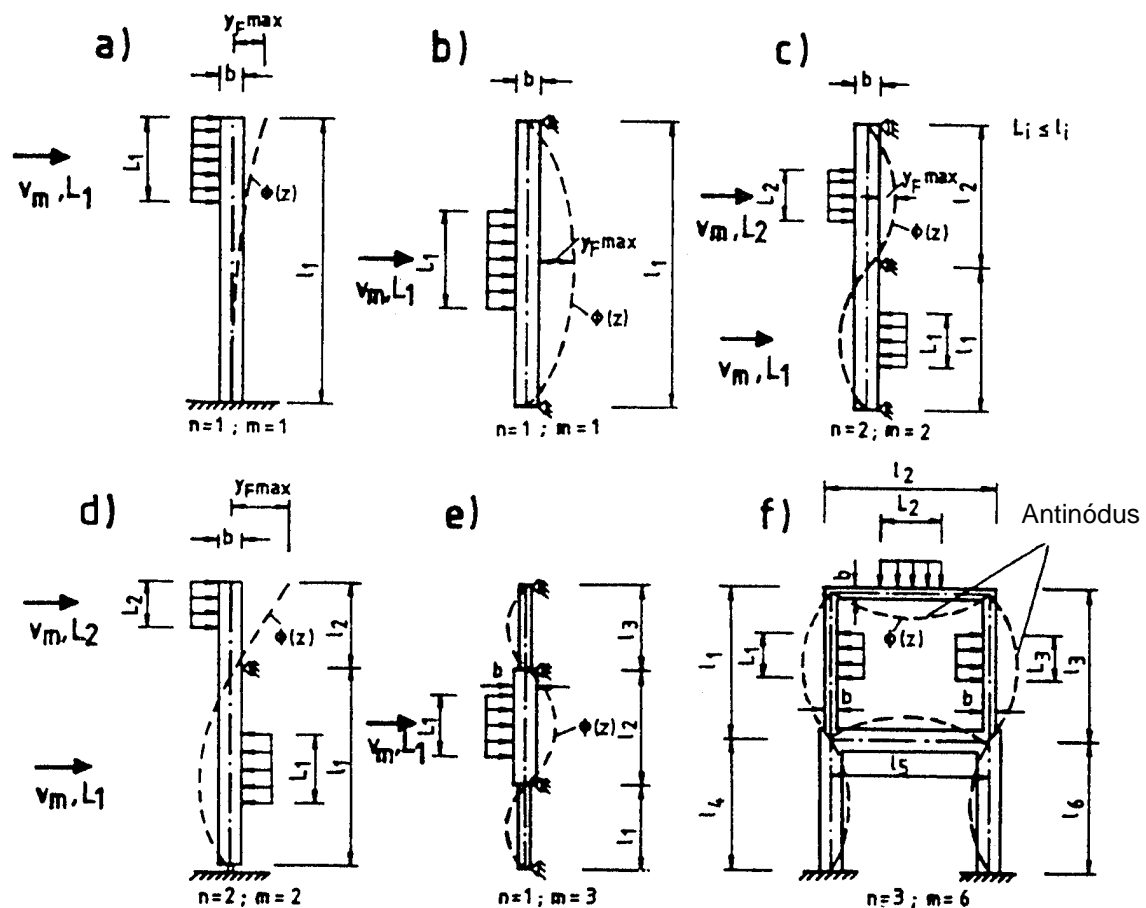


C2. ábra: Az aerodinamikai gerjesztőerő-tényező $c_{lat,0}$ kiindulási értéke körhengerek esetén, az $Re(v_{crit})$ Reynolds-szám függvényében

C2.6. Korrelációs helyettesítő hossz

(1) Az L_j korrelációs helyettesítő hosszt az antinódusok tartományában kell elhelyezni. Példákat a C3. ábra tartalmaz. Kötéllal merevített antennatornyok és folytatólagos többtámaszú hidak esetén szakértőhöz kell fordulni.

(2) Az L_j/b arányt a C3. táblázat tartalmazza, melyben $y_{F,j}$ a j jelű pontban érvényes rezgési amplitúdó. A legtöbb esetben a rezgési amplitúdó megegyezik a $\max y_F$ legnagyobb amplitúdóval.



Megjegyzés: Az n és m mennyiség meghatározását a (C7.) egyenlet kapcsán adjuk meg.

C3. ábra: Az L_j korrelációs helyettesítő hossz ($j = 1, 2, 3$) alkalmazásának példái

C3. táblázat: Az L_j korrelációs helyettesítő hossz a rezgés $y_{F,j}$ amplitúdója függvényében

$y_{F,j}/b$	L_j/b
< 0,1	6
0,1–0,6	$4,8 + 12 \cdot \frac{y_{F,j}}{b}$
> 0,6	12

C2.7. A korrelációs helyettesítő hossz K_w tényezője

(1) A korrelációs helyettesítő hossz K_w tényezőjét a következő összefüggés adja:

$$K_w = \frac{\sum_{j=1}^n \int_{L_j} |\Phi_{i,y}(z)| \cdot dz}{m \sum_{j=1}^m \int_{l_j} |\Phi_{i,y}(z)| \cdot dz} \leq 0,6, \quad (C7.)$$

ahol:

$\Phi_{i,y}$ az i -edik rezgésalak (C4.3. szakasz);

L_j a korrelációs helyettesítő hossz (C2.6. szakasz);

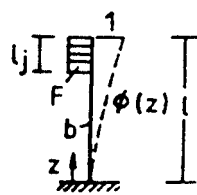
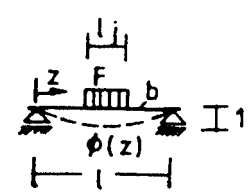
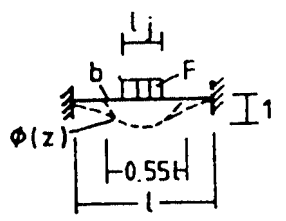
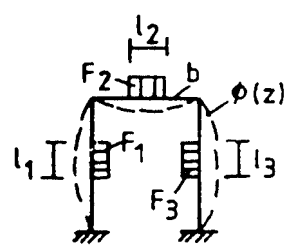
l_j a szerkezet két csomópontja közötti távolság (C3. ábra); konzolszerű szerkezetek esetén megegyezik a szerkezet magasságával;

n azon helyek száma, ahol egyszerre következnek be örvénygerjesztés (a fáziseltolódás zérus);

m a rezgő szerkezet vizsgált, i -edik rezgésalakjához tartozó antinódusok száma.

