

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Villamos Energetika Tanszék  
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport

## Épületvillamosság laboratórium

# Villámvédelemi felfogó-rendszer hatásosságának vizsgálata

## Jegyzőkönyv

Mérésvezető: Dr. Kiss István

Mérőcsoport jele:

Mérést végezték:

**Mérés célja:** A hallgatók megismerkedjenek a villámvédelmi felfogó elrendezések meghatározásának egyik lehetséges módjával, a gördülőgömbös szerkesztési módszerrel, valamint megtanulják az alapvető villámvédelmi fogalmakat, így többek között: villámvédelmi szint, védettnek tekinthető tér, vonzási tér, PMAV módszer (Valószínűséggel súlyozott vonzási tér), becsapási gyakoriság, pozitív villám, negatív villám, egyenpotenciálra hozás.

## A mérési elrendezés

**Mérés:** A laboratóriumi mérés során két épület felfogóinak védőhatását vizsgáltuk.

Az első egy **családi ház** modellje, amely 1:100-as méretarányban készült. Az alaprajz négyzet alakú, a tető egybevágó háromszögekből álló sátortető.

A modell geometriai méretei a következők:

Alap: 19x19 cm

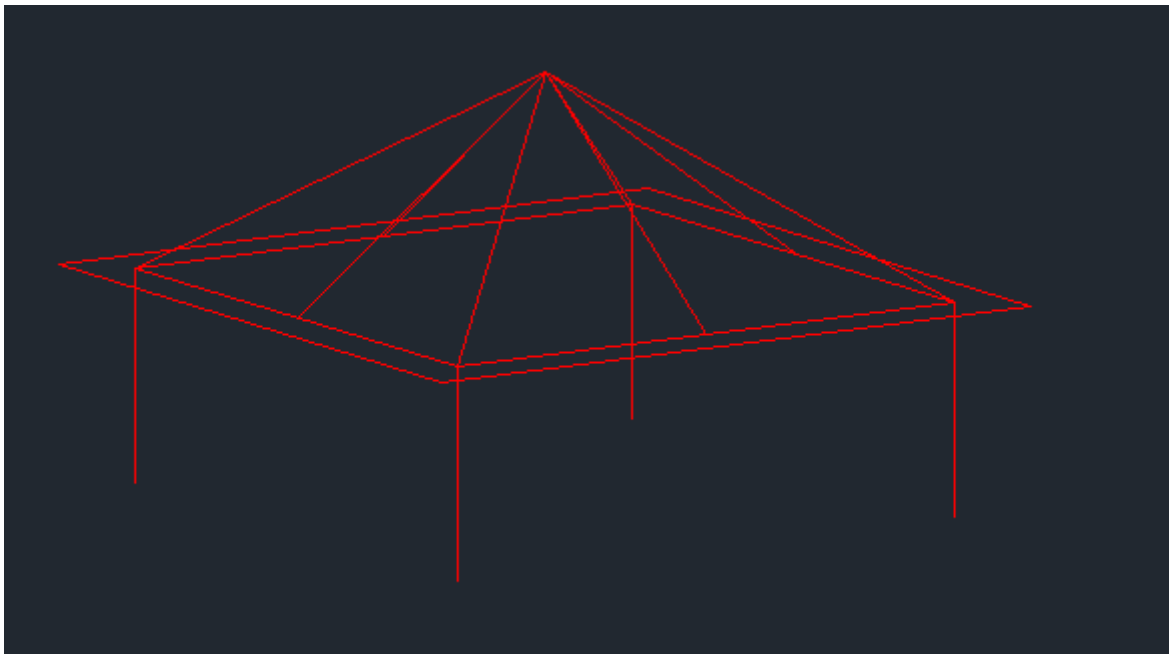
Oldalfalak magassága: 7 cm

Tető legmagasabb pontja a földtől: 14 cm

Szélesség az ereszcatornákkal: 22,5x22,5 cm

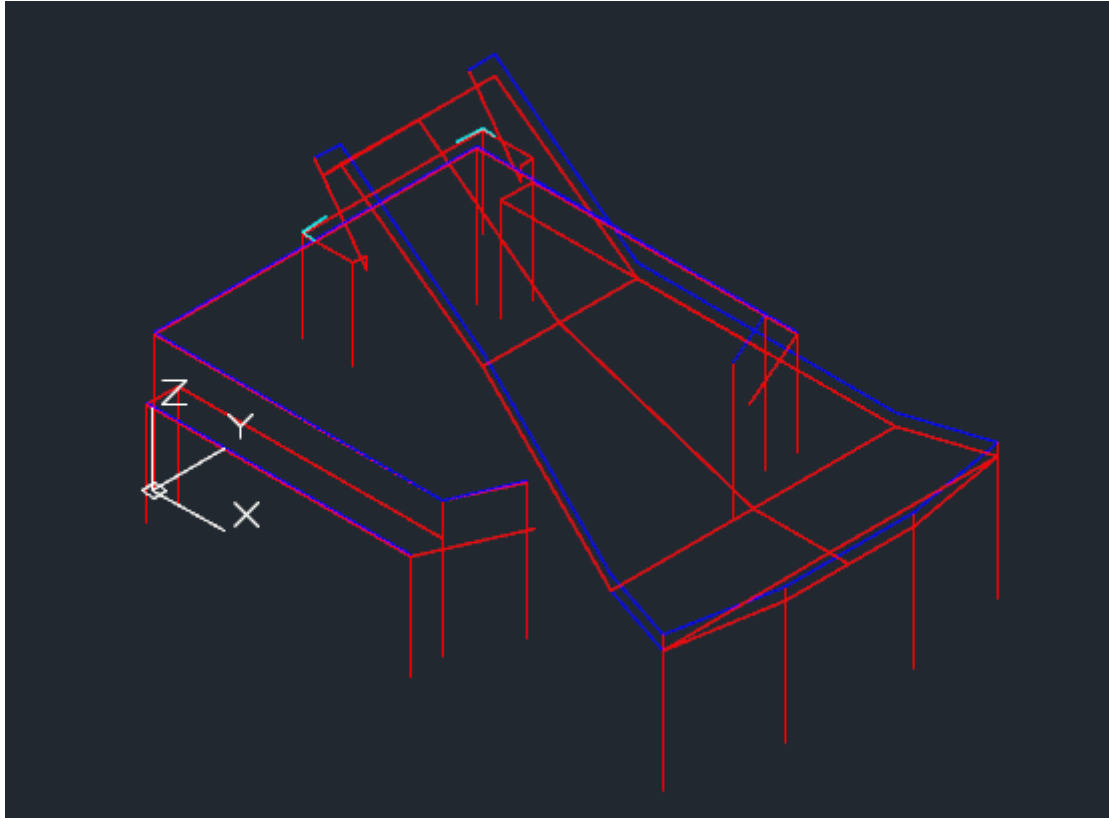
A felfogót a tető csúcspontjára helyeztük el, hossza 5,25 cm volt.

A ház esetében az ereszcatornát és a felfogó csúcspontját azonos távolságra, első esetben 60cm-re, majd a második mérés során 45 cm-re helyeztük el a lökésgerjesztő kimenetére kötött függőleges rúdtól. A családi ház rajza az 1. ábrán látható.



1. ábra: A családi ház rajza

A második modell a **Győri Nemzeti Színház** (korábban Kisfaludy Színház) 1:500 méretarányban kicsinyített mása. A színházat lökésgerjesztő kimenetére kötött függőleges rúdtól 12cm-re helyeztük el. A színház rajza a 2. ábrán látható.

