

TETŐK VIHARKÁR ESETEI ÉS AZOK TANULSÁGAI

Dr. Kakasy László
okleveles építész mérnök
építésügyi és igazságügyi
műszaki szakértő

Építész Hírlap – Tetők vihkárjai és azok tanulságai
2019. október 10.

Igaz ugyan, hogy az éghajlat változik, szélsőséesebb,
és ez az építményeket érő szélterhelésben is kimutatható, de

a tervezési hibák
a kivitelezési hibák

általában önmagukban elegendők a meghibásodások
kialakulásához!

Ritka az, hogy tökéletesen megtervezett és elkészített tetők
mennek tönkre pusztán a szélsőséges szélterhek következtében

Építész Hírlap – Tetők vihkárjai és azok tanulságai
2019. október 10.

Korábban a teljes felületen ragasztott rétegkapcsolatok
és a szilárd, nagy tömegű szigetelési aljzatok szinte
egyeduralkodók voltak a hazai piacon.

A könnyűszerkezetek megjelenése, a saját tömeg
csökkentésének igénye új műszaki megoldásokat hozott

Az 1970-es évektől ismeri a hazai építőipari gyakorlat a
szigetelések kapcsolatrendszerében a:

- leterheléses
- mechanikai rögzítéses
- ragasztott

rétegfelépítési módokat.

Építész Hírlap – Tetők vihkárjai és azok tanulságai
2019. október 10.

MECHANIKAI RÖGZÍTÉSŰ PVC SZIGETELÉS – 2009.



Mechanikai rögz. lágy PVC vízszig. 1,5 mm

Lépcsőálló közetgyapot hőszig. 14 cm

Öntapadó bit. párazáró szig. 1,7 mm

Acél trapézlemez földém 0,88 mm

Építészmérnök – szerkezet- és építészeti rajzok készítése
10/11. évfolyam, 1. félév

MECHANIKAI RÖGZÍTÉSŰ PVC SZIGETELÉS – 2009.



Mechanikai rögzítés a szig. lemezek átlapolásaiban

Az attikától 363 cm-re volt az első sor rögzítőelem!!!

Szélső sáv?
Sarokmező?
Rögzítések besűrűtése?

1. SÚLYOS HIBA

Építészmérnök – szerkezet- és építészeti rajzok készítése
10/11. évfolyam, 1. félév

MECHANIKAI RÖGZÍTÉSŰ PVC SZIGETELÉS – 2009.



PVC falszegélyt a kazetta tetején csavarokkal 50-100 cm-ként szorították le!!! Főlabádog volt a tervben.

A légnymás a szigetelés alatt megnőtt, a szél kitepte a PVC-t a csavarok alól.

2. SÚLYOS HIBA

Építészmérnök – szerkezet- és építészeti rajzok készítése
10/11. évfolyam, 1. félév

MECHANIKAI RÖGZÍTÉSŰ PVC SZIGETELÉS – 2009.



Fóliabádóg profil rögzítése 60-70 cm-enként a kőzetgyapoton keresztül!!!

Hegesztés a fóliabádóhoz szakaszosan!!!

3.SÚLYOS HIBA

MECHANIKAI RÖGZÍTÉSŰ PVC SZIGETELÉS – 2009.

Részletes kivitelei terv készült

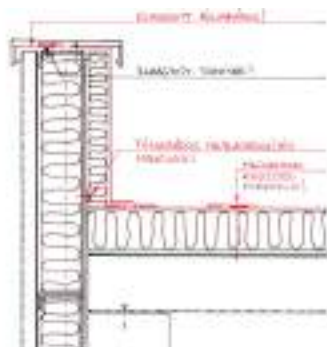
A terv tartalmazta a sarokmezők, szélső sávok méreteit, valamint az azokban számított szélterheket

sarokmezők:	2,69 kN/m ²	(7 db/m ²)
szélső sávok:	1,44 kN/m ²	(3,5 db/m ²)
középső sávok:	0,38 kN/m ²	(2 db/m ²)

A részlettervek tartalmazták a szigetelés és a bádógos munka szakaszú rögzítéseit.