(2) Néhány, a szélirányra merőleges első rezgésalakban rezgő, a C4. táblázat szerinti gerjesztőerővel gerjesztett, egyszerű szerkezet korrelációs helyettesítő hosszának K_w tényezőjét a C4. táblázatban adott egyenlet alkalmazásával lehet közelíteni.

C4. táblázat: A korrelációs helyettesítő hossz K_w tényezője és a K rezgésalak-tényező néhány egyszerű szerkezet esetében

Szerkezet	Rezgésalak $\Phi(z)$	K_w	K
	<p>A C4.3. szakasz szerint</p> <p>$\zeta = 2,0$ esetén</p> <p>$n = 1; m = 1$</p>	$3 \cdot \frac{L_j/b}{\lambda} \left[1 - \frac{L_j/b}{\lambda} + \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{L_j/b}{\lambda} \right)^2 \right]$	0,13
	<p>A C9. ábra szerint</p> <p>$n = 1; m = 1$</p>	$\cos \left[\frac{\pi}{2} \cdot \left(1 - \frac{L_j/b}{\lambda} \right) \right]$	0,10
	<p>A C9. ábra szerint</p> <p>$n = 1; m = 1$</p>	$\frac{L_j/b}{\lambda} + \frac{1}{\pi} \cdot \sin \left[\pi \cdot \left(1 - \frac{L_j/b}{\lambda} \right) \right]$	0,11
	<p>Modálanalízis</p> <p>$n = 3$</p> <p>$m = 3$</p>	$\frac{\sum_{i=1}^m \int \Phi(z) \cdot dz}{\sum_{i=1}^m \int \Phi(z) \cdot dz}$	0,10

Megjegyzések: (1) $\lambda = l/b$

(2) A $\Phi(z)$ rezgésalakot a C4.3. szakasz szerint vettük fel. Az n és m mennyiségeket a (C7.) egyenlet kapcsán, illetve a C3. ábrán adjuk meg.

C2.8. A K rezgésalak-tényező

(1) A K rezgésalak-tényezőt a következő összefüggés adja:

$$K = \frac{\sum_{j=1}^n \int_{l_j} |\Phi_{i,y}(z)| \cdot dz}{4 \cdot \pi \cdot \sum_{j=1}^m \int_{l_j} |\Phi_{i,y}^2(z)| \cdot dz} \quad (\text{C8.})$$

ahol:

$\Phi_{i,y}(z)$ az i -edik szélirányra merőleges rezgésalak (C4.3. szakasz);

l_j a szerkezet két csomópontja közötti távolság (C3. ábra).

(2) Néhány, a szélirányra merőleges első rezgésalakban rezgő, egyszerű szerkezet K rezgésalak-tényezőjét a C4. táblázat tartalmazza.

C2.9. A feszültségciklusok N száma

(1) Az örvény gerjesztette rezgésből származó feszültségciklusok N számát a következő összefüggéssel lehet becsülni:

$$N = 6,3 \cdot 10^7 \cdot T \cdot n_{i,y} \cdot \varepsilon_0 \cdot \left(\frac{v_{\text{crit},i}}{v_0} \right) \cdot e^{-\left(\frac{v_{\text{crit},i}}{v_0} \right)^2}, \quad (\text{C9.})$$

ahol:

$n_{i,y}$ a szélre merőleges i -edik sajátrezgés frekvenciája [Hz]; $n_{i,y}$ -ra közelítő képleteket tartalmaz a C4.2. szakasz;

$v_{\text{crit},i}$ a kritikus szélesebbesség [m/s], a C2.1. szakasz szerint;

v_0 a (C10.) összefüggés szerinti érték; a szélesebbesség valószínűségi eloszlása módusának $\sqrt{2}$ -szerese [m/s];

T az élettartam [év];

ε_0 az örvényrezonancia sávszélességét leíró sávszélesség-tényező; közelítő értéke $\varepsilon_0=0,3$.

(2) Ha az A melléklet másképp nem rendelkezik, a v_0 érték a következőképpen közelíthető:

$$v_0 = v_{m,L_j} \cdot \frac{1}{5}, \quad (\text{C10.})$$

ahol:

v_{m,L_j} a (8.1.) összefüggés szerinti átlagos szélesebbesség az L_j korrelációs helyettesítő hossz helyén (C3. ábra), [m/s].

C2.10. Sorban vagy csoportosan elhelyezett hengerek örvényrezonanciája

(1) A sorban vagy csoportosan elhelyezett hengerek örvényrezonanciája a C3.2. szakasz szerint.

C2.11. Védekezés az örvényleválás okozta túlzott rezgésekkel szemben

(1) Az örvényleválás okozta rezgés amplitúdója csökkenthető aerodinamikai eszközök (csak különleges esetekben, mint például $Sc > 8$), illetve csillapítási eszközök alkalmazásával. Az aerodinamikai eszközök b átmérőhöz tartozó c_f ellenállási tényezője 1,4 is lehet. Mindkét alkalmazáshoz szakértő közreműködése szükséges.

C2.12. Hengerhéjak oválosodása

(1) A hengerhéjak oválosodását okozó $v_{crit,0}$ kritikus szélesség a következő összefüggésből számítható:

$$v_{crit,0} = \frac{b \cdot n_0}{2 \cdot St}, \quad (C10.)$$

ahol:

b a héj külső átmérője;

St Strouhal-szám (C2.2. szakasz);

n_0 a héj sajátfrekvenciája (az oválosodási rezgésalak mellett).

Megjegyzés: Hosszú, merevítőgyűrű nélküli hengerhéj n_0 értékét a C4.2. szakasz adja meg.

(2) Feltételezhető, hogy az oválosodási rezgés nem alakul ki, ha

$$v_{crit,0} > 1,25 v_m(z), \quad (C11.)$$

ahol:

$v_m(z)$ a (8.1.) összefüggés szerinti átlagos szélesség a rezgés legnagyobb amplitúdójának z magasságában számítva.

C3. Aerodinamikai instabilitás és kölcsönhatás

C3.1. Táncolás

C3.1.1. Általános elvek

(1) A táncolás a rugalmas szerkezetek önindukált rezgése a szélre merőleges hajlítási módban. A körtől különböző keresztmetszetek, többek között az L, I, U és T szelvények hajlamosak a táncolásra. Stabil keresztmetszetek a jégteher következtében instabillá válhatnak.

(2) A táncolási rezgés egy v_{CG} indító szélesebségnél kezdődik, és a szélesebség növekedésével az amplitúdók általában rohamosan növekednek.