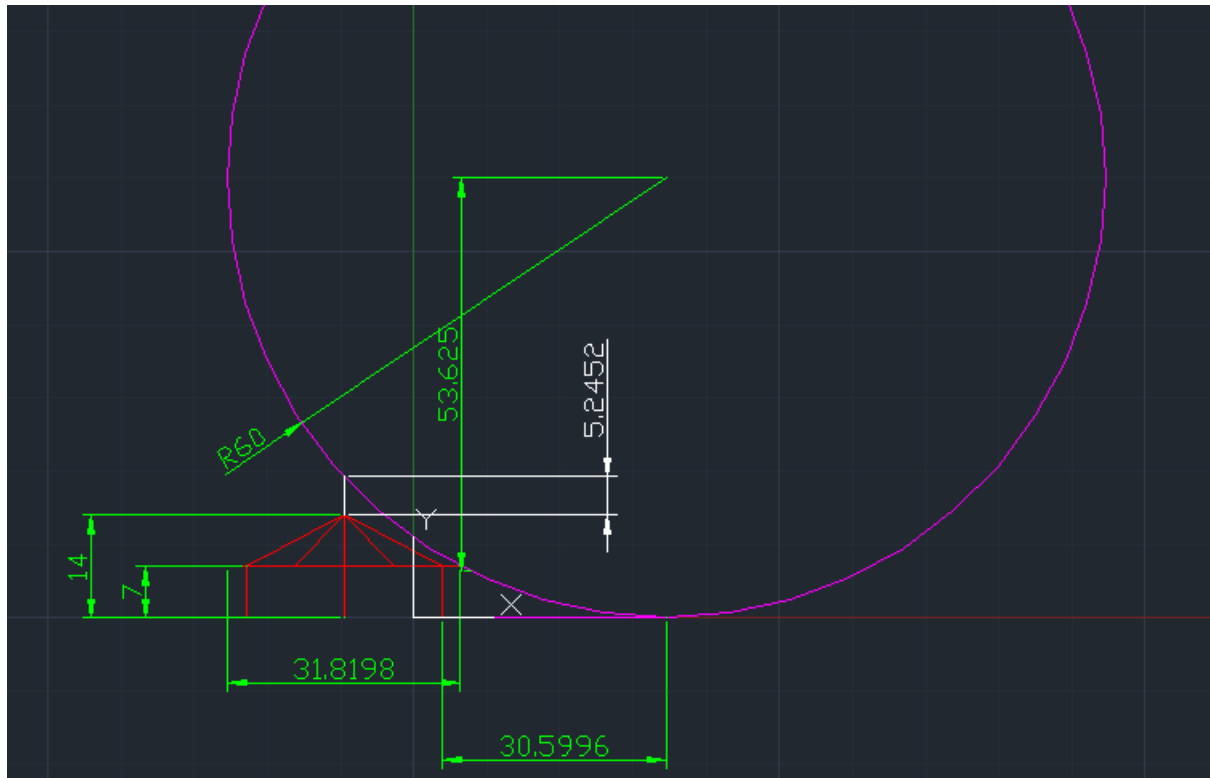


2. ábra: A színház rajza

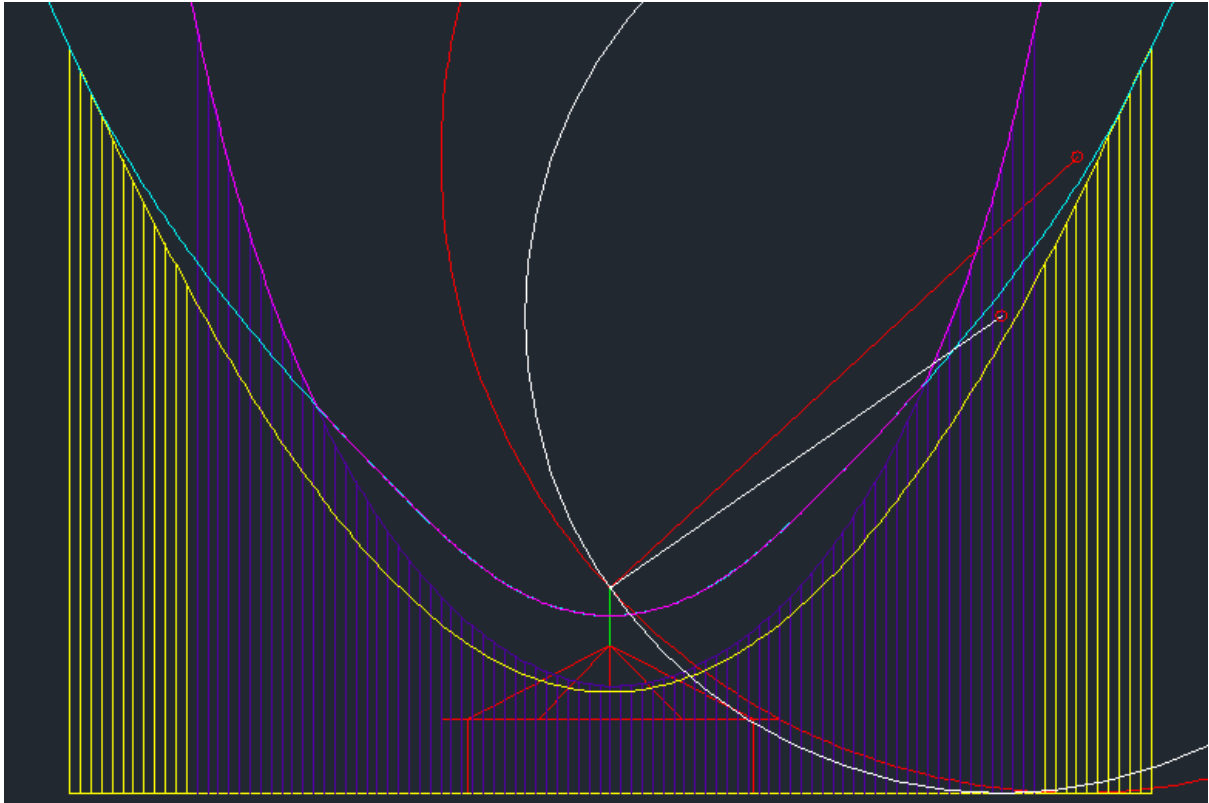
A mérés során a villám előkiszülését a lökésgerjesztő kimenetére kötött függőleges rúddal modellezzük. A rúd végpontja lesz az orientációs pont.