A kivitelező rendre figyelmen kívül hagyta a terv előírásait, illetve a szakma szabályait.

MECHANIKAI RÖGZÍTÉSŰ PVC SZIGETELÉS – 2009.



RAGASZTOTT RÖGZÍTÉSŰ PVC SZIGETELÉS – 2010.



Szendvicspanel:

Lágyított PVC
1,2 mm, filc kasírgyári ragasztású

Lépésálló
közetgyapotgyári ragasztású

Acél trapézlemez

A közetgyapot felső rétege levált az alsó rétegekről!!!

Építési feladat – szélkezelés a szélirányban

RAGASZTOTT RÖGZÍTÉSŰ PVC SZIGETELÉS – 2010.



A panel acéllemez rétege a ragasztott PVC szegéllyel együtt leszakadt a hőszigetelésről

A falszegélyt a faltelegén nem rögzítették és nem tömítették!!!

Fallefedés rögzítése 2-3 m-ként!!!

1. SÚLYOS HIBA

Építési feladat – szélkezelés a szélirányban

RAGASZTOTT RÖGZÍTÉSŰ PVC SZIGETELÉS – 2010.



Tömítetlen hézagok a panelek között!!!

Hézagokon keresztül szélnyomás terhelt a vízszigetelés szegélyezését

Az attikára ragasztott PVC falszegély leszakadt

2. SÚLYOS HIBA

Építési feladat – szélkezelés a szélirányban

RAGASZTOTT RÖGZÍTÉSŰ PVC SZIGETELÉS – 2010.



A faltőben nem készült fölhabádog sáv rögzítés!!!

3. SÚLYOS HIBA

A falfeledés rögzítése 2 m-ként!

4. SÚLYOS HIBA

Az elszabadult falszegély mögé jutó szélnyomás feltépte a tetőfelület szigetelését!!!

Szerkezeti Helyek – Szerkezeti Helyek és azok tanulságai

RAGASZTOTT RÖGZÍTÉSŰ PVC SZIGETELÉS – 2010.

Kialakult meghibásodásnak több oka volt:

A tervező által kiválasztott **tetőpanelek nem volt műszaki engedélyre!**

A **kivitelező nem ellenőrizte**, hogy a megrendelt, majd beépített panelek műszaki engedélyre rendelben van-e

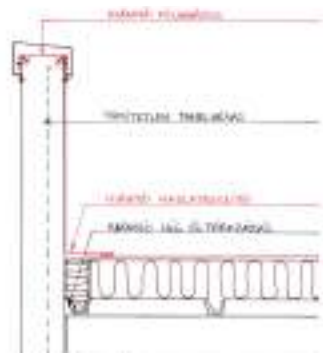
A homlokzati panelek beépítése, a **hézagképzés nem volt szabályos**

A vízszigetelés kivitelezése során **eltértek a szakma szabályaitól**

A falfeledés kivitelezése során **eltértek a szakma szabályaitól**.

Szerkezeti Helyek – Szerkezeti Helyek és azok tanulságai

RAGASZTOTT RÖGZÍTÉSŰ PVC SZIGETELÉS – 2010.



Szerkezeti Helyek – Szerkezeti Helyek és azok tanulságai

BITUMENES FELÚJÍTÁS PUR RAGASZTÓVAL – 2005.



1 réteg bitumenes hegeszthető lem. PUR ragasztóval rögzítve

EPS100 hősziget PUR ragasztóval rögzítve

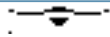
Több réteg rég bit. lemez vízszig.

Cementhabarcs

Salakfeltöltés

Vb. teknőpanel

Építési feladat – szelvény felvételéhez szükséges ábrák készítése
1979. évi Terveztelvény

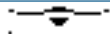


BITUMENES FELÚJÍTÁS PUR RAGASZTÓVAL – 2005.