C3.1.2. Alkalmazási terület

(1) A táncolást akkor kell figyelembe venni, ha a szerkezet örvényleválásra érzékeny (ami a 9.4.2. szakasz feltételei alapján dönthető el).

C3.1.3. Az indító szélesebség

(1) A táncolás v_{CG} indító szélesebsége a következő összefüggéssel számítható:

$$v_{CG} = \frac{2 \cdot Sc}{a_G} \cdot n_{1,y} \cdot b, \quad (C12.)$$

ahol:

Sc Scruton-szám, a (C5.) összefüggés szerint;

$n_{1,y}$ a szerkezet szélre merőleges első rezgésalakjához tartozó sajátfrekvencia; $n_{1,y}$ -ra közelítő képleteket tartalmaz a C4.2. szakasz;

b a C5. táblázat szerinti szélesség;

a_G a táncolási instabilitási tényező (C5. táblázat); ha a táncolási instabilitási tényező nem ismert, $a_G = 10$.

(2) Biztosítani kell, hogy

$$v_{CG} > 1,25 v_m \quad (C13.)$$

legyen, ahol:

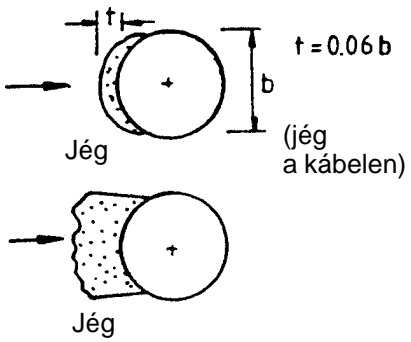
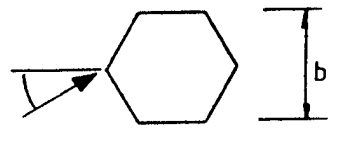
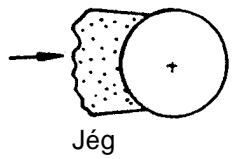
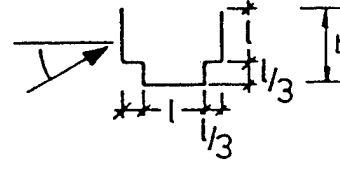
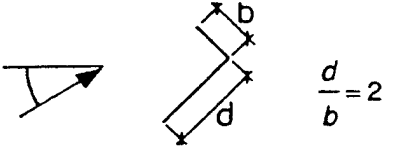
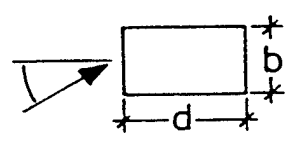
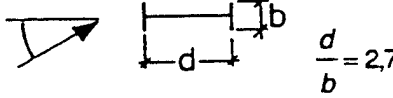
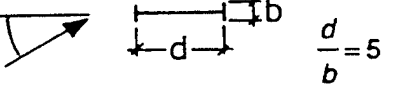
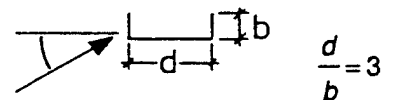
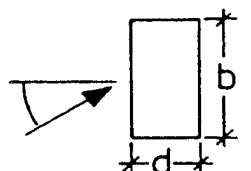
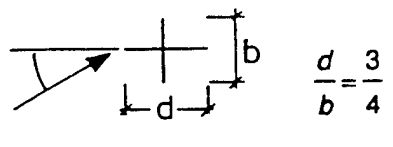
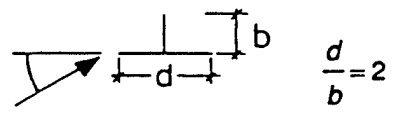
v_m a (8.1.) összefüggés szerinti átlagos szélesebség, amelyet a táncolási folyamat várt magasságában, általában a rezgés legnagyobb amplitúdója magasságában kell számítani.

(3) Ha az örvényleválás v_{crit} kritikus sebessége közel van a táncolás v_{CG} indító szélességéhez, vagyis ha

$$0,7 < \frac{v_{CG}}{v_{crit}} < 1,5, \quad (C14.)$$

akkor várható, hogy az örvényleválás és a táncolás kölcsönhatásba kerül egymással. Ilyenkor ajánlatos szélcsatorna-kísérleteket végezni, illetőleg szakértőhöz fordulni.

C5. táblázat: Az a_G táncolási instabilitási tényező

Keresztmetszet	Táncolási instabilitási tényező, a_G	Keresztmetszet	Táncolási instabilitási tényező, a_G
 <p>$t = 0.06b$ Jég (jég a kábelen)</p>	1,0		1,0
 <p>Jég</p>			4
<p>$\frac{d}{b} = 2$</p>	2	 <p>$\frac{d}{b} = 2$</p>	0,7
 <p>$\frac{d}{b} = 1,5$</p>	1,7	 <p>$\frac{d}{b} = 2,7$</p>	5
<p>$\frac{d}{b} = 1$</p>	1,2	 <p>$\frac{d}{b} = 5$</p>	7
<p>$\frac{d}{b} = \frac{2}{3}$</p>	1	 <p>$\frac{d}{b} = 3$</p>	7,5
 <p>$\frac{d}{b} = \frac{1}{2}$</p>	0,7	 <p>$\frac{d}{b} = \frac{3}{4}$</p>	3,2
<p>$\frac{d}{b} = \frac{1}{3}$</p>	0,4	 <p>$\frac{d}{b} = 2$</p>	1

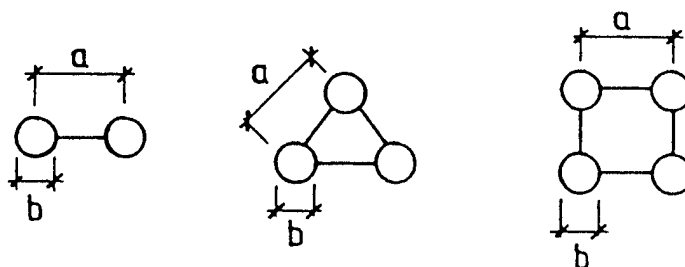
C3.2. A szélre merőleges rezgések befolyásolása

C3.2.1. Általános elvek

(1) Karcsú szerkezetek vagy tartószerkezeti elemek, például kémények vagy kábelek, sorban vagy csoportosan is elhelyezkedhetnek. Bizonyos esetekben össze vannak kötve, máskor nincsenek. Az a/b arány (C4. ábra) függvényében

- örvényrezonancia (C3.2.3. szakasz),
- befolyásolt táncolás (C3.2.4. szakasz) vagy
- klasszikus táncolás (C3.2.5. szakasz)

léphet fel.



