

A napelemek építészeti és tűzvédelmi kihívásai – hazai és nemzetközi tapasztalatok

Lestyán Mária

elnök, TSZVSZ Magyar Tűzvédelmi Szövetség

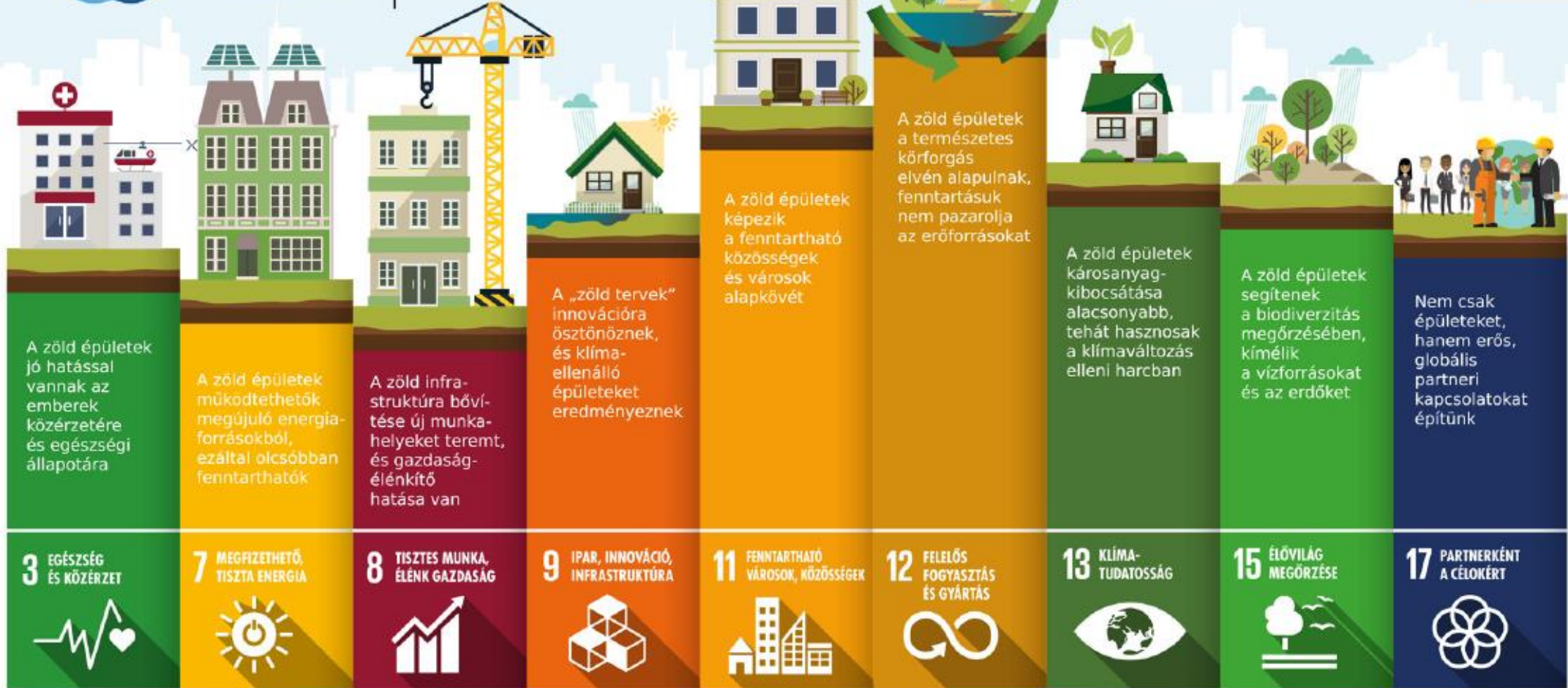
Napelemes rendszerek tűzvédelme – szakmai nap, Balatonföldvár, 2023. okt. 16.





WORLD
GREEN
BUILDING
COUNCIL

FENNTARTHATÓ FEJLESZTÉS CÉLOK

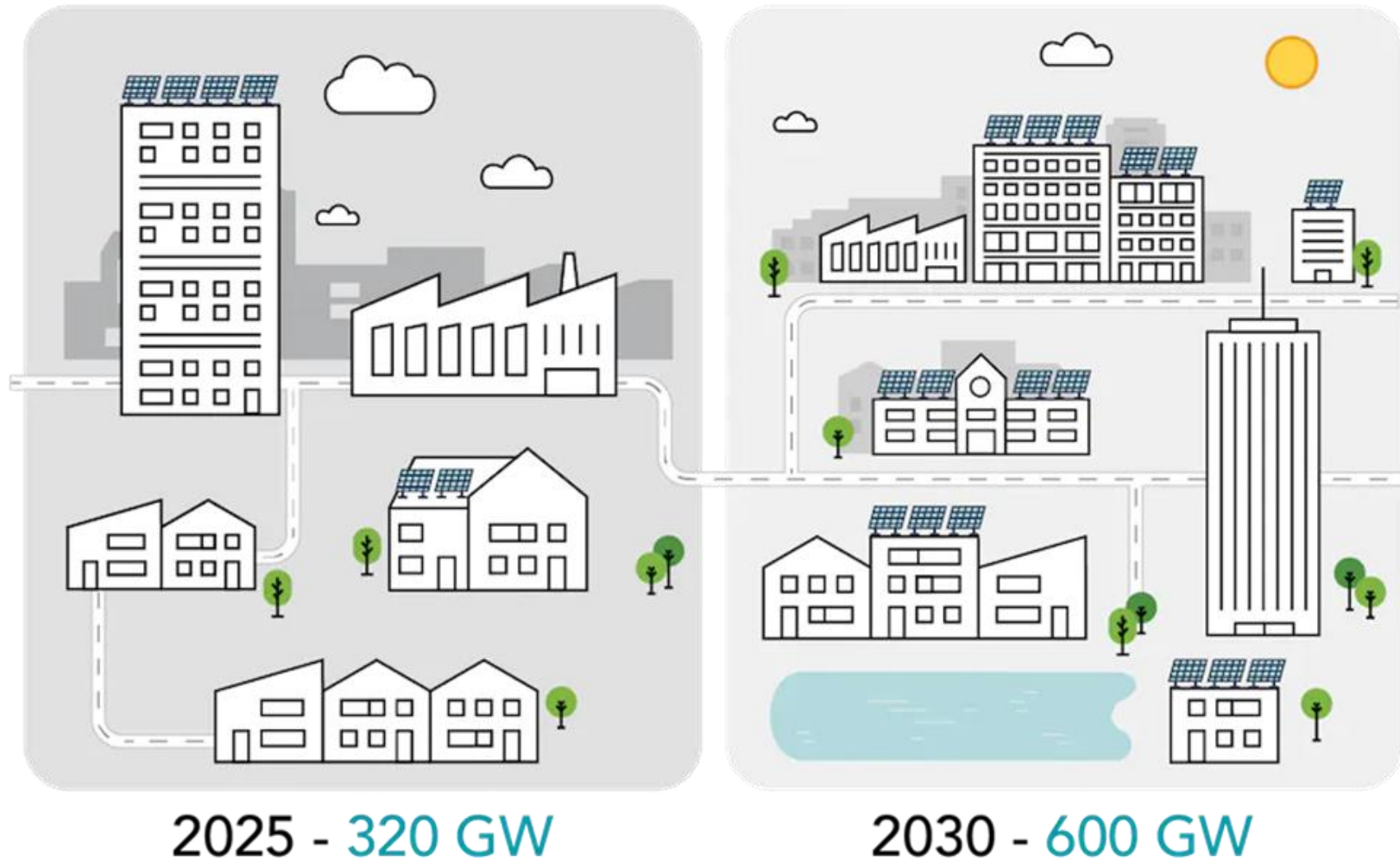


FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉSI CÉLOK – KILENCBEN OTT A TŰZVÉDELEM



Napelemes rendszerek tűzvédelme – szakmai nap, 2023. okt. 16.