A szél megemelte rétegek nem kerültek eredeti helyükre

Építési feladat – szelvény felvételéhez szükséges ábrák készítése
1979. évi Terveztelvény



BITUMENES FELÚJÍTÁS PUR RAGASZTÓVAL – 2005.



A PUR ragasztó nem vált el a bit. szigeteléstől

A PUR ragasztás sávjai kb. 3 cm szélességűek

Az EPS hab kiszakadt

EPS csak 6 cm szerződött 10 cm helyett

1. SÜLYOS HIBA

Építési feladat – szelvény felvételéhez szükséges ábrák készítése
1979. évi Terveztelvény



BITUMENES FELÚJÍTÁS PUR RAGASZTÓVAL – 2005.

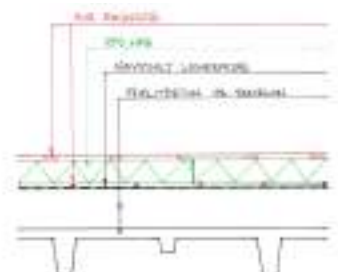


EPS hab néhol elvált a ragasztótól

A gyöngykavics lekaparása után a felület durva, egyenetlen. Több ragasztót kellett volna használni ezen a felületen.

A ragasztási sávok keskenyek, vastagságuk is elégtelen.
2. SÜLYOS HIBA

BITUMENES FELÚJÍTÁS PUR RAGASZTÓVAL – 2005.



BITUMENES FELÚJÍTÁS PUR RAGASZTÓVAL – 2005.

A közeli meteorológiai állomásokon mért szélsősebesség 15 m/s volt általában, a káresemény idején **28 m/s** széllelőkeések voltak egy órán át.

Az MSZ 15021-1 szabvány alkotói a torlónyomás meghatározásánál a szélsősebességet **33,5 m/s** értékkel vették számításba.

A mért szélsősebesség tehát kisebb volt a szabványban számítottnál.

Nem vis major eset okozta a meghibásodást.

Kivitelezési hiba (a hőszigetelés elégtelen ragasztása) okozta a meghibásodást!

MECHANIKAI RÖGZÍTÉSŰ PVC SZIGETELÉS – 2014.



Mechanikai rögz.
lágy PVC vízszig.
1,2 mm
Lépésálló közetgy.
hőszigetelés
10+5 cm
Poliuretán fólia
párafékező réteg
0,2 mm
Acél trapézlemez
födém
1 mm

Fektetési irány!
1. SÜLYOS HIBA
Kévs rögzítés!
2. SÜLYOS HIBA
Anyagválasztás!
3. SÜLYOS HIBA

Építési Hiba – Szerkezet- és Építési Hiba
1/19 (2014.04.15.)

MECHANIKAI RÖGZÍTÉSŰ PVC SZIGETELÉS – 2014.



Falfeledés,
fóliabádóg
elégtelen
rögzítése
4. SÜLYOS HIBA

A szél a vízszig.
alá fúj
5. SÜLYOS HIBA

Építési Hiba – Szerkezet- és Építési Hiba
1/19 (2014.04.15.)

MECHANIKAI RÖGZÍTÉSŰ PVC SZIGETELÉS – 2014.

Új építésű csarnok – csak építési engedélyezési terv készült az építész szakhoz

Az építési engedélyezési tervben fém fegyverzetű szendvicspanelt PVC vízszigeteléssel határozott meg a tervező.

Eltértek az építési engedélyezési tervben megadott szerkezettől, helyszínen rétegekből szerelt tetőszigetelést készítettek.

A szigetelés kivitelezője durva szakmai hibákat követett el:

- nem megfelelő vízszigetelés (nem mechanikai rögzítéshez való)
- nem megfelelő fektetési irány (trapézshullámokkal párhuzamos)
- elégtelen számú mechanikai rögzítés
- attikánál a szélzárás hiányzott
- falfeledés rögzítése elégtelen, megoldatlan

Kérdés: hol volt a műszaki ellenőr?