C4. ábra: Sorban és csoportosan elhelyezett hengerek

C.3.2.2. Alkalmazási terület

(1) A hosszú szerkezetekre a 9.4. szakasz szerinti feltételek érvényesek.

C.3.2.3. Örvényrezonancia

(1) A rezgés legnagyobb amplitúdója a (C2.) és (C4.) összefüggésekkel határozható meg, a következő módosításokkal:

Sorban elhelyezkedő, szabadon álló, össze nem kötött körhengerek esetén:

$$\begin{aligned}
 c_{lat} &= 1,5 c_{lat,(egyetlen)}, & \text{ha} & \quad 1 \leq a/b \leq 10; \\
 c_{lat} &= c_{lat,(egyetlen)}, & \text{ha} & \quad a/b \geq 15; \\
 & \text{lineáris interpoláció,} & \text{ha} & \quad 10 < a/b \leq 15; \\
 St &= 0,1 + 0,085 \log(a/b), & \text{ha} & \quad 1 \leq a/b \leq 15; \\
 St &= 0,2, & \text{ha} & \quad a/b > 15.
 \end{aligned} \tag{C15.}$$

Megjegyzés: A c_{lat} kifejezésében szereplő 1,5 tényező durva közelítés. A várakozás szerint a biztonság javára tér el.

Összekötött hengerek esetén:

$$q_{lat} = K_{iv} q_{lat, egyetlen}, \quad \text{ha} \quad 1,0 \leq a/b \leq 3,0, \quad (\text{C16.})$$

ahol:

K_{iv} az örvényleválás befolyásolási tényezője (C6. táblázat);

St Strouhal-szám, a C6. táblázat szerint;

Sc Scruton-szám, a C6. táblázat szerint;

Ha összekötött hengerek esetén $a/b > 3,0$, ajánlatos szakértőhöz fordulni.

C3.2.4. Befolyásolt táncolás

(1) A befolyásolt táncolás olyan önindukált rezgés, amely akkor jöhet létre, ha két vagy több, össze nem kötött henger egymáshoz közel helyezkedik el.

(2) Ha a szél támadási szöge a β_{crit} kritikus szélirányon belül van, és $a/b < 3$ (C5. ábra), a v_{CIG} kritikus szélesebesség a következő összefüggéssel becsülhető:

$$v_{CIG} = 3,5 \cdot n_{1,y} \cdot \sqrt{\frac{a}{b} \cdot Sc}, \quad (\text{C17.})$$

ahol:

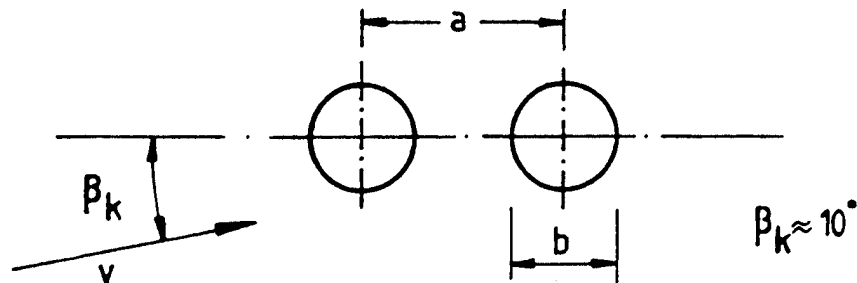
Sc a (C5.) összefüggéssel meghatározott Scruton-szám;

a_{IG} kombinált stabilitási jellemző; ha másként nincs előírva, $a_{IG} = 3,0$;

$n_{1,y}$ a szerkezet szélre merőleges első rezgésalakjához tartozó frekvencia; $n_{1,y}$ -ra közelítő képleteket tartalmaz a C4.2. szakasz;

a a hengerek távolsága;

b átmérő (C5. ábra).



C5. ábra: Geometriai adatok a befolyásolt táncoláshoz

(3) A hengerek összekötésével kiküszöböljük a befolyásolt táncolás jelenségét. Ilyenkor azonban létrejöhet az összekötött hengerekből álló rendszer klasszikus táncolása (C3.2.5. szakasz).

C3.2.5. Klasszikus táncolás

(1) Összekötött hengerek (C4. ábra) esetén klasszikus táncolás jöhet létre.

(2) Az összekötött hengerek klasszikus táncolásához tartozó v_{CG} indító szélesség a következő összefüggéssel becsülhető:

$$v_{CG} = \frac{2 \cdot S_c}{a_G} \cdot n_{1,y} \cdot b, \quad (C18.)$$

ahol:

S_c , a_G és b a C6. táblázat szerinti mennyiségek, $n_{1,y}$ pedig a hajlítási rezgésalakhoz tartozó sajátfrekvencia (C4.2. szakasz).

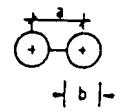
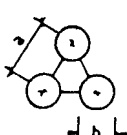
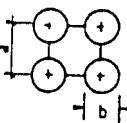
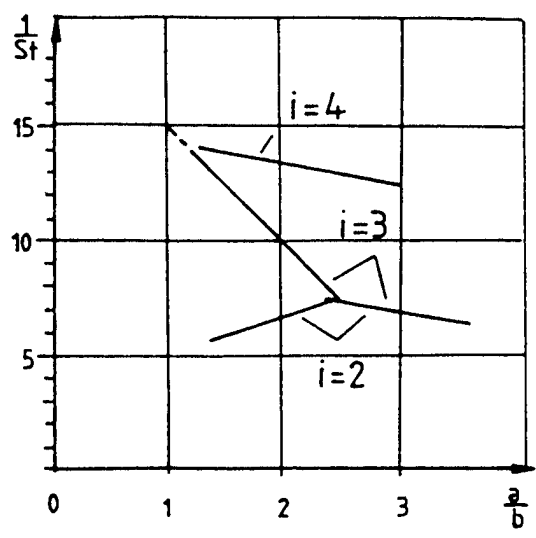
(3) Biztosítani kell, hogy

$$v_{CG} > 1,25 v_m(z) \quad (C19.)$$

legyen, ahol:

$v_m(z)$ a (8.1.) összefüggés szerinti átlagos szélesség, amelyet a táncolási gerjesztés várt z magasságában, általában a rezgés legnagyobb amplitúdója magasságában kell számítani.