## Gördülőgömbös szerkesztés

A 3. ábrán látható mérésvezető által elő írt (60 méter sugarú), gördülő gömbös módszerrel végzett szerkesztés. A 4. ábra pedig a felfogó által meghatározott vonzási teret az épület geometriájának függvényében ábrázolja.



3. ábra: A gördülőgömbös szerkesztés



4. ábra: Vonzási terek határvonalai

- **Piros kör:** 60 méteres gördülő gömb, középpontjában az orientációs ponttal
- **Fehér kör:** 45 méteres gördülő gömb, középpontjában az orientációs ponttal
- **Sárga határvonal:** A felfogó által meghatározott vonzási tér negatív villámok esetében, amennyiben nem vesszük figyelembe az épület vonzási terét.
- **Kék határvonal:** A felfogó által meghatározott vonzási tér pozitív villámok esetében, amennyiben nem vesszük figyelembe az épület vonzási terét.
- **Rózsaszín határvonal:** A felfogó által meghatározott vonzási tér negatív villámok esetében, amennyiben figyelembe vesszük az épület vonzási terét is.
- **Cián határvonal:** A felfogó által meghatározott vonzási tér pozitív villámok esetében, amennyiben figyelembe vesszük az épület vonzási terét is.

A szerkesztéshez szükséges adatokat MATLAB segítségével határoztuk meg, az alábbi kód alapján, amely a mérési sillabuszban megadott egyenletekre és állandókra épül.

```

clc;
clear;

epsz=0.88; % - villám = 0.88; + villám = 1.06;

ciklus=65;

for i = 1:ciklus
    x(i) = i-1;
end

for i = 1:ciklus
    r(i) = 1;
end

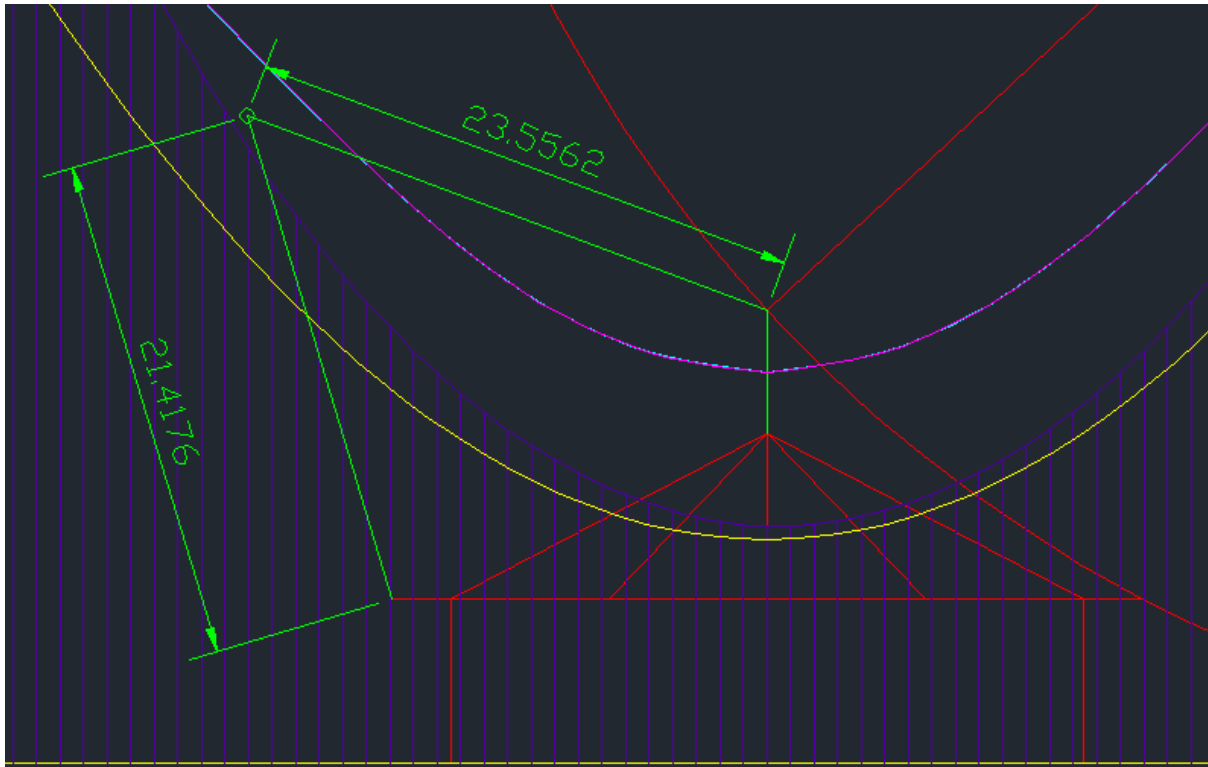
i=1;
h=19.25;

syms v
while i<=(ciklus+1) %
    sol = solve((1-(epsz))*v^2 - epsz*2*v*h + h^2 + x(i)^2 == 0);
    r(i)= sol(2,:);
    i=i+1;
end

for i = 1:ciklus
    z(i) = r(i)*epsz;
end