Építési Hiba – Szerkezet- és Építési Hiba
1/19 (2014.04.15.)

PVC SZIGETELÉS „FELÚJÍTÁSA”

– 2015.



Rögzítés nélküli bitumenes lemezszigetelés lágy PVC szigetelés felújításaként

Az eresz-szegélynél a szig. alá jutott a szél és feltépte az egész vízszigetelést

SÚLYOS KIVITELI HIBA



Nem készült terv vagy pontos kirás a felújításhoz
Kivitelező súlyos szakmai hibát követett el

BME Építészmérnöki Kar
Épületszerkezet-tani Tanszék
Dr. Kakasy László: Tetők viharok esetei és azok tanulságai

Súlyos hiba! – szél, viharok esetei és azok tanulságai

KETTŐS ÁLLÓKORCOS FEDÉS



Egy tetősköt bontott meg a szél a viharoldalon.

Fércek közötti távolság: 70 cm!!!

SÚLYOS KIVITELEZÉSI HIBA!



BME Építészmérnöki Kar
Épületszerkezet-tani Tanszék
Dr. Kakasy László: Tetők viharok esetei és azok tanulságai

Súlyos hiba! – szél, viharok esetei és azok tanulságai

BITUMENES HULLÁMLEMEZ FEDÉS



Azbesztcement szabvány palafedés felújítása bontás nélkül, ráfedéssel

Elégtelen számú rögzítés

Oldalról nem zárták le a hullámlémez szélét, alakapott a szél

SÚLYOS KIVITELI HIBÁK

BME Építészmérnöki Kar
Épületszerkezet-tani Tanszék
Dr. Kakasy László: Tetők viharok esetei és azok tanulságai

Súlyos hiba! – szél, viharok esetei és azok tanulságai

A szélszívás elleni biztonságos rögzítés követelményei ismertek:

- gyártók alkalmazástechnikai kézikönyveiből
- ÉMSZ irányelvekből
- méretezési szabványokból:

korábban: MSZ 15021-1
napjainkban: MSZ-EN 1991-1-4:2007

Általános érvényű követelmény:

OTÉK 253/1997.(XII.20.) Kormányrendelet:
60.§(1) „A tető az építmény rendeltetésének megfelelő mértékben
álljon ellen az időjárás...hatásainak...”

MÉRETEZÉS SZÉLTERHELÉSRE

Számítás az MSZ EN 1991-1-4:2007 alapján:

Falakkal határolt épületeken lévő – nem „szabadon álló” – tetők hejálására

- Külső szélnyomás $w_e = q_p \times c_{pe} (\times \gamma_0)$
- Belső szélnyomás $w_i = q_p \times c_{pi} (\times \gamma_0)$

A fenti képletekben:

„ q_p ” a torlónyomás csúcserőértéke: Részletes számítás: q_p számítással
Egyszerűsített számítás: q_p táblázatból

„ c ” a szabvány táblázataiból kikereshető nyomási (alaki) tényező,
értéke és előjele függ:
- a tető típusától,
- a tető hajlásszögétől,
- a vizsgált tetőfelület helyzetének és a szél irányának viszonyától

„ γ_0 ” a biztonsági tényező, értéke 1,5

Egyszerűsített számítás: csak bizonyos feltételek esetén használható

EGYSZERŰSÍTETT SZÁMÍTÁS

Torlónyomás számítása
helyett táblázatból vett érték $q_p(z)$

Terep (beépítési) kategóriák

- I. Nyílt terep akadályok nélkül
- II. Mezőgazdasági terület elszórtan építmények, fák
- III. Alacsony beépítés, külváros ipari övezetek, erdők
- IV. Intenzív beépítés, átlagosan 15 m magas épületek



Forrás: Terhek és hatások. Tervezés az Eurocode alapján.
BME Szilárdságtani és tartószerkezeti Tanszék