C6. táblázat: Adatok a sorban és a csoportosan elhelyezett, összekötött hengerek szélre merőleges válaszánaak meghatározásához

Összekötött kémények	Scruton-szám $Sc = \frac{2 \cdot \delta_s \cdot \sum m_{i,y}}{\rho \cdot b^2}$ (összehasonlítandó a (C5.) összefüggéssel)			
	$a/b = 1$	$a/b \geq 2$	$a/b \leq 1,5$	$a/b \geq 2,5$
 $i=2$	$K_{iv} = 1,5$	$K_{iv} = 1,5$	$a_G = 1,5$	$a_G = 3,0$
 $i=3$	$K_{iv} = 4,8$	$K_{iv} = 3,0$	$a_G = 6,0$	$a_G = 3,0$
 $i=4$	$K_{iv} = 4,8$	$K_{iv} = 3,0$	$a_G = 1,0$	$a_G = 2,0$
Lineáris interpoláció				
				
A Strouhal-szám reciproka sorban és csoportosan elhelyezett, összekötött kéményekhez				

C3.3. Divergencia és belebegés

C3.3.1. Általános elvek

(1) A divergencia és a belebegés olyan instabilitási jelenségek, amelyek csak rugalmas, lemezszerű szerkezetek, például jelzőtáblák vagy függőhidak merevítő tartói esetén jönnek létre, a szélsébség bizonyos küszöbértéke vagy kritikus értéke felett. Az instabilitást mindkét esetben az okozza, hogy a szerkezet alakváltozásai módosítják a szerkezet aerodinamikai jellemzőit, aminek hatására módosulnak a terhek.

(2) Általában arra kell törekedni, hogy a divergenciát és a belebegést elkerüljük.

(3) A következőkben ismertetésre kerülő eljárás alkalmazásával egyszerű feltételek segítségével meg lehet becsülni, mennyire hajlamos a vizsgált szerkezet a divergenciára, illetve a belebegésre. Ha ezek a feltételek nem teljesülnek, numerikus vizsgálatokat vagy szélcsatorna-kísérleteket kell végezni. A kábelhidak kritikus szélsébségét mindig modellkísérletekkel vagy numerikus vizsgálatokkal kell meghatározni.

C3.3.2. Lemezszerű szerkezetek általános követelményei

(1) Egy szerkezet akkor hajlamos a divergenciára vagy a belebegésre, ha teljesül rá mindhárom következő feltétel. A feltételeket a megadás sorrendjében ellenőrizzük (először a legkönnyebbet), és ha azt találjuk, hogy valamelyik feltétel nem teljesül, a szerkezet biztosan nem hajlamos sem a divergenciára, sem a belebegésre.

- (a) A szerkezet vagy annak egy jelentős nagyságú része nyújtott (sík lemezhez hasonló) keresztmetszetű, melyre $d/b \geq 4$ (C6. ábra).
- (b) A csavarás tengelye párhuzamos a lemez síkjával és merőleges a szél irányára, a csavarás középpontja pedig legalább $d/4$ távolságra van szélirányban a lemez széltámadta szélétől, ahol b a lemez szélirányba eső, a csavarási tengelyre merőlegesen mért szélessége. Ez a feltétel teljesül a szokásos esetekben: ha a csavarási középpont és a geometriai középpont egybeesik (központosan megtámasztott jelzőtábla vagy szabadon álló tető), illetve ha a csavarási középpont a lemez szélvédett szélére esik (konzolos, szabadon álló tető).
- (c) A legkisebb sajátfrekvencia a csavarási rezgésalakhoz tartozik, vagy ha nem, a legkisebb csavarási sajátfrekvencia kisebb, mint a legkisebb eltolódási sajátfrekvencia kétszerese.

C3.3.3. A divergencia sebessége

(1) A divergenciához tartozó kritikus szélesség a következő összefüggésből számítható:

$$v_{\text{div}} = \left(\frac{2 \cdot k_{\Theta}}{\rho \cdot d^2 \cdot \frac{dc_M}{d\Theta}} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (\text{C20.})$$

ahol:

k_{Θ} a csavarási merevség;

$dc_M/d\Theta$ az aerodinamikai nyomatéki tényező változási sebessége a csavarási középponthoz képest történő elforduláshoz viszonyítva;

ρ a levegő sűrűsége (7.1. szakasz);

d a szerkezet szélirányban mért vastagsága (C6. ábra).

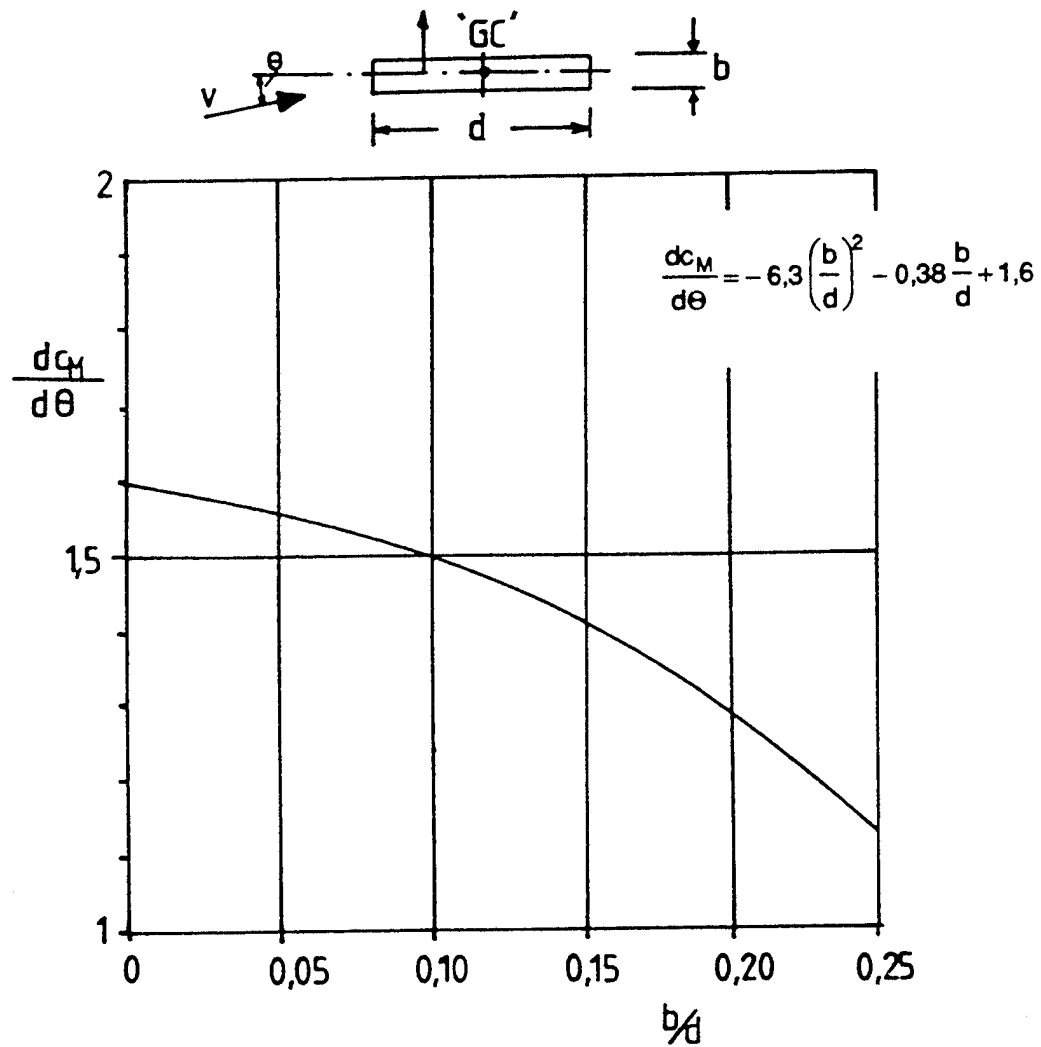
(2) A $dc_M/d\Theta$ mennyiség geometriai középpont körül mért értékeit különböző téglalap keresztmetszetek esetében a C6. ábra tartalmazza.