```

Az elméleti vonzási tér megrajzolása utána a valódi vonzási teret az épület héjazatának egyes pontjait és a felfogó csúcsát összekötő egyenesek középpontjaira illesztett merőlegeseinek a segítségével határoztuk meg. Ezek a merőleges egyenesek egy-egy részt vágnak ki az elméleti vonzási térből, ezzel csökkentve azt. A következő ábra (5. ábra) szemlélteti ennek a hasznosságát, hiszen adódhat olyan orientációs pont, amely bár az elméleti vonzási térben helyezkedik el egyaránt pozitív és negatív villámok esetében is, de az épület elhelyezkedése miatt, a villám ebből a pontból az ereszcatornát látja közelebbinek, nem pedig a felfogó bármely pontját. Ebben az esetben az épület ereszcatornáját fogja nagyobb valószínűséggel érni a villámcsapás.



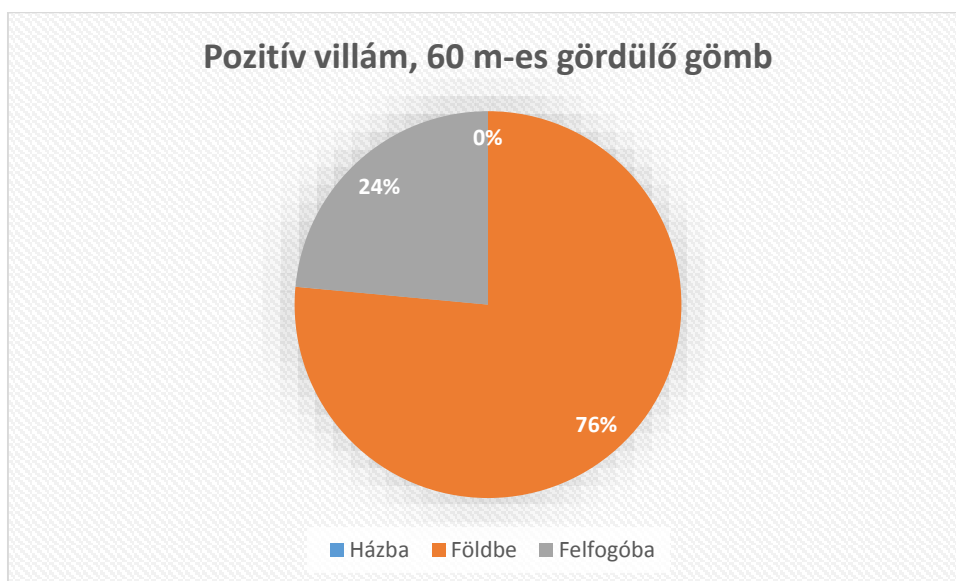
5. ábra: Orientációs pont a vonzási téren kívül

A szerkesztés során közvetlen a felfogó környezetében olyan kis valószínűséggel esne a villám orientációs pontja, hogy ott további egyszerűsíthetéssel élhetnénk.