Várható teljesítmény növekedés - EU



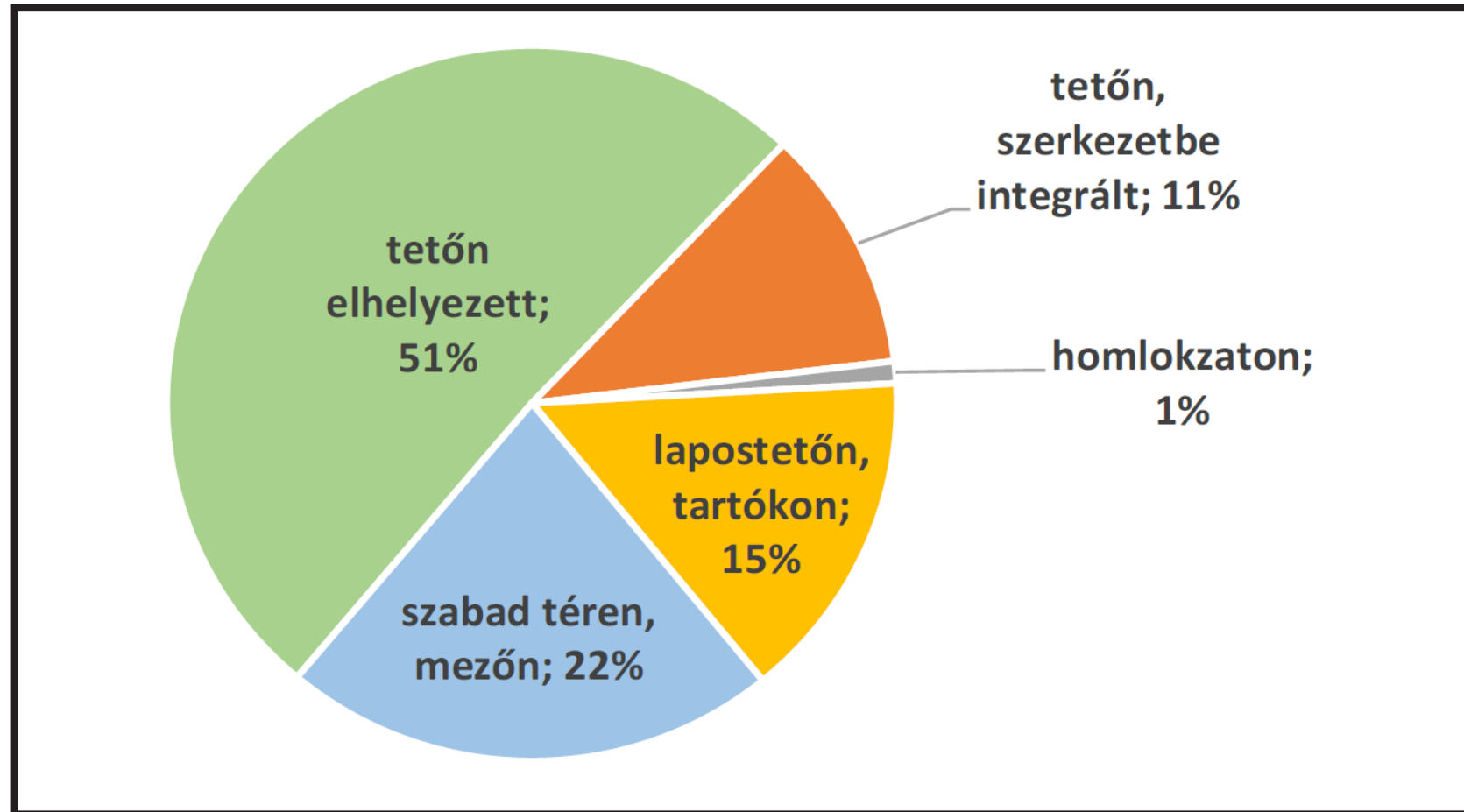
Válaszút?

Tűzvédelem

Energiahatékonyság

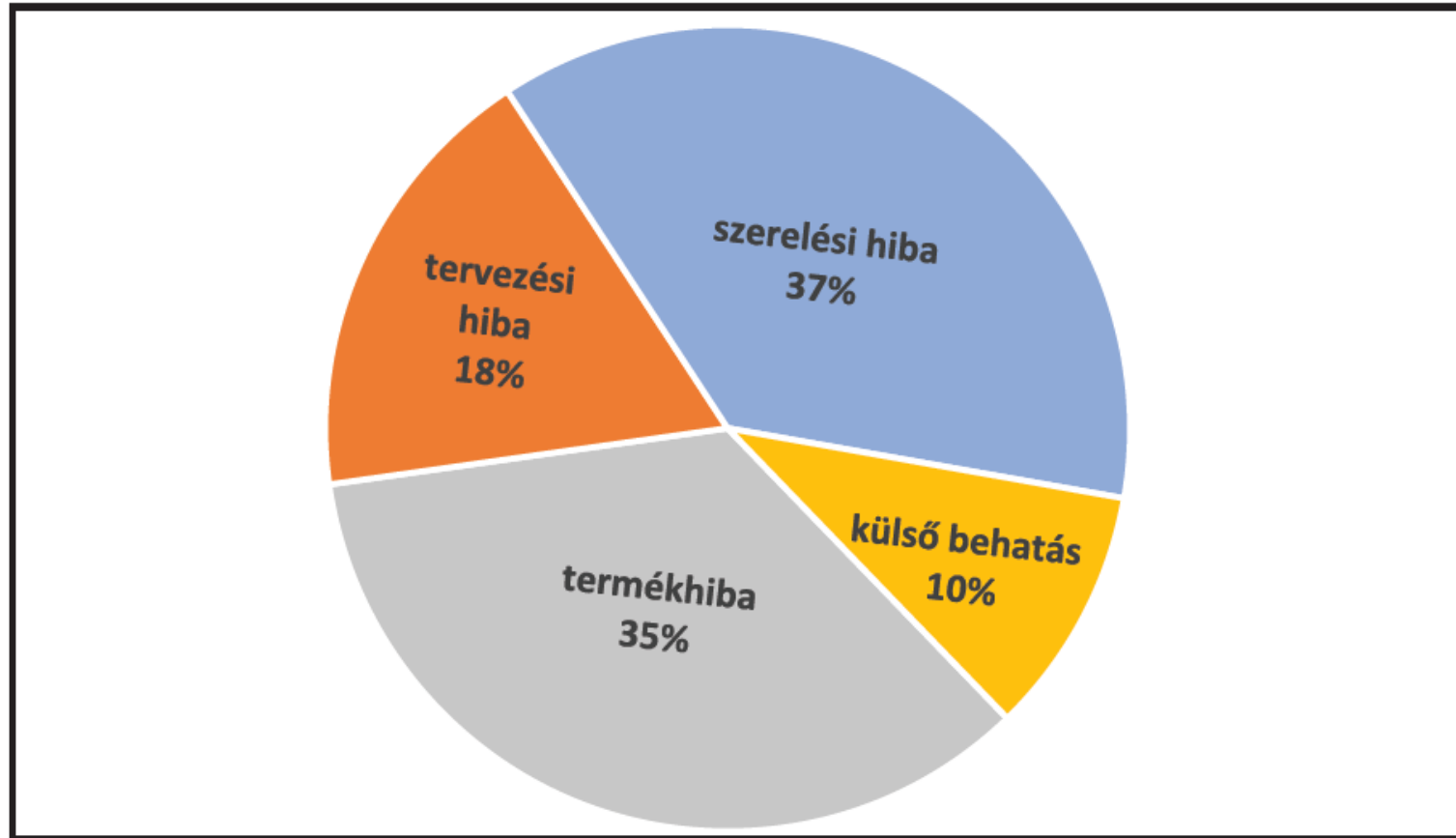


Fotovoltaikus rendszer tüzeinek megoszlása



(Laukamp et al.,
2013)

A fotovoltaiikus rendszer tüzeinek okai



(Laukamp et al., 2013)

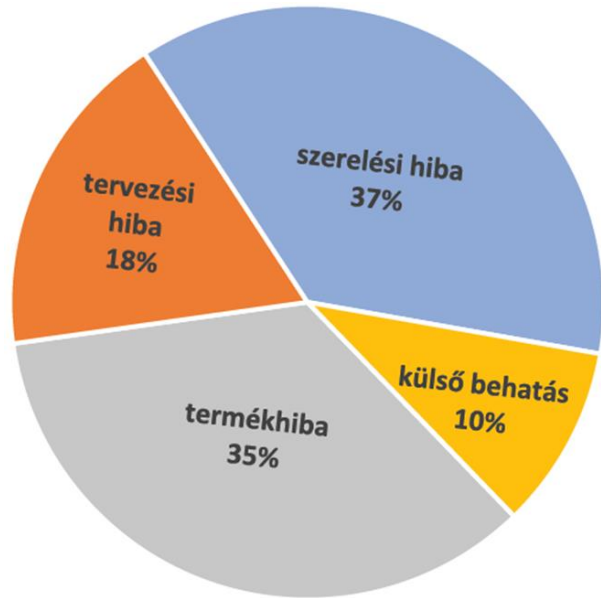
Elektromos rendszerek – tűzvédelmi kockázat?

- Minden elektromos rendszer hordoz kockázatot!
- Meghibásodásuk tüzet okozhat!

- Mi jelent alapvető kockázatot?
- Megfelelő a szabályozási környezet?
- Megfelelő a tervezők, kivitelezők tűzvédelmi tudása?
- Megfelelő a végfelhasználók rendszer ismerete?
- Vannak megfelelő karbantartási utasítások?
- Miként lehet csökkenteni a kockázatot?



Mi jelent alapvető kockázatot?



Tervezési hiba:

- milyen termékből?
- milyen környezetbe?
- kockázat elemzés nélkül?

Termék hiba:

- meghibásodás?
- nem megfelelő?
- termék szabványok?

Kivitelezési hiba:

- nem elégséges termék ismeret?
- terv hiánya?

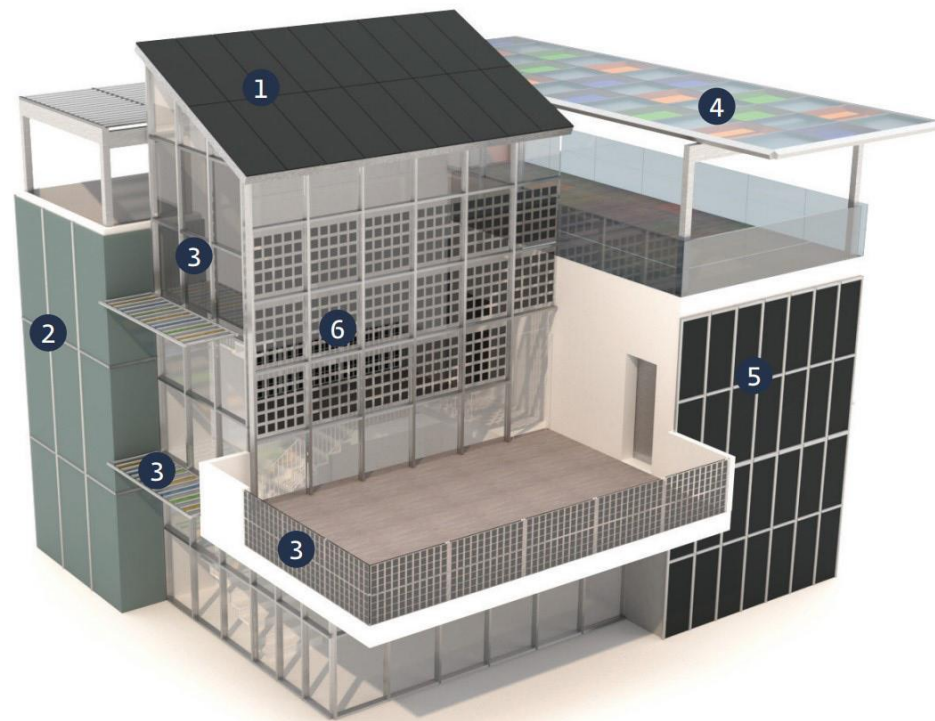
Külső behatás:

- védelem szükséges?
- ellenőrzés, karbantartás szükséges?