EGYSZERŰSÍTETT SZÁMÍTÁS - LAPOSTETŐ



Átmeneti méretezési tábla nyomott teherreok

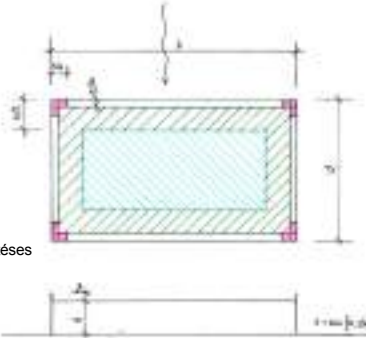
Terhelés	Előterhelés (kN/m²)	Előterhelés (kN)	Előterhelés (kN)	Előterhelés (kN)	Előterhelés (kN)	Előterhelés (kN)	Előterhelés (kN)	Előterhelés (kN)	Előterhelés (kN)
1) Hosszanti pontterhelés	0,9	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
2) Szélességi pontterhelés	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
3) Szélességi terhelés	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
4) Szélességi terhelés	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
5) Szélességi terhelés	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
6) Szélességi terhelés	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
7) Szélességi terhelés	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
8) Szélességi terhelés	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
9) Szélességi terhelés	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
10) Szélességi terhelés	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
11) Szélességi terhelés	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
12) Szélességi terhelés	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
13) Szélességi terhelés	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
14) Szélességi terhelés	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0

Forrás: Terhek és hatások. Tervezés az Eurocode alapján. BMGE Szálszártani és tartószerkezeti Tanszék

Szerkesztés helye: ...
Szerkesztés dátuma: ...

TERÜLETI ZÓNÁK

- F - sarok
- G - külső perem
- H - belső perem
- I - belső mező



- Milyen tetőközhöz?
- Mechanikai rögzítéses
 - Leterheléses
 - Ragasztásos

Szerkesztés helye: ...
Szerkesztés dátuma: ...

TORLÓNYOMÁS ÉRTÉKE ALAPJÁN SZIGETELÉS RÖGZÍTÉSÉNEK TERVEZÉSE

	Belső mező (I)	Belső perem (H)	Külső perem (G)	Sarok (F)
Porrá bitumen	10%	20%	30%	40%
Hőhaj bitumen*	2 csatló/ln	3 csatló/ln	3 csatló/ln	4 csatló/ln
PUH ragasztó**	3-4 csatló/ln	4-5 csatló/ln	5-6 csatló/ln	6-8 csatló/ln
Leterhelés	1N/m²	1N/m²	1N/m²	1N/m²
Mélységkár*** rögzítés	40mm	40mm	40mm	40mm

* kb. 100 g/ln és csatló
** kb. 40g/ln és csatló
*** gyakori által megadott kihelyezési utakat alapján adható

Forrás: Technische Regeln für die Planung und Ausführung von Abdichtungen Mit Polymerbitumen- und Bitumenbahnen. Abc der Bitumenbahnen

Tetőszigetelések tervezési és kivitelezési irányelvei. ÉMSZ

Szerkesztés helye: ...
Szerkesztés dátuma: ...

EGYSZERŰSÍTETT SZÁMÍTÁS – MAGAS TETŐ

a) Félkörnyezetből kábel egyenlő távolságra – egyoldali szélterhelés

Tetőszög	Tetőszög	Tetőszög	Tetőszög	Tetőszög	Tetőszög
α	β	γ	δ	ϵ	ζ
0°	15°	30°	45°	60°	75°
1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5

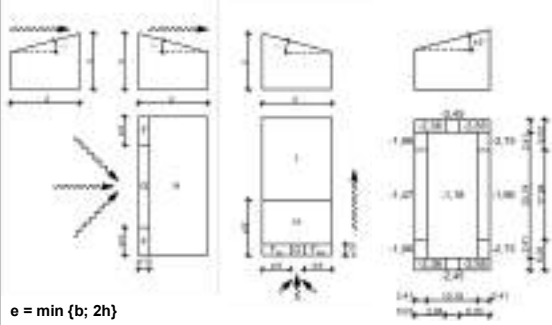
b) Félkörnyezetből kábel egyenlő távolságra – kétoldali szélterhelés