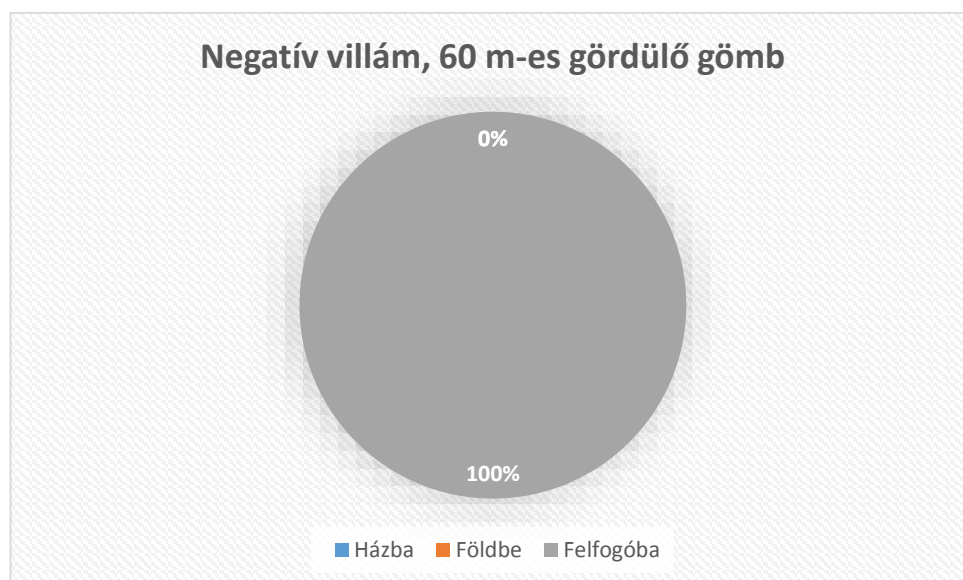
Az ábrán látható, hogy a pozitív és negatív villámokhoz tartozó határvonalak között helyezkedik el az orientációs pontunk, amiből az fog következni, hogy a mérési sorozatok során a pozitív és negatív villámok becsapási gyakoriságában jelentős eltérések lehetnek.

## Beccapási gyakoriságok ábrázolása

A beccapási gyakoriság a családi ház esetén, 60 és 45 méteres gördülő gömbök esetén.