(3) Biztosítani kell, hogy

$$v_{\text{div}} > 2 v_m(z_{\text{equ}}) \quad (\text{C19.})$$

legyen, ahol:

$v_m(z_{\text{equ}})$ a (8.1.) összefüggés szerinti átlagos szélesség, amelyet a B1. ábra szerinti z_{equ} magasságban kell számítani.



C6. ábra: Az aerodinamikai nyomatéki tényező változásának $dC_M/d\theta$ sebessége a „GC” geometriai középponthoz képest, téglalap keresztmetszetek esetében

C3.4. Hidak belebegése

- (1) A hidak dinamikus viselkedése nagy fesztávú hidak és könnyű hidak, például gyalog- vagy közműhidak esetén fontos.
- (2) A belebegési instabilitás vagy a belebegési egyenlet megoldásával, vagy modellkísérletek útján vizsgálható.
- (3) A szakirodalomban található egyszerűsített eljárások csak az illetékes hatósággal való egyeztetés után alkalmazhatók.

C4. Dinamikai jellemzők

C4.1. Általános elvek

(1) Az ebben a fejezetben javasolt számítási eljárások feltételezése, hogy a szerkezet viselkedése lineárisan rugalmas, és rezgése a klasszikus rezgésalakokat követi. A szerkezet dinamikai jellemzőit tehát a következő mennyiségek határozzák meg:

- sajátfrekvenciák;
- rezgésalakok;
- helyettesítő tömegek;
- logaritmus csillapítási dekrementumok.

(2) A sajátfrekvenciákat, a rezgésalakokat, a helyettesítő tömegeket és a logaritmus csillapítási dekrementumokat elméleti vagy kísérleti úton, a tartószerkezetek dinamikája hagyományos módszereivel kell meghatározni. A számítás során figyelembe kell venni a szélel együttesen működő terhekhez tartozó tömegeket is.

(3) Szabályos, kompakt alakú szerkezetek esetén a főbb dinamikai jellemzőket közelítő módszerekkel, egyszerűsített analitikai, féltapasztalati vagy tapasztalati egyenletekkel is meg lehet határozni, ha azok kellően megalapozottak. Néhány ilyen egyenletet tartalmaznak a C4.2–C4.5. szakaszok.

C4.2. Az első sajátfrekvencia

(1) Többszintes épületek n_1 első hajlítási sajátfrekvenciáját a következő összefüggéssel lehet közelíteni:

$$n_1 = \frac{46}{h} \text{ [Hz]}, \quad (\text{C22.})$$

ahol:

h a szerkezet magassága [m].

Ugyanez az összefüggés iránymutatást adhat egyszintes épületekre és tornyokra is (de kikötött antennatornyokra nem).

(2) Kémények n_1 első hajlítási sajátfrekvenciáját a következő összefüggéssel lehet közelíteni:

$$n_1 = \frac{\varepsilon_1 \cdot b}{h_{\text{eff}}^2} \cdot \sqrt{\frac{W_s}{W_t}} \text{ [Hz]}, \quad (\text{C23.})$$

melyben

$$h_{\text{eff}} = h_1 + h_2/3, \quad (\text{C24.})$$

ahol:

b a kémény felső keresztmetszetének átmérője [m];

h_{eff} a kémény helyettesítő hossza [m]; h_1 és h_2 meghatározását a C7. ábra tartalmazza;

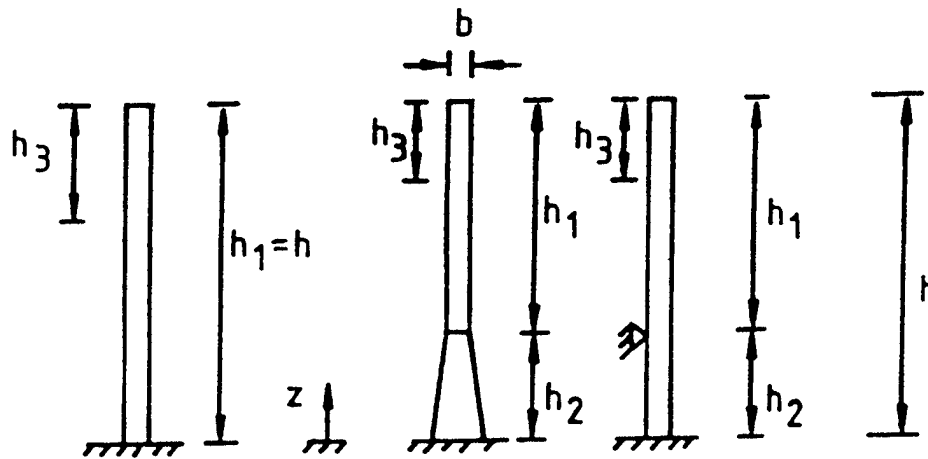
W_s a kémény merevségéhez hozzájáruló szerkezeti részek súlya;

W_t a kémény összsúlya;

$\varepsilon_1 = 1000$ acélkémények esetén;

= 700 beton- és falazott kémények esetén.