Tetőszög	Tetőszög	Tetőszög	Tetőszög	Tetőszög	Tetőszög
α	β	γ	δ	ϵ	ζ
0°	15°	30°	45°	60°	75°
1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5

Hajlásszög, szélirány a tetőfeléhez viszonyítva, elem nagysága

Forrás: Terhek és hatások. Tervezés az Eurocode alapján. BMGE Szállástechnikai és tartószerkezeti Tanszék

EGYSZERŰSÍTETT SZÁMÍTÁS – MAGAS TETŐ



$$e = \min \{b; 2h\}$$

TANULSÁGOK

A szélterhek méretezés a tervdokumentáció elválaszthatatlan része legyen

A szélterhek felvételének módját a tervdokumentációnak be kell mutatni

A részletképzéseken kiemelt fontossággal kezelendő:

- a szigetelés felső szélénél légtömör lezárása
- a szigetelés (fedés) felső szélénél viharálló rögzítése
- a tetősík peremén a vízszigetelés (fémlemezfedés) vonalmenti rögzítése
- a hézagok (fal-födém, homlokzat) légzárása megoldására gondot kell fordítani

Minősített, megfelelő engedélyekkel rendelkező terméket tervezünk, építünk be

A minősítésnek megfelelő felhasználási területre építhetők be a termékek

Felújítás során a hideg ragasztók használata nagy körültekintést kíván

MÉRETEZÉS NÉLKÜL BETARTANDÓ SZABÁLYOK

Lapostetők:

A hajlatrögzítés minden esetben szükséges – szélterhektől függetlenül
- bitumenes lemezeknél is

A szigetelés felső szélét nem csak rögzíteni, de tömíteni is kell
A fal-födém csatlakozást lég- és páratömör módon kell elkészíteni
Az attikafal elemcsatlakozásait tömítetten kell kialakítani

Cserépfedések

45 fok felett minden 2.v.3., 60 fok felett minden cserepet rögzíteni kell
Erősen szeles területen kisebb hajlásszögnél is rögzíteni kell
Eresz, orom, gerinc vonalában minden cserepet rögzíteni kell
Vágott cserepeket mindig rögzíteni kell

Korcolt lemezfedések

Korctávolságot a szakmai szabályok szerint kell megválasztani
Fércek távolságát a szakmai szabályok szerint kell megválasztani

Építési feladat – szerzők: Hódolatok az építészetnek és az építészeknek

A FELELŐSSÉG KÉRDÉSE

Az Építési törvény és a Kivitelezői kódex alapján **Tervező felelős:**

- az általa készített építészeti - műszaki tervek műszaki tartalmának szakszerűségéért
- a jogszabályok, szabályzatok, építési előírások, szabványok, szakmai szabályok betartásáért
- megfelelő szakismeretekkel és jogosultságokkal rendelkező szakági tervezők kiválasztásáért

Az Építési törvény és a Kivitelezői kódex alapján **Kivitelező felelős:**

- az engedélyezési / a kiviteli tervekben előírtak betartásáért és betartatásáért, a jogszabályok, szabályzatok, építési előírások, szabványok és egyéb szakmai szabályok betartásáért
- az elvégzett szakmunkák eredményeként létesült szerkezetek, berendezések, építmény, építményrész rendeltetésszerű és biztonságos használhatóságáért

Építési feladat – szerzők: Hódolatok az építészetnek és az építészeknek

SZAKKÖNYVEK AZ ÉMSZ SZERZŐITŐL



Építési feladat – szerzők: Hódolatok az építészetnek és az építészeknek

Köszönöm a figyelmet!



SAKKÖNYVEK AZ ÉMSZ SZERZŐITŐL