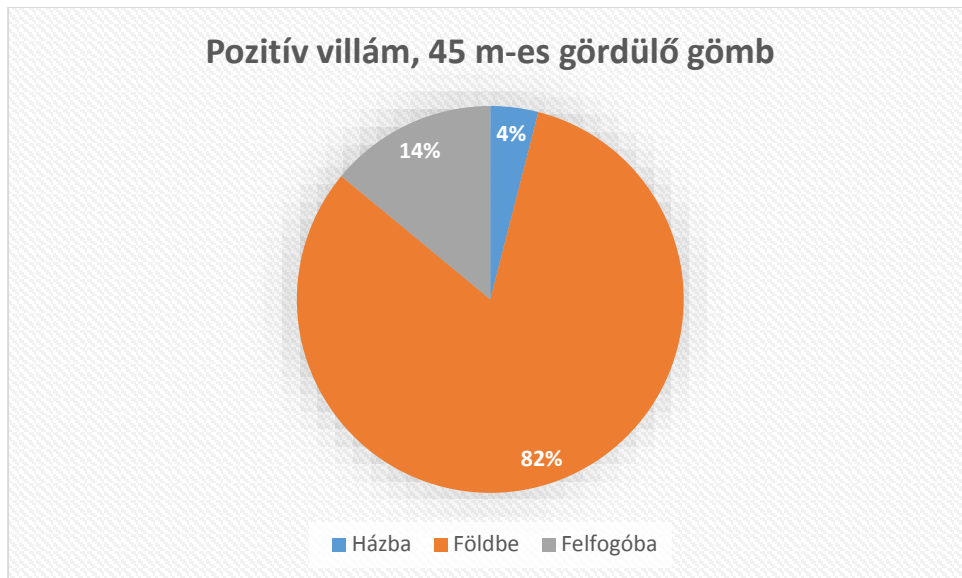


1. diagram: Villámcsapások eloszlása

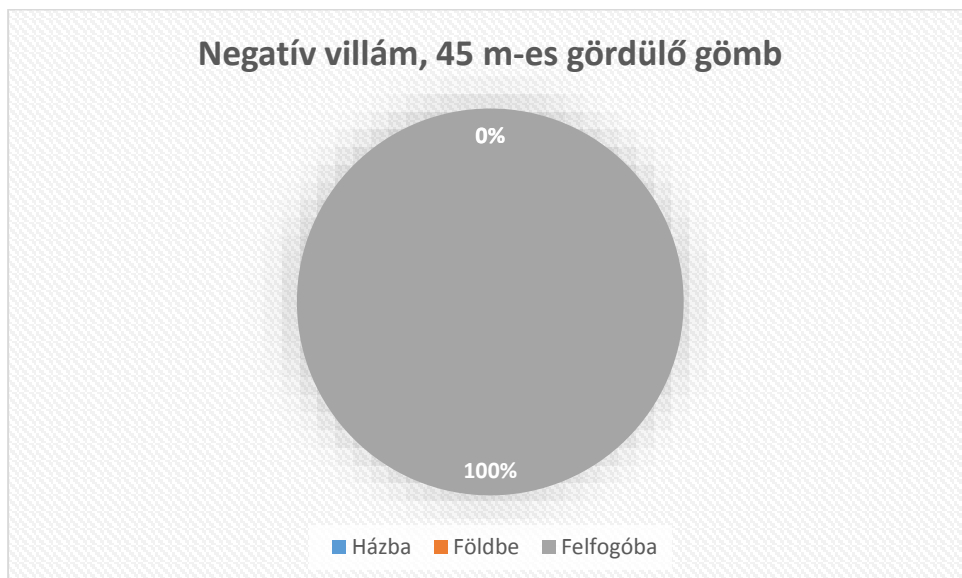


2. diagram: Villámcsapások eloszlása



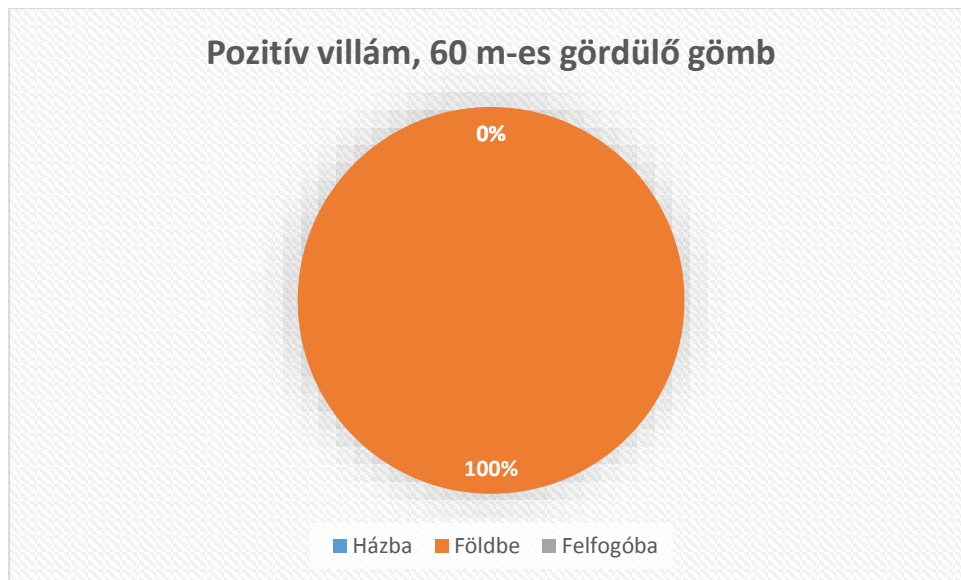