Megjegyzés: $h_3 = h_1/3$; a h_3 hossz a C4.4. szakasz (2) bekezdéséhez szükséges.



C7. ábra: A kémények geometriai jellemzői

(3) Hosszú, merevítőgyűrű nélküli hengerháj n_0 első oválosodási sajátfrekvenciája a következő összefüggéssel számítható:

$$n_0 = 0,492 \cdot \sqrt{\frac{t^3 \cdot E}{m_s \cdot (1 - \nu^2) \cdot b^4}}, \quad (\text{C25.})$$

ahol:

E rugalmassági modulus [kN/m^2];

t a héj vastagsága [m];

ν Poisson-tényező;

m_s a héj egységnyi felületre eső fajlagos tömege [kg/m^2];

b a héj átmérője [m].

Az egyenlet a héj legkisebb sajátfrekvenciáját adja. A merevítőgyűrű növeli az n_0 értékét.

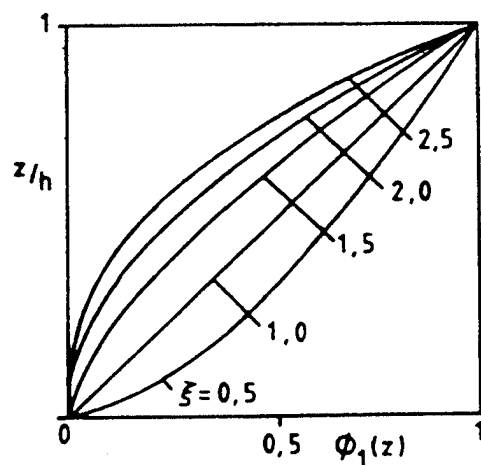
C4.3. Az első rezgésalak

(1) A földből konzolszerűen kinyúló épületek, tornyok és kémények $\Phi_1(z)$ első hajlítási rezgésalakját a következő összefüggéssel lehet közelíteni:

$$\Phi_1(z) = \left(\frac{z}{h}\right)^\zeta, \quad (\text{C26.})$$

ahol:

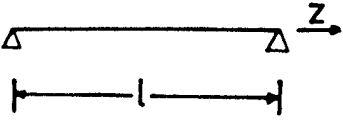
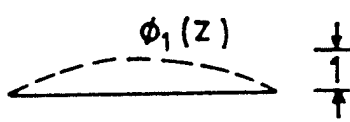
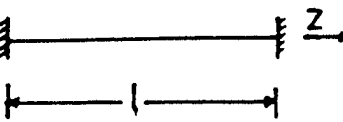
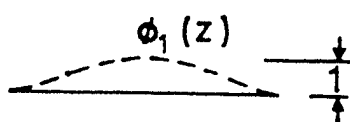
- $\zeta = 0,6$ karcsú keretszerkezetekhez, melyekben a falak és burkolatok nem vesznek részt a teherviselésben;
- $\zeta = 1,0$ merevítő maggal és külső oszlopokkal, vagy nagyobb oszlopokkal és rácsozással merevített épületekhez;
- $\zeta = 1,5$ karcsú, konzolszerű épületekhez és központi vasbeton maggal merevített épületekhez;
- $\zeta = 2,0$ tornyokhoz és kéményekhez;
- $\zeta = 2,5$ rácsos acéltornyokhoz.



C8. ábra: A földből konzolszerűen kinyúló épületek, tornyok és kémények első hajlítási rezgésalakja

(2) A hidak $\Phi_1(z)$ első függőleges hajlítási rezgésalakját közelítően a C7. táblázat szerint lehet meghatározni.

C7. táblázat: Kéttámaszú és mindkét végükön befogott szerkezetek és szerkezeti elemek első függőleges hajlítási rezgésalakja

Kialakítás	Rezgésalak	$\Phi_1(z)$
		$\sin\left(\pi \frac{z}{l}\right)$
		$\frac{1}{2} \left[1 - \cos\left(2\pi \frac{z}{l}\right) \right]$

C4.4. A helyettesítő tömeg

(1) Az első rezgésalakhoz tartozó, egység hosszra jutó m_1 helyettesítő tömeg alatt a következő mennyiséget értjük:

$$m_1 = \frac{\int_0^L m \cdot \Phi_1^2(z) \cdot dz}{\int_0^L \Phi_1^2(z) \cdot dz}, \quad (\text{C27.})$$

ahol:

m az egység hosszra jutó tömeg;

L a szerkezet vagy szerkezeti elem h magassága vagy l támaszköze.

(2) Olyan függőleges, konzolszerű szerkezetek esetén, amelyek tömege csak enyhén változik a hossz mentén, az m_1 helyettesítő tömeg közelítően felvehető az m tömegnek a tartószerkezet felső h_3 hosszúságú harmadán vett átlagos értékére (h_3 értelmezését a C7. ábra adja meg).

(3) Olyan l támaszközű szerkezetek esetén, amelyek tömege csak enyhén változik a hossz mentén, az m_1 helyettesítő tömeg közelítően felvehető az m tömegnek a tartószerkezet azon harmadán vett átlagos értékére, amelyen $\Phi(z)$ a legnagyobb (C7. táblázat).

C4.5. A logaritmusos csillapítási dekrementum

(1) Az első hajlítási rezgésalakhoz tartozó δ logaritmusos csillapítási dekrementum a következő összefüggéssel közelíthető:

$$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d, \quad (\text{C28.})$$

ahol:

- δ_s az első rezgésalakhoz tartozó szerkezeti csillapítás logaritmusos dekrementuma;
 δ_a az első rezgésalakhoz tartozó aerodinamikai csillapítás logaritmusos dekrementuma;
 δ_d az első rezgésalakhoz tartozó, a speciális berendezések (antivibrátor, hidraulikus rezgés csökkentő stb.) alkalmazása révén nyert csillapítás logaritmusos dekrementuma.

(2) Az első rezgésalakhoz tartozó szerkezeti csillapítás δ_s logaritmusos dekrementuma a következő összefüggéssel számítható:

$$\delta_s = a_1 \cdot n_1 + b_1 \geq \delta_{\min}, \quad (\text{C29.})$$

ahol:

- n_1 az első rezgésalakhoz tartozó sajátfrekvencia [Hz];
 a_1, b_1, δ_{\min} a C8. táblázatban különböző szerkezet típusokra megadott paraméterek; δ_{\min} kis elmozdulásoknak felel meg.