Rendszertípusok

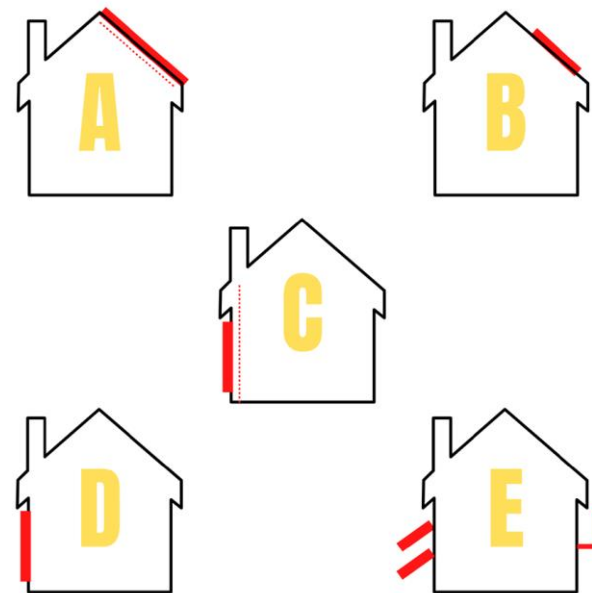
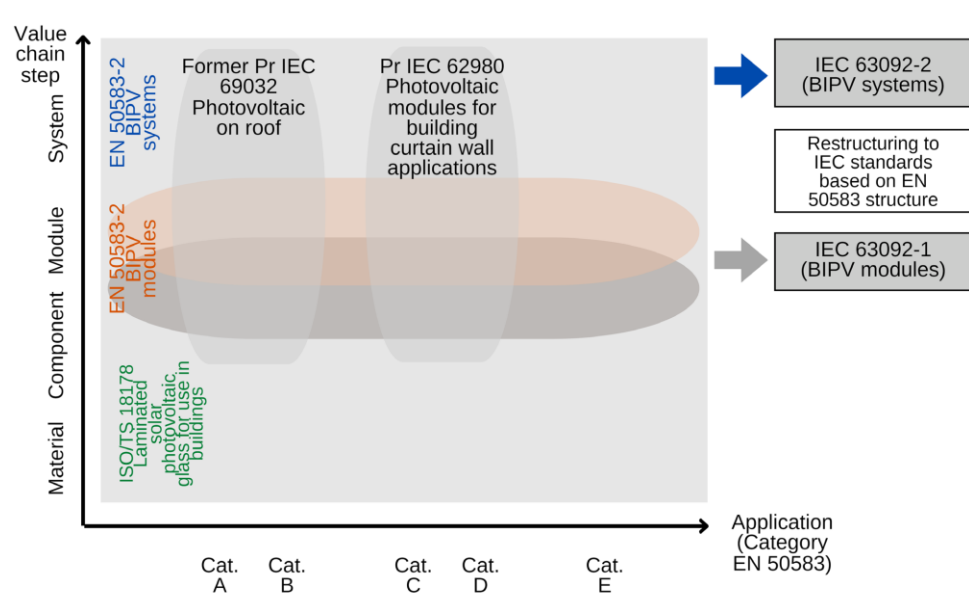
1. Discontinuous roof - Elemes tetőfedés
2. Rainscreen - Esővédő burkolat
3. External integrated devices - Külső szerkezetbe integrált
4. Skylight - Tetőfelülvilágító
5. Prefab system - Előregyártott rendszer
6. Curtain wall - Fügönyfal

- PV photo-voltaic module, solar panel
- BIPV building integrated photovoltaics system
- BAPV building attached photovoltaic systems



Szabványok – Termékbiztonság?

Nincsenek egységes szabályozások és vizsgálati módszerek, ezek jelenleg kidolgozás alatt állnak.



- (A) Lejtős, tetőbe integrált, az épületen belülről nem megközelíthető.
- (B) Lejtős, tetőbe integrált, épületen belülről megközelíthető.
- (C) Nem lejtős (függőlegesen) szerelt, az épületen belülről nem hozzáférhető.
- (D) Nem lejtős (függőlegesen) szerelt, az épületen belülről megközelíthető.
- (E) Kívülről integrált, az épületen belülről megközelíthető vagy nem megközelíthető.

Lehetséges vizsgálatok



Figure 3– Example of a Class A burning-brand test – the PV module fails the test (LAPI laboratory)

- ISO 834-1, Fire-resistance tests - Elements of building construction - Part 1: General requirements
- ISO 834-3, Fire-resistance tests - Elements of building construction - Part 3: Commentary on test method and test data application
- ISO 5657, Reaction to fire tests - Ignitability of building products using a radiant heat source
- ISO 13501-5:2005, Fire classification of construction products and building elements - Part 5: Classification using

data from external fire exposure to roofs tests



Napelemes rendszerek tűzvédelme – szakmai nap, 2023. okt. 16.

- ENV 1187-1/4: Test methods for roof coverings under the influence of a thermal attack of

Lehetséges vizsgálatok



Figure 8. Spread of flame test performed on a non-combustible roof deck with a non-combustible PV module surrogate installed with zero setback and a 10 inch standoff height. (Photograph from Backstrom et al. 2010.)



Figure 9. Spread of flame test performed on non-combustible roof deck with non-combustible PV module surrogate installed with zero setback and a 2.5 inch standoff height. (Photograph from Backstrom et al. 2010.)

Forrás: www.ing.dk

Milyen szerkezeten?
Milyen fedésen?
Milyen napelemet?
Milyen légréssel, beépítési távolsággal?
..... alkalmazzunk.....?



Írjunk fel egy négy ismeretlenes egyenletrendszert:

$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + a_{13} x_3 + a_{14} x_4 = b_1 \quad (1)$$

$$a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + a_{23} x_3 + a_{24} x_4 = b_2 \quad (2)$$

$$a_{31} x_1 + a_{32} x_2 + a_{33} x_3 + a_{34} x_4 = b_3 \quad (3)$$

$$a_{41} x_1 + a_{42} x_2 + a_{43} x_3 + a_{44} x_4 = b_4 \quad (4)$$

Forrás: www.pv-magazine.com

NFPA - Fire Safety Challenges of 'Green' Buildings and Attributes

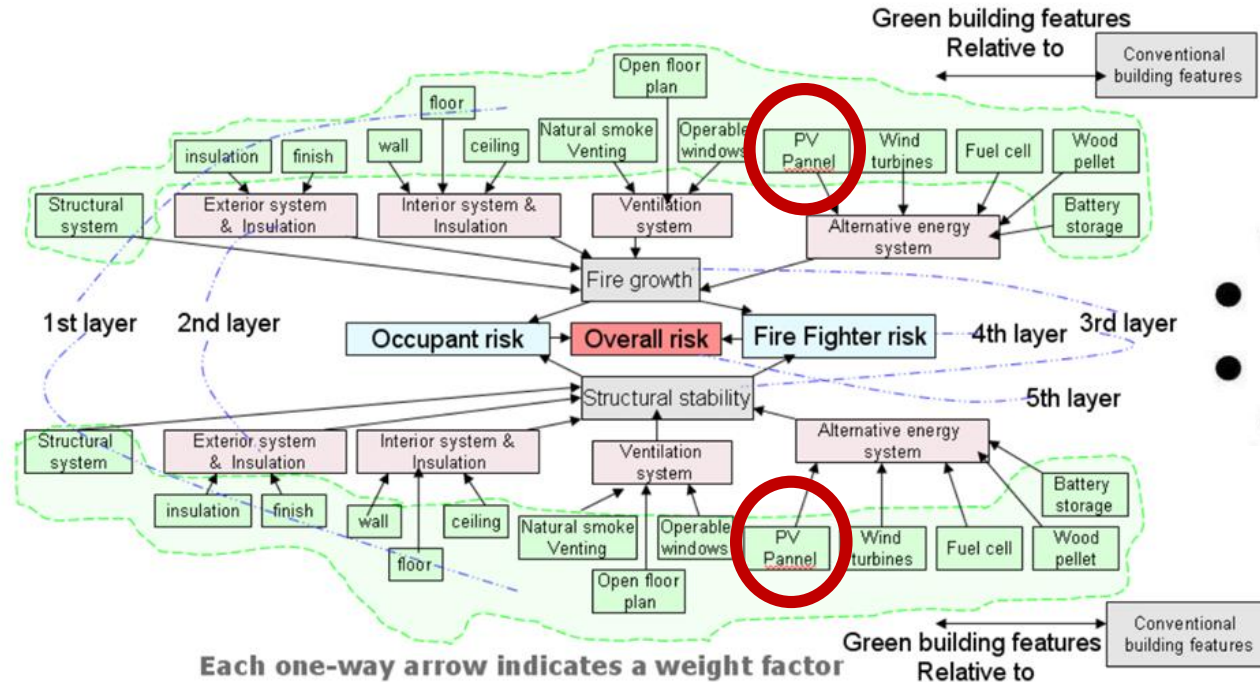


Figure 4.7 Schematic of Comparative Risk Assessment Approach for 'Green' Buildings (Meacham et al., 2017)