3. diagram: Villámcsapások eloszlása

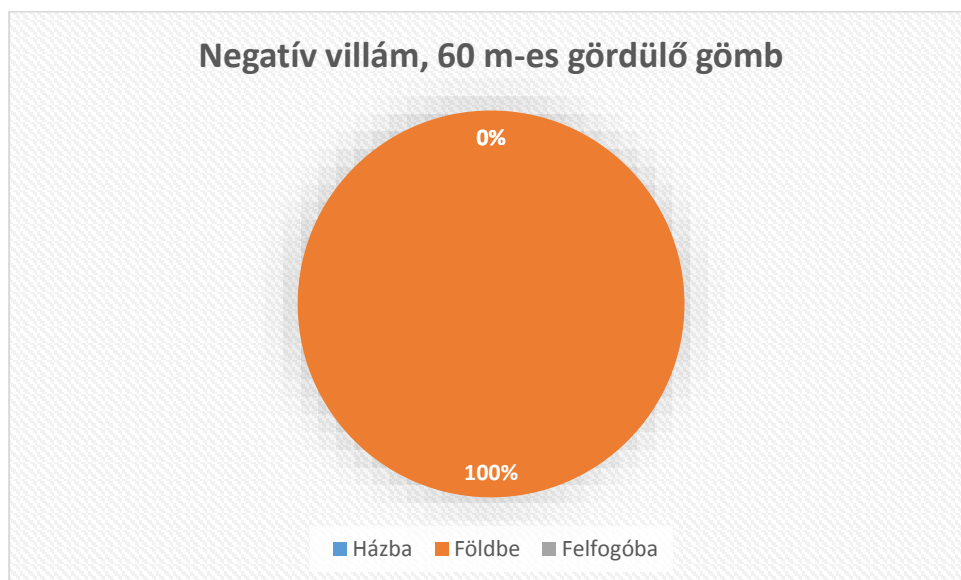


4. diagram: Villámcsapások eloszlása

A becsapási gyakoriság a Győri Nemzeti Színház esetén.