(3) Az első szélirányú rezgésalakhoz tartozó aerodinamikai csillapítás δ_a logaritmusos dekrementuma a következő összefüggéssel számítható:

$$\delta_a = \frac{\rho \cdot b \cdot c_f}{2 \cdot n_{1,x} \cdot m_{1,x}} \cdot v_m(z_{\text{equ}}), \quad (\text{C30.})$$

ahol:

- ρ a levegő sűrűsége (7.1. szakasz);
 b a szerkezet szélirányú felületének szélessége;
 c_f a szél irányába eső átlagos erőhatás (10. fejezet);
 $v_m(z_{\text{equ}})$ a (8.1.) összefüggés szerinti $v_m(z)$ átlagos szélesség a $z = z_{\text{equ}}$ magasságban;
 z_{equ} az egyenértékű magasság (B1. ábra);
 $m_{1,x}$ a szélirányú első rezgésalakhoz tartozó helyettesítő tömeg (C4.4. szakasz);
 $n_{1,x}$ a szélirányú első rezgésalakhoz tartozó sajátfrekvencia (C4.2. szakasz).

Rezonáns örvényleválás esetén $\delta_a = 0$.

(4) Ha a szerkezetet speciális energiaelnyelő berendezéssel látjuk el, δ_d értékét alkalmas elméleti vagy kísérleti módszerrel kell meghatározni.

C8. táblázat: Az a_1 , b_1 és δ_{\min} paraméterek

Építési mód		a_1	b_1	δ_{\min}
Vasbeton szerkezetű épületek		0,045	0,05	0,10
Acélszerkezetű épületek		0,045	0	0,05
Vegyes, acél- és vasbeton szerkezetű épületek		0,08	0	0,08
Vasbeton tornyok		0,050	0	0,025
Vasbeton kémények		0,075	0	0,03
Burkolatlan, hegesztett acélkémények		0	0,015	0
Egyrétegű burkolatú vagy hőszigetelt acélkémény		0	0,025	0
Két- vagy többrétegű burkolatú acélkémény		0	0,030	0
Téglaburkolatú acélkémény		0	0,07	0
Burkolatlan, összekötött kémények		0	0,015	0
Kikötött, burkolatlan acélkémény		0	0,04	0
Acélhidak és rácsos acéltornyok	hegesztett	0	0,02	0
	nagy szilárdságú csavarkötéses	0	0,03	0
	közönséges csavarkötéses	0	0,05	0
Együttműködő hidak		0	0,04	0
Betonhidak	feszített, repedésmentes	0	0,04	0
	nem repedésmentes	0	0,10	0
Kábelek	párhuzamos kábelek	0	0,006	0
	sodort kábelek	0	0,020	0

A magyar nyelvű fordítás vége

A nemzeti előszóban említett magyar előszabványok

MSZ ENV 1991-1	Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások. 1. rész: A tervezés alapjai
MSZ ENV 1991-2-1	Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások. 2-1. rész: Sűrűség, önsúly és hasznos terhek
MSZ ENV 1991-2-3	Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások. 2-3. rész: Hóteher
MSZ ENV 1993-1-1	Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok
MSZ ENV 1993-1-1/A1	Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános szabályok. Általános és az épületekre vonatkozó szabályok
MSZ ENV 1994-1-1	Eurocode 4: Betonnal együtt dolgozó acélszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok
MSZ ENV 1998-1-1	Eurocode 8: Tartószerkezetek földrengésállóságának tervezési előírásai. 1-1. rész: Általános szabályok. Szeizmikus hatások és a tartószerkezetekre vonatkozó általános követelmények
MSZ ENV 1998-1-2	Eurocode 8: Tartószerkezetek földrengésállóságának tervezési előírásai. 1-2. rész: Általános szabályok. Az épületekre vonatkozó általános szabályok

A szövegben említett európai előszabványok

ENV 1991-1	Eurocode 1: Basis of design and actions on structures. Part 1: Basis of design
ENV 1991-2-1	Eurocode 1: Basis of design and actions on structures. Part 2-1: Densities, self-weight and imposed loads
ENV 1991-2-2	Eurocode 1: Basis of design and actions on structures. Part 2-2: Actions on structures exposed to fire
ENV 1991-2-3	Eurocode 1: Basis of design and actions on structures. Part 2-3: Snow loads
ENV 1991-2-5	Eurocode 1: Basis of design and actions on structures. Part 2-5: Thermal actions
ENV 1991-2-6	Eurocode 1: Basis of design and actions on structures. Part 2-6: Loads and deformations imposed during execution
ENV 1991-2-7	Eurocode 1: Basis of design and actions on structures. Part 2-7: Accidental actions
ENV 1991-3	Eurocode 1: Basis of design and actions on structures. Part 3: Traffic loads on bridges
ENV 1991-4	Eurocode 1: Basis of design and actions on structures. Part 4: Actions in silos and tanks
ENV 1991-5	Eurocode 1: Basis of design and actions on structures. Part 5: Actions induced by cranes and machinery
ENV 1992	Eurocode 2: Design of concrete structures
ENV 1993	Eurocode 3: Design of steel structures
ENV 1994	Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures
ENV 1995	Eurocode 5: Design of timber structures

ENV 1996	Eurocode 6: Design of masonry structures
ENV 1997	Eurocode 7: Geotechnical design
ENV 1998	Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance
ENV 1999	Eurocode 9: Design of aluminium alloy structures

A szövegben említett nemzetközi szabvány

ISO 3898	Basis of design for structures. Notations. General symbols
----------	--

A szabvánnyal kapcsolatos minden változást a Magyar Szabványügyi Testület a Szabványügyi Közlönyben hirdeti meg. A Szabványügyi Közlöny előfizethető a Hírlapelőfizetési Irodában (HELIR) (1089 Budapest, VIII., Orczy tér 1., telefon: 303-3441, 303-3442; telefax: 303-3440; levélcím: 1900 Budapest, Orczy tér 1.) vagy megvásárolható az MSZT Szabványboltban. A helyesbítő, módosító indítványokat és észrevételeket megfelelő indoklással a Magyar Szabványügyi Testülethez, Budapest, IX., Üllői út 25. (levélcím: Budapest, 9. Pf. 24. 1450, telefax: 217-5306; 218-5125) lehet benyújtani. A szabvány beszerezhető a Szabványboltban, Budapest, IX., Üllői út 25. (levélcím: Budapest, 9. Pf. 24. 1450).

Kiadja: a Magyar Szabványügyi Testület.