<https://www.nfpa.org/~media/Files/News%20and%20Research/Fire%20statistics%20and%20reports/Building%20and%20life%20safety/RFGreenBuildings2020.pdf>

**Komplex összetett problémakör!
 Komplex megoldást igényel!**

FPA ajánlás (50 oldal)



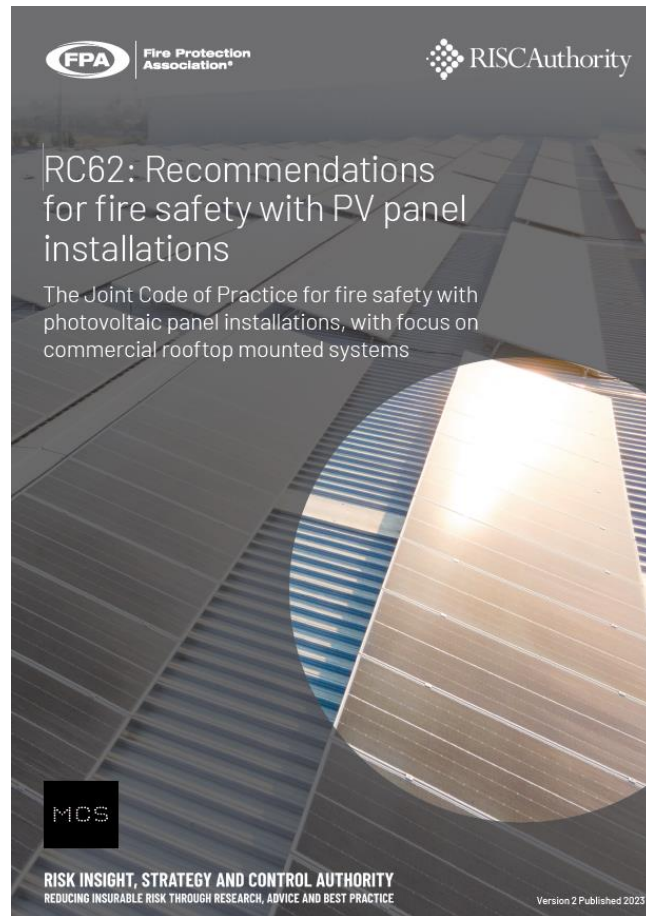
- Gondos tervezés, kivitelezés
- **Üzembe helyezés** – minden lényeges információ, kezelési utasítás, dokumentum átadása
- **Rendszeres szemrevételezés** – vihar, zivatar nyomán, tisztítás, figyelem a kábelsérülésekre, túlmelegedő alkatrészek
- **Rendszeres, ütemezett karbantartás**
- Száraz falevelek növényi részek eltávolítása, tisztítás
- **Tűzjelző berendezés** az inverterek, leválasztók, kezelőpanelek környezetében
- Tűzoltó berendezés – előny

FPA ajánlás – veszélyek mérlegelés



- Milyen mértékben növeli a tűz kockázatot?
- Szükséges minősítések, követelmények
- Nem éghető fogadó- (tető) szerkezetek. Éghető szerkezeten jelentős lehet a tűzterjedés
- **Megfelelő és biztonságos hozzáférési lehetőség a szervizeléshez, karbantartáshoz, tisztításhoz, tűzoltói beavatkozáshoz**
- Tetőn nagyon nagy lefedettségben elhelyezett napelemek meggátolhatják a tető hő- és füstelvezetés szempontjából történő tűzoltók általi megnyitását
- **A többlet súly gyorsabb szerkezeti tönkremenetelt okozhat**
- Napelem és tetőfedés közötti résekben a hó és jég felhalmozódása problémát okozhat

FPA ajánlás – veszélyek mérlegelés

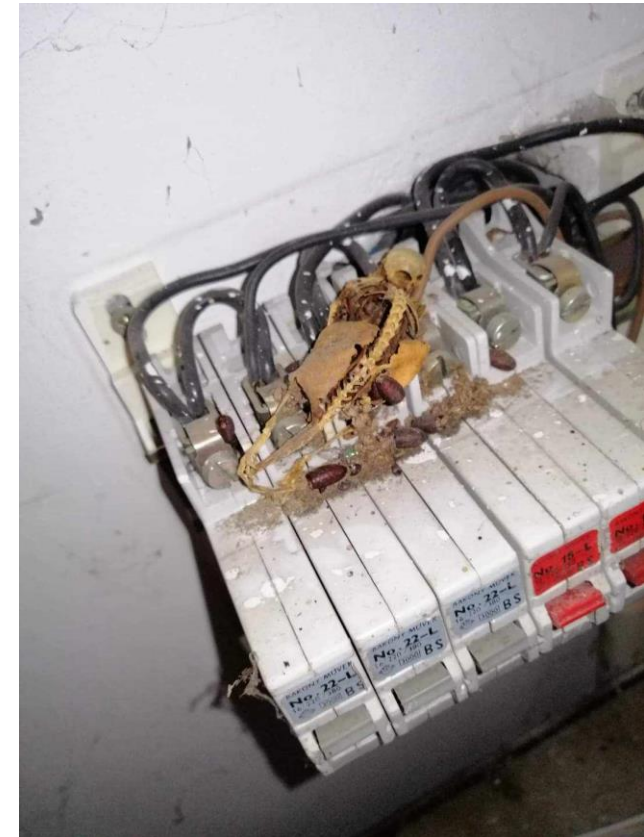
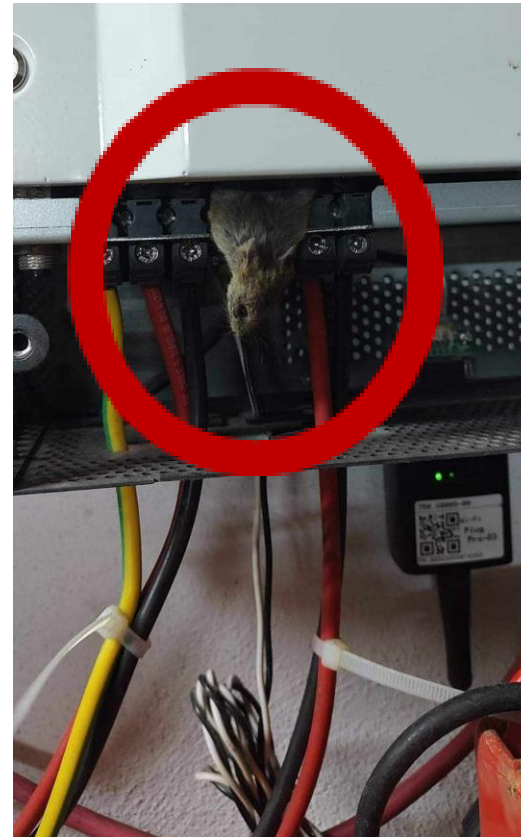


- Tetőrészekbe bejutott hulladék, lombozat, madár és rágcsáló fészkek, moha és zuzmószaporulat melegedési(forró) pontokat okozhatnak, gyújtásveszély
- Szélsőséges időjárási viszonyok
- Építési és tűzvédelmi előírások betartása, tervdokumentáció készítési kötelezettség
- **A tervezésnek minimálisra kell csökkentenie a meghibásodások lehetőségét. A termék kiválasztásoknál figyelemmel szükséges lenni a hőmérséklet ingadozás, időjárás és páratartalom hatására.**
- Villámvédelmi rendszer szükségességének mérlegelése
- Tűzterjedés gátló szerkezetek környezetében való kialakítás
- Kábel nyomvonalak, kábelhosszak

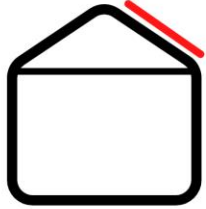
FPA ajánlás – veszélyek mérlegelés



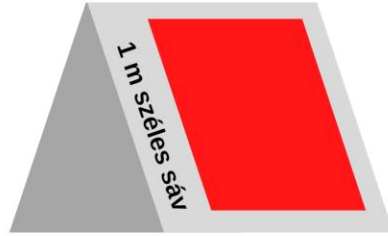
- Rágcsálók, mókusok, fészkelő madarak veszélye



Beavatkozás feltételeinek biztosítása terv szinten



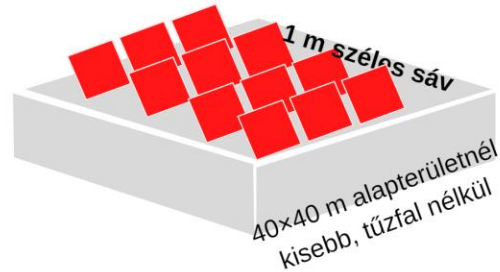
Kijutási lehetőség
ferde tetőre
a napelemmel nem
beépített
északi oldalon



Más kijutási lehetőség
hiányában a kétoldali
beépítettség esetén a
bejárhatóság megoldása
szabadon hagyott sávval



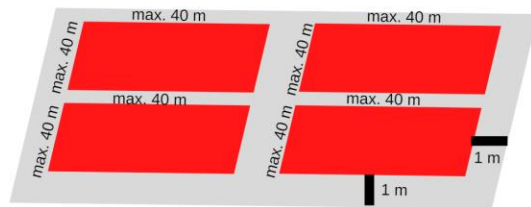
Kijutási lehetőség
kétoldali beépítettség
esetén az oromoldali
ablakon