5. diagram: Villámcsapások eloszlása



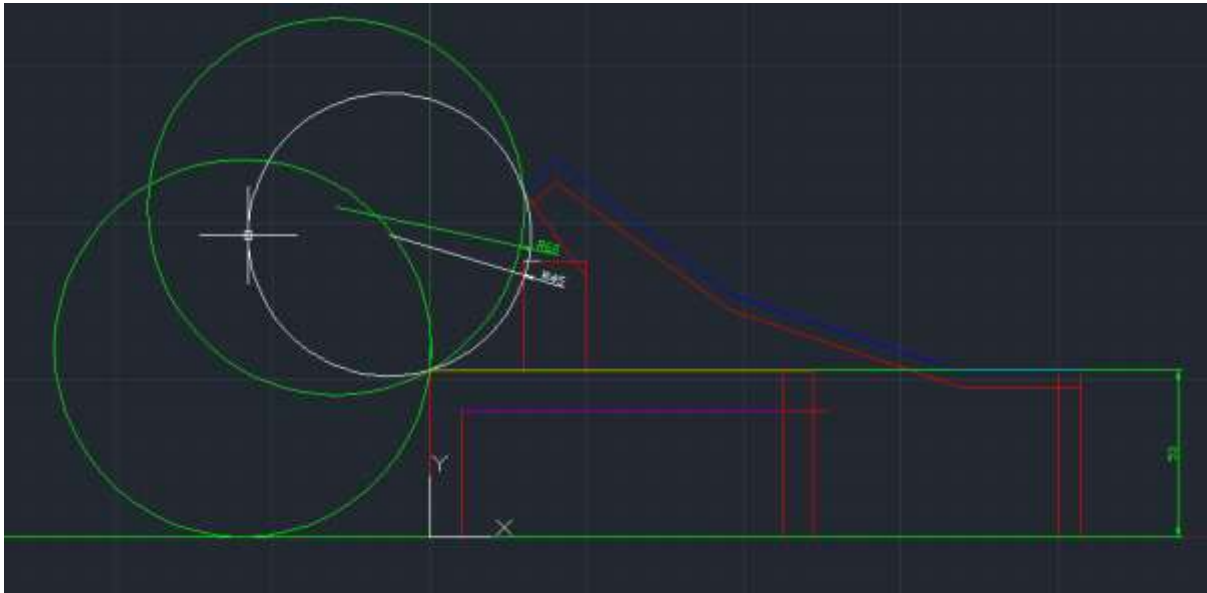
6. diagram: Villámcsapások eloszlása

Sajnos nem volt már idő, több mérési elrendezésben (45 méteres gördülő gömb) ezt az esetet vizsgálni.

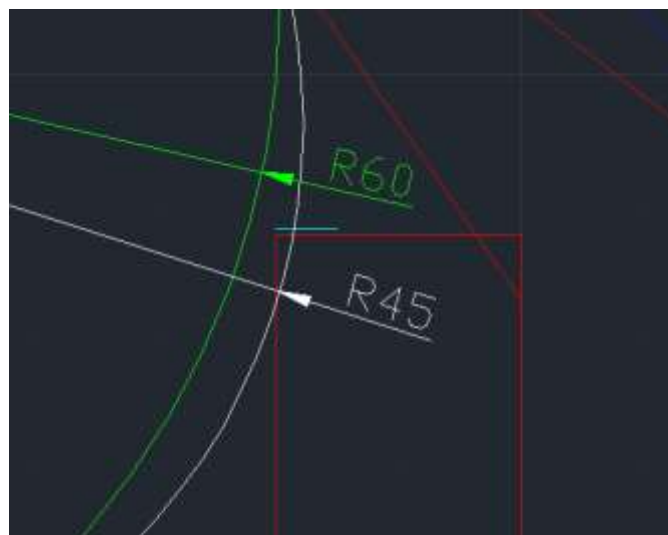
## A színház makett vizsgálata

A mérési útmutatóban meg volt jelölve a színház egy sarka, amelynél vizsgálni fogjuk, hogy milyen mértékben változik a becsapási gyakoriság akkor, ha ott felfogó van, ahhoz képest, ha nem építenek ki felfogót. A makett szimmetrikus, ezt a sarkot kivéve: itt az egyik oldalon van felfogó, a másikon nincs.

60 méteres gördülő gömb esetén nem szükséges felfogó, mivel az ábrán (6. ábra) látható, hogy a gömb nem metszi az épületet azon a részen, ahol a felfogót helyeznénk el. 45 méteres sugár esetén szükséges a felfogó.



6. ábra: A színház maketthez kapcsolódó gördülőgömbös szerkesztés



7. ábra: A kérdéses pont kinagyított ábrája