Kisebb területű lapostető
esetén más kijutási lehetőség
hiányában szabadon hagyott
sáv a hosszabbik oldalon,
20 méterenként

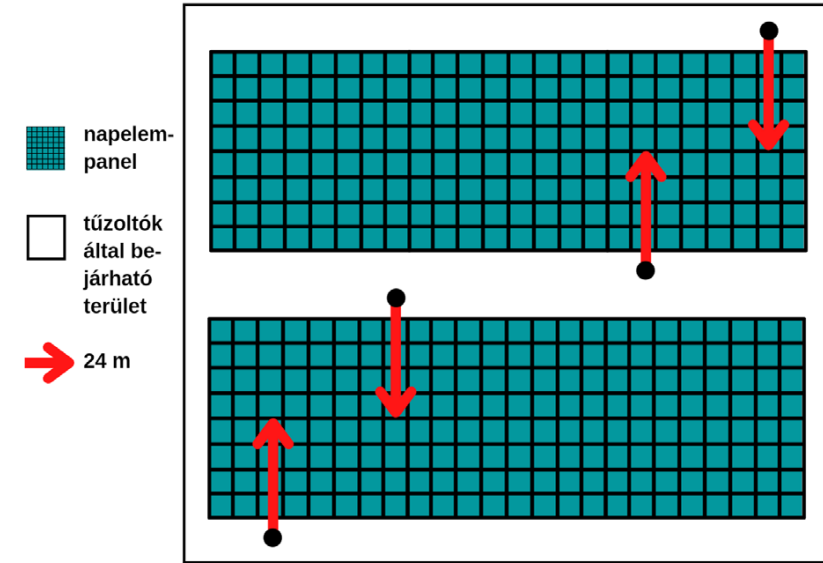


Kijutási lehetőség
kétoldali beépítettség
esetén tetőkilépőn
keresztül



Nagyobb felületeknél
tűzszakaszonként (ált. 40x40
m) a generátorok körül
kijutási lehetőség javasolt, 1
m-nél nem szűkebb sávokkal.

Német szabályozás



Japán szabályozás



Insurance - Fire safety approach

- Recognize new fire scenario and potential fire risk introduced by installing PV systems on roofs



tape over them. PV modules without by-pass diodes shall be avoided. RSA has experienced losses where solar panel fires have spread to combustible roof covering. The presence of panels on the roof allows radiant heat to transfer to the panel from the roof and vice versa in the case of a fire and causes flames to be redirected much closer to the roof than in a typical roof fire. This can increase the fire hazard of the individual roof and panel systems as it is possible for the heat flux of a fire to exceed a critical point, therefore allowing fire spread.



PV systems' wiring circuits, combiner boxes, and inverter and control equipment are subject to electrical failure and subsequent fire. The panels themselves create heat that can ignite debris on the roof surface below the panels. Numerous fires started by the PV electrical system have involved combustibles within the roofing assembly and were adversely affected by re-radiation of heat from the rigid PV panels.

Fires of electrical origin are common in roof-mounted solar arrays. There are sufficient combustibles present in the form of roof coverings and insulation, which are more likely to become ignited with the PV system there. Also, the redirection of flames and re-radiation of heat by the PV panels from a roof fire tend to create more fire spread than if the panels were not there. Following the electrical guidance in this document will reduce, but not eliminate, the potential for a fire.



Fire

Fire is a major concern with PV systems. Since they are installed on the roof, surveillance and detection of a fire is left to observation. There have been many fire on roofs where passer-by have contact the fire department and not the facility. Fighting a fire on the roof with the arrays on it is usually conducted with ladder trucks and master hose streams. Typically the arrays take up most of the roof area, along with the conduit, junction and collector boxes installed just above the roof cover, firefighters could have a hard time fighting the fire without getting hurt.

A fire starting in a panel can create a fire more intense than the burning brand used to test the roof covering material when it obtained the Class A rating.

Photovoltaic systems are an evolving technology. The installation or integration of photovoltaic systems onto or into buildings may introduce fire protection challenges that are not adequately understood today. Understanding may gradually improve through industry developments, research, and loss experience. The following questions highlight several of the perceived challenges with photovoltaic systems.

- Increased flame spread or combustibility of roof coverings as the heat from a roof fire may be inhibited from dissipating upward away from the roof surface by the presence of rack-mounted photovoltaic modules.



Biztosítói felismerés:

- Külső tűzhatás
- Tűzterjedés kockázata
- Tűzvédelmi kihívások – éghető anyagok
- Nem áll rendelkezésre kellő információ
- Beavatkozási nehézségek
- Gyors észlelhetőségi korlátok

Insurance - Fire safety approach

- Acknowledge that existing tests are not suitable and fire behaviour of roofs with PV systems is not adequately understood today



Photovoltaic systems are an evolving technology. The installation or integration of photovoltaic systems onto or into buildings may introduce fire protection challenges that are not adequately understood today. Understanding may gradually improve through industry developments, research, and loss experience. The following questions highlight several of the perceived challenges with photovoltaic systems.



spread of flame and burning brand, are also used for PV modules in UL 1703. Many roof types that are classified as non-combustible will have certain components that will contribute to fire under certain conditions. These tests were developed to allow the heat from the fire to escape freely. When a PV panel is installed over the covering, heat from a fire cannot freely escape and the energy will re-radiate back to the roofing system, causing the fire to spread. With a non-combustible layer between the roof covering and the roof insulation, the spread of fire is minimized.

Traditionally roof systems and PV modules were tested completely independently. Between 2009 and 2013 several tests were conducted with standoff panels on roofs to see if these have an influence on the external fire rating of the underlying roof. Parameters that influence the behavior are the roof slope, the panel slope in relation to roof slope, distance between roof and panel, and the setback of the panel versus roof edge.

In Europe there is no testing standard that evaluates offset panels together with the underlying roof system.



Roof covering systems may include combustible materials such as asphalt, bitumen, rubber, and foamed plastics. These combustible materials are incorporated into roof cover and insulation assemblies which may be evaluated as a complete system by test agencies such as Underwriters Laboratories using test protocols such as *ANSI/UL 790, Tests for Fire Resistance of Roof Covering Materials*.

Historically, roof cover assemblies have been evaluated in fire situations with no feature present above the roof covering. During laboratory testing, heat from the fire and roof surface is allowed to freely dissipate upward and away from the roof surface under test.

Integrated fire testing of roof coverings with photovoltaic modules positioned above were conducted by Underwriters Laboratories in 2009. As discussed in the report *Effect of Rack Mounted Photovoltaic Modules on the Fire Classification Rating of Roofing Assemblies*, these tests demonstrated that the presence of photovoltaic modules above a roof cover may increase roof cover flame spread rates and the apparent combustibility of the roof system.

More recently, as discussed in the report *Fire Classification Rating Testing of Stand-Off Mounted Photovoltaic Modules and Systems*. Solar America Board for Codes and Standards, the *ANSI/UL 1703 Standard for Safety for*

Biztosítói felismerés:

- Jelenlegi tesztek nem megfelelőek!
PV panelekre
PV panelek szerkezeten történő alkalmazására
- Nincsenek megfelelő szabványos vizsgálatok!

Insurance - Recommendations

Biztosítói felismerés – cél a nem éghető anyag használat!

1. Limit fire spread by using a non-combustible layer below PV modules



1. If possible, ground-mounted PV systems are preferred over roof-mounted installations.
2. ARC strongly discourages the installation of PV systems on industrial and commercial buildings with combustible roofs (entirely combustible or with combustible insulation).



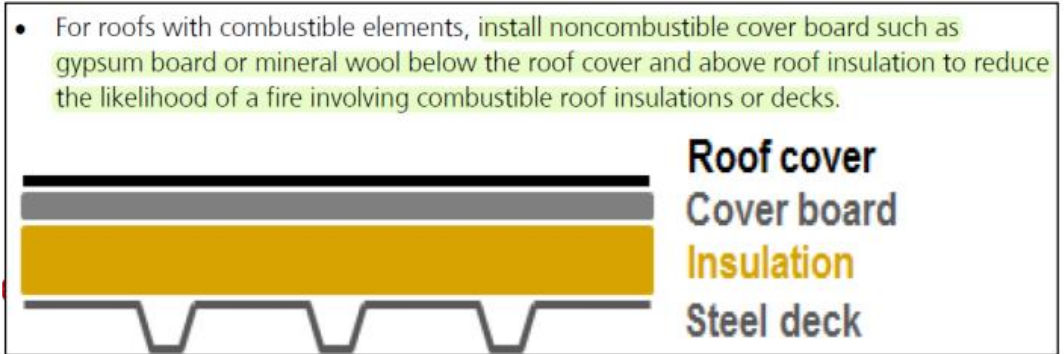
- PV panels should not be located on combustible roofs or roofs with combustible insulation. On existing installations of this kind, special care shall be taken due to the high inherent risk. In these cases it is vital to keep a uniform surface that allows continuous resistance throughout the module array to avoid hot spots produced by the cell mismatch effect: damaged or shaded cells that produce lower current in a string dissipate the power produced in the good ones. Mitigating measures include maximizing the frequency of modules cleaning and replacement of damaged units, ensuring that by-pass diodes are installed and ready to work, and also maximizing the frequency of connectors checks/tightening and IR surveys. Partial module shading provoked by antennas, poles, or other structures shall be avoided by rearranging the facilities. On new installations, any combustible layer should be substituted or adequately covered before mounting the structures. Damaged modules must be replaced at short notice, without placing any piece of



Do not install PV systems on combustible roofs.
Use listed panels with a Class A rating that have been tested to ASTM E108, UL 1703, or equivalent.
Prior to installing the panels on a roof system, consider replacing the roof system since the installation of the PV array will inhibit the replacement in the future.
Do not use panels that contain plastics, unless the panels have been tested and listed for fire. If the plastic is on the bottom side of the panel, it should be tested to see that it will not expose the roof covering.
Do not install panels over roof assemblies that contain foam plastic insulation (polyethylene, polystyrene, polyisocyanurate) below the roof covering system.
Install a non-combustible material such as gypsum board, fiberglass or mineral wool insulation between the insulation and roof cover.



- Install noncombustible insulation (e.g. mineral wool) within roof expansion joints when solar PV installations are installed on new or existing roof covers.
- For new roofing system projects, consider using an approved solar PV system and approved roof assembly (i.e. installing an FM approved roof system in conjunction with Approval Standard 4478). Use noncombustible insulation or cover boards directly below the roof cover. This includes gypsum cover boards and mineral wool or expanded glass insulation.

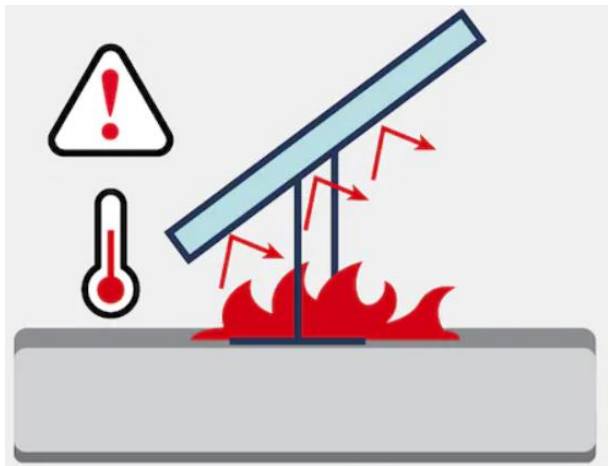


Buying an expensive system alone will not bring sufficient protection, for example installation plays an important role. From a fire safety perspective, using non-combustible materials between the panels and the roof will help to create a slight buffer, similarly coupling connections need to be covered securely, to keep the fire from escalating quickly.

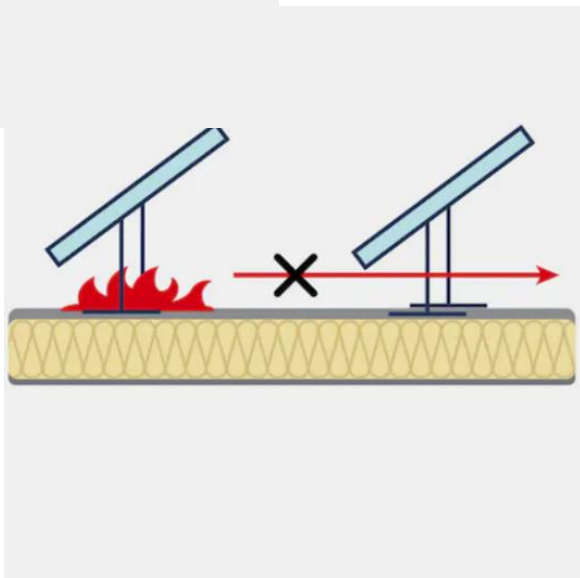
Anders notes that, "non-combustible plates can mitigate somewhat, but if the fire and temperature accumulate then this is not enough, so we also recommend using non-combustible insulation, (e.g. mineral wool) to help mitigate the spread of fire. This has been proven in tests completed by If Insurance with clients."



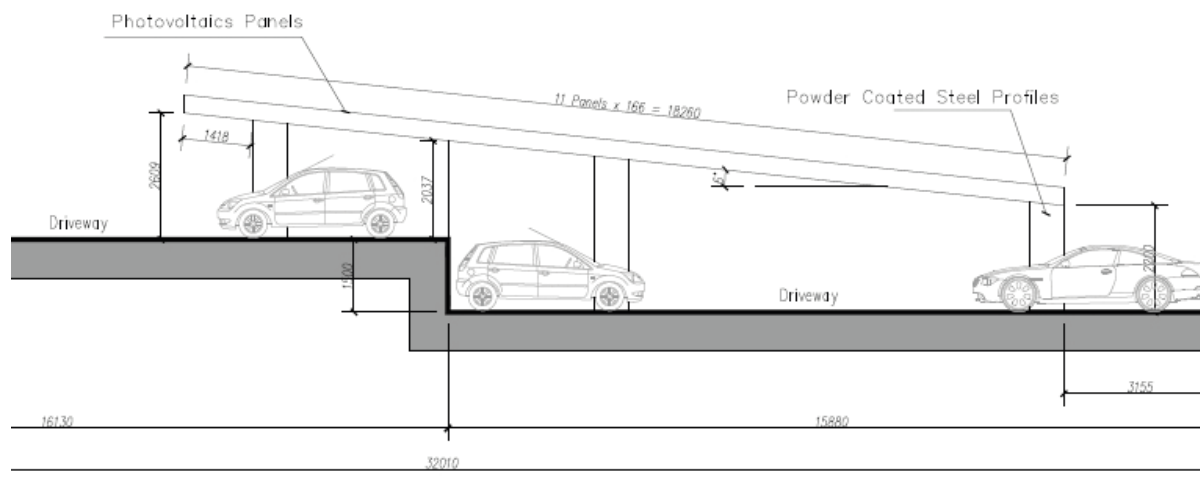
Külső tűzhatás - tűzterjedés kockázata



- A napelemek alatt a hő visszasugárzik, nagyobb a tűzterhelés. Az építési termékek pl. tető szigetelések, tetőfedések, röptűzre vizsgáltak, a minősítésekben foglalt tűzvédelmi teljesítmény ilyen tüzek esetén nem igazolható.
- A követelmények, szerkezetvizsgálatok belső tűzhatásra vonatkoznak, nincs külső tűzhatásra jelenleg tűzterjedés vizsgálat. Olyan szerkezeti kialakításokat szükséges tervezni, amelyek éghető komponenseivel külső (felső) tűzhatásnál nem segítik elő a tűzterjedést!



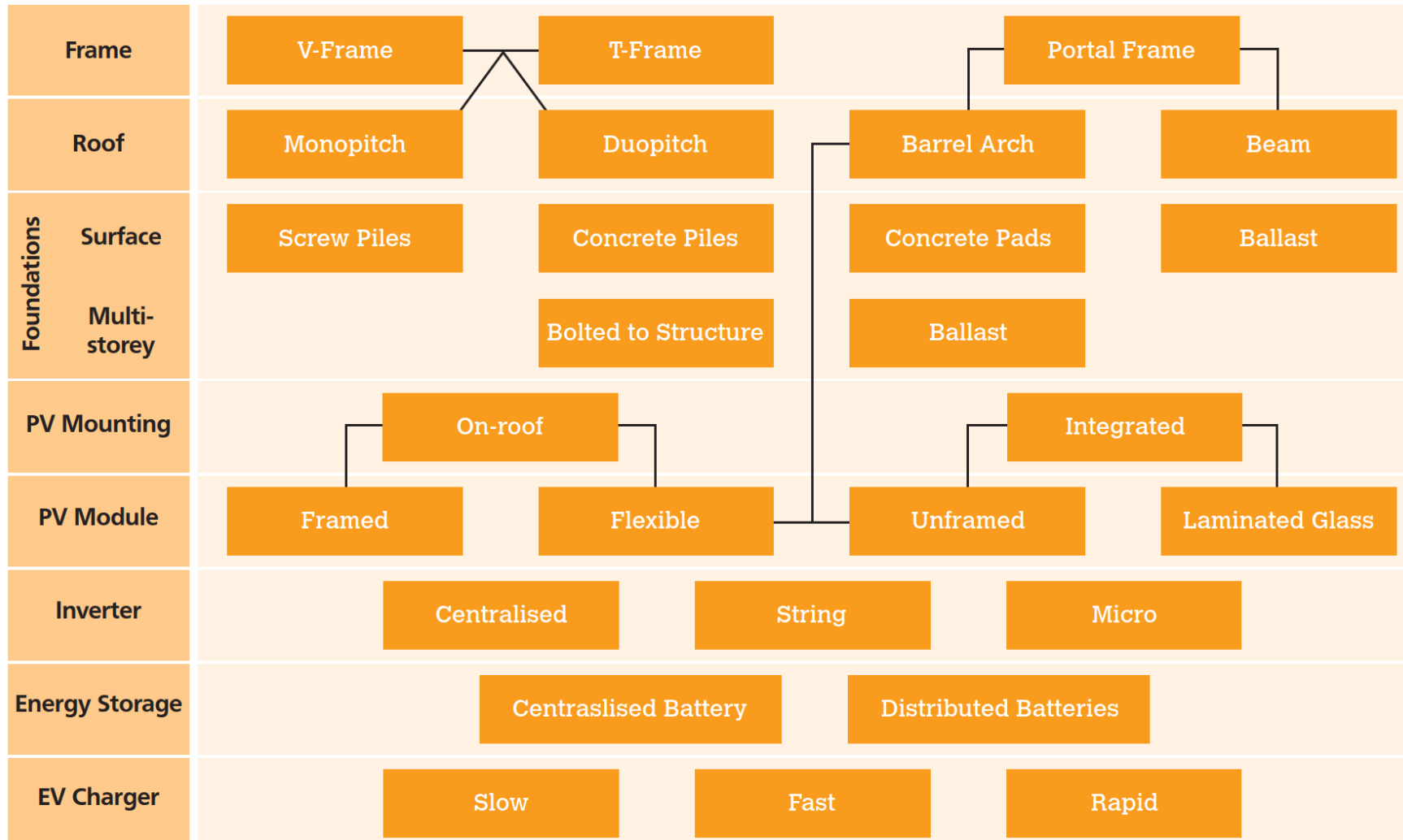
Multifunkciós napelemes parkolók



Három fő veszélyforrást azonosíthatunk:

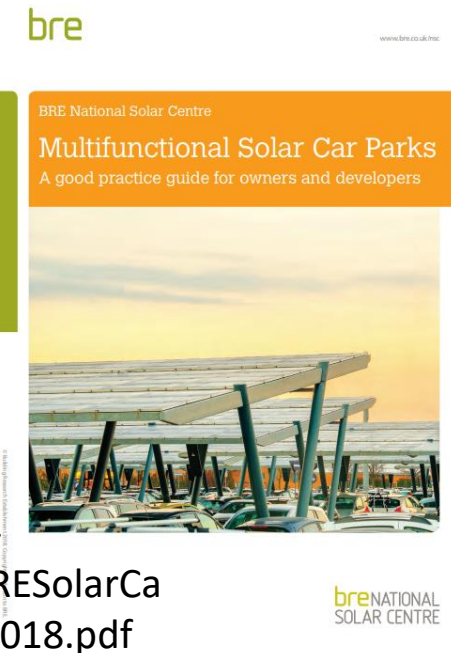
- az elektromos parkolóhelyeket,
- a töltőállomásokat,
- az energiatároló rendszereket

Multifunkciós napelemes parkolók

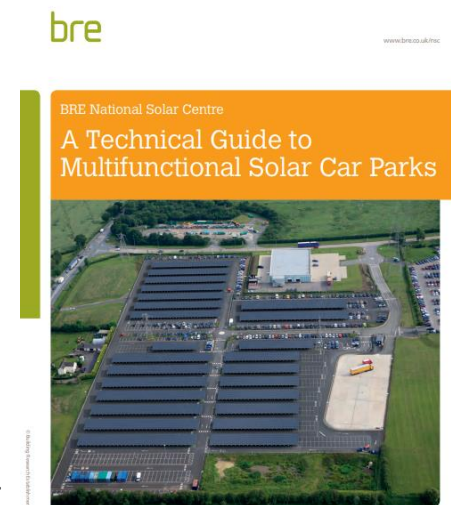


BRE National Solar Centre A Technical Guide to Multifunctional Solar Car Parks

BRE National Solar Centre Multifunctional Solar Car Parks A good practice guide for owners and developers



<https://flexi-solar.com/BRESolarCarParkGuide2018.pdf>



<https://flexi-solar.com/BRESolarCarParkTechnicalGuide.PDF>



2023. Február 06. Graz

Vegyük figyelembe a tervezésnél

Védelmi célok

- Áramütés veszélye – ne veszélyeztessen senkit sem üzemelés, sem tűzeset, baleset során.
- A tűzoltói beavatkozás feltételeit jelentős mértékben ne akadályozzák.
- Az alkalmazott PV rendszerük sem üzemelésük, sem baleset, tűzeset során jelentős mértékben ne növeljék a tűzveszélyt (tűzforrásként, tűzterheléssel).
- Az elvárt biztonsági szint fenntartható legyen.
- A fogadó szerkezetek tűzvédelmi teljesítmény napelemmel együtt is igazolható legyen.

Vegyük figyelembe a tervezésnél

Vizsgálandó kérdések

- Villámvédelem szükségességének vizsgálata,
- Tűz és robbanásveszélyes épületek, helyiségek, tevékenység esetén történő alkalmazhatóság,
- Liftek, menekülési útvonalak környezetében történő alkalmazhatóság,
- A fogadószerkezetek megfelelő elvárt tűzvédelmi teljesítménye
- A fogadószerkezet tűzvédelmi teljesítményét befolyásoló hatása a PV rendszereknek,
- Rágcsálók elleni védelem megoldásai,
- Tűzterjedésgátló szerkezetekkel történő határolás bizonyos nagyságú felület felett.
- A PV elemek, rendszerek hátrányosan nem befolyásolhatják a tűzvédelmi célú szerkezetek (tűzfal, tűzterjedés elleni gát, stb.) és tűzvédelmi célú berendezések hatékony működését.
- A napelemes rendszereknek megfelelő távolságra kell lenniük a karbantartást, működési helyigényt megkívánó épületelemektől.
- A PV panelek és rendszerek nem segíthetik elő a homlokzati és tető tűzterjedést valamint az egyes épületrészekre (pl. homlokzatról tetőre) történő tűz átterjedést.

Vegyük figyelembe a tervezésnél

Vizsgálandó kérdések

- A napelemes rendszereket, rögzítéseiket úgy kell méretezni, hogy sem időjárási hatások, azok többletterhei (pl. hó, szél) sem tűz hatására ne essenek le.
- Ha a rendeltetési helyen a napelemes rendszerekkel összefüggésben az alkalmazási hőmérséklet magas pl. 85 Celsius fok feletti, a felhasznált építési termékeknek hosszú ideig hőállóknak kell lenniük.
- Szükséges jelölések.

Célszerű lenne ezekre a rendszerekre is külön szabályozást és időszakos felülvizsgálati, karbantartási, ellenőrzési kötelezettséget bevezetni!

Nem ismert és nem szabályozott az egyes rendszer, készlet elemeknek az alkalmazási ideje, élettartama, mely további kérdéseket vet fel. Avulásból eredő tűzvédelmi kockázat, felújítás, cserre lehetséges műszaki megoldásai, szerkezeti kapcsolatok tűzvédelme, stb.

Vegyük figyelembe a tervezésnél

- Milyen módon befolyásolják a napelemek a szerkezetek és azokat alkotó építési termék tűzvédelmi teljesítményét?
- Milyen anyagok, szerkezetek alkalmazásával lehet csökkenteni a kockázatot?
- Melyek a megbízható PV-rendszerek, milyen minősítésekkel, teljesítményekkel rendelkező termékek kerülhessenek beépítésre?
- Milyen tervezési, engedélyezési, karbantartási, felülvizsgálati, stb. folyamatokra lenne szükség a kockázatok csökkentése érdekében?
- Milyen módon befolyásolják, segítik elő a tűzterjedést a PV-rendszerek? Szükségesek e további tűzterjedési gát alkalmazások, területnagyság korlátozások, stb.?
- Milyen módon befolyásolják a tűzoltói beavatkozást és annak hatékonyságát?
- Az akkumulátorok elhelyezése milyen kockázatokat hordoz? Milyen oltástaktikát igényelnek?
- Milyen szerkezetekkel kellene az akkumulátor helyiségeket kialakítani? Mikor van szükség jelző, oltó berendezés alkalmazására? Hol helyezhetők el ezek a helyiségek, szabadtéri tárolók?
- Milyen jelöléseket lenne szükséges alkalmazni az akku tárolók kockázatainak megadásához?

Vegyük figyelembe a tervezésnél

Multifunkcionális napelemes parkolóknál konkrét szabályozás hiányában vegyük figyelembe a következő tervezési elveket:

- Elhelyezése, kialakítása a tűz terjedését ne segítse elő (homlokzatra, tetőre, szomszédos épületre) – vegyük figyelembe a tűztávolságot!
- Kialakítása ne akadályozza a hatékony tűzoltói beavatkozást!
- Födémén ellenőrizzük, hogy a többlet teher a födém tűzvédelmi teljesítményét ne befolyásolja hátrányosan.
- Villám és túlfeszültség elleni védelem.
- DC leválasztás, áramkör védelem, vezeték védelem.
- Inverterek megfelelő elhelyezése.
- A szerkezeti kialakításhoz lehetőség szerint nem éghető anyagokat alkalmazzunk.
- A parkoló-szerkezet valamint a parkoló-területen elhelyezett összes berendezés, rendszer elem károsodásának a csökkentése, védelme a járművek ütközésétől.
- Az alkalmazott berendezéseknek, szerkezeti és rendszerelemeknek környezeti hatások elleni védelme a gyártók előírásai szerint. (Környezeti hőmérséklet, IP védelem, maximális páratartalom, UV védelem, szellőztetés, maximális magasság, stb.)

Vegyük figyelembe a tervezésnél

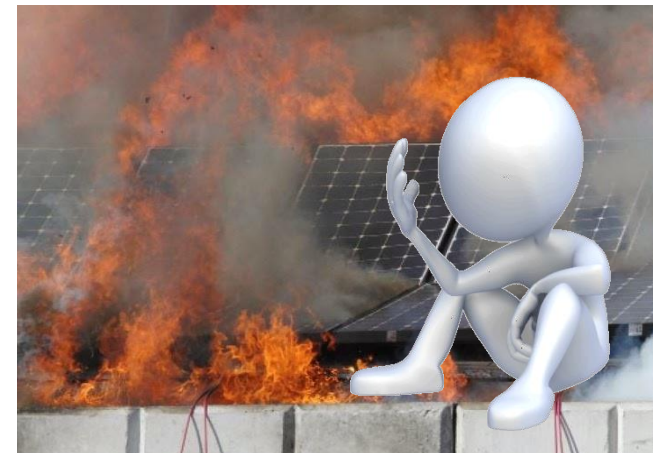
Multifunkcionális napelemes parkolóknál konkrét szabályozás hiányában vegyük figyelembe a következő tervezési elveket:

- Minden alkatrésznek megfelelő IP védelemmel szükséges rendelkeznie. Figyelembe kell venni, a lefolyóvíz, belvíz, árvízveszélyeket, az autómosás, csőtörés lehetőségeit.
- Hozzáférés indokoltsága, helyigénye (használat pl. töltők, rendszerelem karbantartás, tisztítás, stb.).
- Veszélyre felhívó jelölések.
- Üzemeltetés, karbantartás, felülvizsgálat speciális igényei.
- Automatikus tűzjelző és oltóberendezés telepítés esetén annak védelme terjedjen ki a tetőn lévő parkolókra, töltőkre.
- Szigetüzemű energiatároló rendszerek tűzvédelmi kockázatainak figyelembe vétele.
- A személyzet képzése/oktatása – A helyi személyzetet teljes körűen ki kell képezni a napi szemrevételezéssel, a PV panelek általános karbantartásával/tisztításával és a vészleállítással kapcsolatban.

A PV panelek, az energiatároló rendszerek valamint az elektromos autó töltők tűzvédelmi kockázatait a multifunkcionális napelemes parkolók kialakítása során nem elégséges külön-külön vizsgálni, hanem egymásra gyakorolt negatív hatását is figyelembe kell venni a tervezés során.

Hogyan csökkenthetők a kockázatok?

- Kockázatelemzés, összegzése - tájékoztatás
- Szabályozási környezet kockázatokhoz történő igazítása
- Szabályozási környezet beavatkozási feltételekhez történő igazítása
- **Tűzvédelmi Műszaki Irányelvekbe megfelelő megoldások kidolgozása**
- **Tervezői, kivitelezői irányelvek kidolgozása**
- **Végfelhasználói tájékoztatók, ajánlások kidolgozása**
- **Ellenőrzési, felülvizsgálati, karbantartási ajánlások, irányelvek**
- **Kamarákkal közösen tervek és átadás átvételi dokumentációk tartalmi követelményeinek a kidolgozása**



Brandschutzgerechte Planung,
Errichtung und Instandhaltung
von PV-Anlagen

BSW
BFS
DGS
ZVEH

RISCAuthority
administered by
FPA Fire Protection Association

RC62: Recommendations for
fire safety with photovoltaic panel
installations

Version 1 Published 2016

Project # 229-223
ATA

WPI

Fire Safety of Solar Photovoltaic
Systems in Australia

The Alternative Technology Association
Sponsor

Project Centre: Melbourne, Australia D-Term 2016

Submitted by:
Alessandra Chiaromonte, Austin Smith, Zachary Hood

Project Advisors:
Professor Holly Ault & Professor James Hanlan
Worcester Polytechnic Institute

Submitted to:
Mr Damien Moysse & Mr Andrew Reddaway
Alternative Technology Association

Date:
May 4th, 2016

This report represents the work of WPI undergraduate students submitted to the faculty as evidence of completion of a degree requirement. WPI routinely publishes these reports on its website without editorial or peer review. For more information about the projects program at WPI, please see <http://www.wpi.edu/academics/ugradstudies/project-learning.html>.

FM Global
Property Loss Prevention Data Sheets 1-15
July 2014
Interim Revision January 2015
Page 1 of 28

ROOF-MOUNTED SOLAR PHOTOVOLTAIC PANELS

Table of Contents

	Page
1.0 SCOPE	3
1.1 Changes	3
1.2 Hazards	3
1.2.1 Natural Hazards	3
1.2.2 Fire Exposure	3
2.0 RECOMMENDATIONS	4
2.1 Construction and Location	4
2.1.1 Wind	4
2.1.2 Fire Exposure and Classification	8
2.1.3 Granule Losses and Roof Drainage	9
2.1.4 Hail	9
2.1.5 Earthquake	9
2.2 Electrical	10
2.3 Operation and Maintenance	12
2.4 Human Element	12
3.0 SUPPORT FOR RECOMMENDATIONS	12
3.1 Basic Operation of PV Systems	12
3.1.1 Earthquake Concerns	12
3.2 Wind Resistance	13
3.2.1 Boundary Layer Wind Tunnel (BLWT) Testing and Ballasted PV Systems	13
3.2.2 PV Systems Fastened to Standing Seam Roofs (SSR)	17
3.2.3 Effective Wind Area	17
3.2.4 Avoiding Roof Aggregate	18
3.3 Fires and Electrical Ignition Sources	18
3.3.1 Ground Fault Protection	18
3.3.2 Preventing Fires from DC Ground Fault in PV Arrays	19
3.4 Exterior Fire Spread in Roof-Mounted PV Arrays	19
3.5 Reserved for Future Use	19
3.6 Hail Resistance	19
3.7 Flexible PV Installations	20
3.8 Information Needed for FM Global Plan Review	20
4.0 REFERENCES	20
4.1 FM Global	20
4.2 Other	21
4.3 Bibliography	21
APPENDIX A GLOSSARY OF TERMS	22
APPENDIX B DOCUMENT REVISION HISTORY	24
APPENDIX C SAMPLE PROBLEM: PV MODULES PARALLEL TO ROOF	24
C.1 Example	24
C.2 Solution	25
C.3 Summary	28
C.4 Discussion	28

List of Figures
Fig. 2.1.1.1. Wind deflectors provided on the high sides of panels in each row (closed array) 5

©2014-2021 Factory Mutual Insurance Company. All rights reserved. No part of this document may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in whole or in part, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission of Factory Mutual Insurance Company.

Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana
Dipartimento di Ingegneria e Architettura
Istituto sostenibilità applicata all'ambiente costruito

SUPSI

SNF, «Active Interfaces», P04

Fire safety of BIPV facades

GUIDELINE FOR THE IMPLEMENTATION OF THE EXISTING NORMATIVE FRAMEWORK

24.04.2018

Authors:
Pierluigi Bonomo, Erika Saretta, Francesco Frontini
SUPSI- Swiss BIPV Competence Centre

Fire Safety for BIPV Active Interfaces PNR 70 Project 4 1

Fire Fighter Safety and Emergency Response
for
Solar Power Systems

Final Report

A DHS/Assistance to Firefighter Grants (AFG) Funded Study

Prepared by:
Casey C. Grant, P.E.
Fire Protection Research Foundation



FIRE RESEARCH

The Fire Protection Research Foundation
One Battery Park
Quincy, MA, USA 02169-7471
Email: fo@fire-research.org
<http://www.fire-research.org>

© Copyright Fire Protection Research Foundation
May 2010

Photovoltaic systems:
Recommendations on loss
prevention

CFPA-E Guideline No 37:2018 F



CFPA EUROPE

FEBRUARY 2017

Standards and Requirements
for Solar Equipment, Installation,
and Licensing and Certification
A Guide for States and Municipalities

Beren Argetsinger, Keyes & Fox LLP • Benjamin Imkeep, EQ Research LLC

SUSTAINABLE SOLAR EDUCATION PROJECT

Powered by
SunShot
U.S. Department of Energy

CleanEnergy
States Alliance

SHAMS DUBAI

PV ON BUILDINGS AND FIRE SAFETY:
RECOMMENDATION FOR DRRG SOLAR
PV SYSTEMS

VERSION 1.0 - EDITION 2015

SZPV
Slovensko združenie za požarno varstvo

SLOVENSKO ZDRUŽENJE ZA POŽARNO VARSTVO

Smernica
SZPV 512

Smernica o požarni varnosti sončnih elektrarn

GDZALIA 02/16



Napelemes rendszerek tűzvédelme – szakmai nap, 2023. okt. 16.

Development of Fire Mitigation Solutions for Photovoltaic (PV) Systems Installed on Building Roofs – Ph. 1

FINAL REPORT BY:

Joel Sipe, Ph.D.

Exponent
Menlo Park, CA, USA

July 2016

© 2016 Fire Protection Research Foundation
1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02169-7417, USA
Email: foundation@nfpa.org | Web: nfpa.org/foundation



Standardization needs for BIPV

Project report
CEA, Tecniaia, CTCV
September 2016

www.pvsites.eu

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement N° 691768



FOTOWOLTACZNY DEKALOG DOBRYCH PRAKTYK
10 ZASAD BEZPIECZNEJ INSTALACJI PV PPOŻ

IEA INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

Analysis of requirements, specifications and regulation of BIPV

Report IEA-PVPS T15-08: 2019

SWISSOLAR

Stand-der-Technik-Papier zu VKF Brandschutzmerkblatt Solaranlagen

IEA INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

Photovoltaics and Firefighters' Operations:
Best Practices in Selected Countries

PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS PROGRAMME

Report IEA-PVPS T12-09:2017

IEC TR 63226
Edition 1.0 2021-02

TECHNICAL REPORT

Managing fire risk related to photovoltaic (PV) systems on buildings

bre

BRE National Solar Centre

A Technical Guide to Multifunctional Solar Car Parks

bre NATIONAL SOLAR CENTRE

B&B VISOKA ŠOLA za trajnostni razvoj

B&B
VISOKA ŠOLA ZA TRAJNOSTNI RAZVOJ

Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija
Program: Varstvo okolja

FOTOVOLTAIČNI SISTEMI IN NEVARNOSTI ZA GASILCE PRI GAŠENJU

Mentor: mag. Brane Lotrič
Lektorica: Metka Barot, prof. slov.

Kandidat: David Bizjak

Kranj, julij 2019

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement N° 817055

BIPV boost

Standardization, performance risks and identification of related gaps for a performance-based qualification in BIPV

BIPVBOOST

"Bringing down costs of BIPV multifunctional solutions and processes along the value chain, enabling widespread nZEBs implementation"

Start date: October 2018. Duration: 4 Years

Lestyán Mária

elnök, vezetőségi tag
TSZVSZ Magyar Tűzvédelmi Szövetség

építésztervező szakmérnök
szakmai kapcsolatokért felelős igazgató
ROCKWOOL Hungary Kft.
+ 36 30 474 1702
maria.lestyan@rockwool.com



TSZVSZ
MAGYAR
TŰZVÉDELMI
SZÖVETSÉG



Napelemes rendszerek tűzvédelme – szakmai nap, 2023. okt. 16.