

# A napelemes rendszerek környezetében történő tűzoltási és műszaki mentési feladatok biztonságának növelése, különös tekintettel a feszültség csökkentésének lehetőségére – II. rész

## Increasing the safety of firefighting rescue tasks in the environment of solar system with particular regard to the possibility of voltage reduction – Part II.

---

Kalocsa Mórió t. őrmester  
mb. rajparancsnok  
Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóság  
VIII. Kerületi Hivatásos Tűzoltó-parancsnokság  
Email: kalocsa.mario@gmail.com  
ORCID: 0009 0003 5859 0840 

---

### Absztrakt:

A cikk előző részében bemutatásra és értékelésre kerültek azok a technikák és eszközök, amelyekkel jelenleg a napelemek feszültségmentesítését el tudjuk végezni. Az eredmények visszaigazolták, hogy a biztonságosság és hatékonyság szem előtt tartásával, a napelemek feszültségmentesítésére egy új innovatív módszer, a „folyékony, besugárzást gátló” eszközök a leghatékonyabbak. A cikk első részében tárgyalt PVSTOP mellett azóta megjelent egy másik termék is a SOLARSTOP, amely már rendelkezik a eszköz hazai forgalmazásához szükséges OKF engedéllyel is. A két termék hasonlóságainak bemutatása mellett a cikk második részében bemutatom az egyes káreseti típusok jellemzőit és beavatkozási javaslatokat tesztek azok biztonságos kezelésére. Tanulmányommal 2022. évben a Katasztrófavédelmi Tudományos Tanács interdiszciplinális pályázatán III. helyezést értem el.

Kulcsszavak: napelem, feszültség, biztonság, PVSTOP, SOLARSTOP, tető, napelempark

### Abstract:

In the previous part of the article, the techniques and tools with which we can currently de-energize solar panels were presented and evaluated. The results confirmed that with safety and efficiency in mind the application of a new innovative device method for de-energizing solar cells, „liquid radiation blocking” devices, is the most effective. In addition to the PVSTOP discussed in the first part of the article, another product, the Solarstop, has since been released, which already has the necessary OKF license for the domestic distribution of the device. In addition to presenting the similarities between the two products, in the second part of the article, I present the characteristics of each type of damage and propose interventions for their safe treatment. Whitt my study I participated in the tender of the Scientific Council for Disaster Management in 2022 when I was the third.

Keywords solar panel, voltage, safety, PVSTOP, SOLARSTOP, roof, solar park

## 1. BEVEZETÉS

A cikk előző részében a „*folyékony, besugárzást gátló*” eszközök közül már bemutatásra került az úgynevezett PVSTOP eszköz. A cikk megjelenés óta az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF) engedélyezte az úgynevezett SOLARSTOP eszköz hazai forgalmazását<sup>1</sup>, amelyet a már tárgyalt termékkel összevetve röviden be is mutatok. Ezek a termékek olyan innovatív és biztonságos eszközök, amelyekkel a jövőben biztonságosan kezelni tudjuk a napelemek feszültségmentesítését. Legfőbb előnyük, hogy az eddig ismert kézi tűzoltó készülékektől csak töltetanyagban térnek el, amely megkönnyíti mind a kezelhetőséget, mind pedig a szerekre történő felmálházhatóságát. Biztonságos távolságból, akár 10 méterről is használhatóak, amellyel elkerülhetőek a feszültség okozta balesetek. Mindez ismeretek birtokában, javaslatot teszek az eszközök használatára tetőn és napelem parkokban keletkezett tűzoltások alkalmával. A külföldi és a hazai szakirodalom nagyon kevésszer említi meg műszaki mentési feladatokat, pedig a szélsőséges időjárási viszonyok egyre többször bontják meg a tetőkre telepített rendszereket. Tanulmányom célja, hogy felhívjam a hazai mentő-tűzvédelemben résztvevők figyelmét a napelemekkel kapcsolatos problémákra, és megoldási javaslatot tegyek a biztonságos beavatkozások elősegítéséhez.

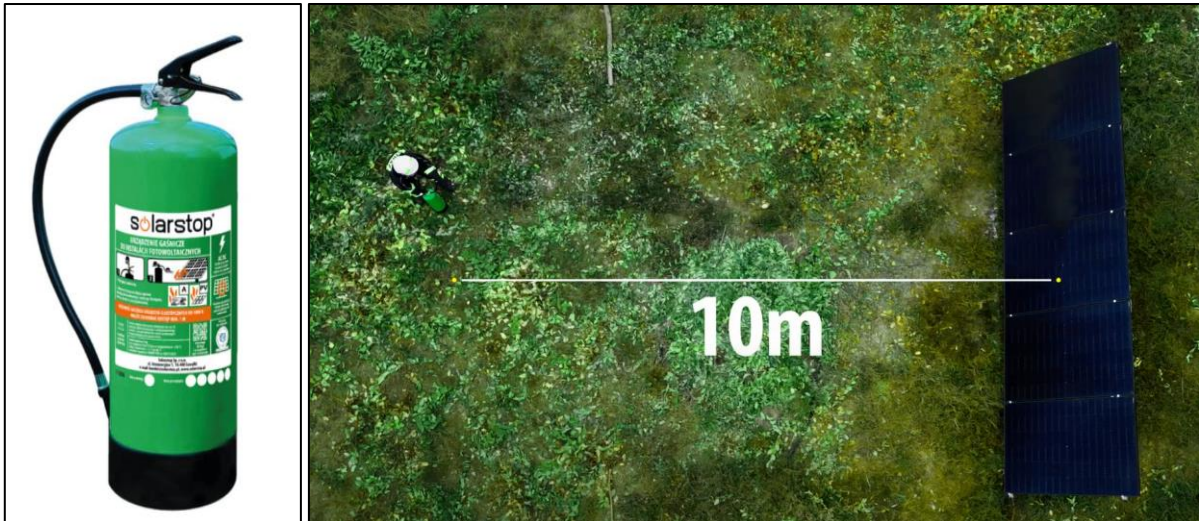
## 2. BEAVATKOZÁSOK NAPELEMES KÖRNYEZETBEN

### 2.1 A SOLARSTOP bemutatása, valamint összevetése a PVSTOP eszközzel

A napelemek feszültségmentesítésére megalkotott két termék, mint megjelenését, mint működtetését tekintve kísérteties hasonlóságot mutat. A bennük lévő anyag összetétele, fizikai-és kémiai tulajdonságai hasonlóak, de nem azonosak. A SOLARSTOP töltete a gyártó ismertetése szerint egy vízbázisú anyag, amely környezetbarát, ezáltal a működtetés közben nem keletkezik mérgező gőz, és nem maró kémhatású. A napelem panelekre kijuttatás követően a vízbázis alap miatt kisebb erőfeszítés után lemosható, ami igaz az eszközt használó személy ruházatára került anyagra is. Mint ahogy a PVSTOP-nál már bemutattam, itt is a megszáradt anyag a felületről, mint egy „matrica” eltávolítható. A gyártó honlapján fellelhető bemutató videó szerint az eszköz legalább 10 méteres vizsgálati távolságban is hatékony volt, de garantálják a 11 méternél is nagyobb működési tartományt. Természetesen az anyag felületre juttatása függ az időjárási viszonyoktól, valamint a kezelő személyzet szaktudásától is. Működési ideje legalább 20 másodperc, valamint +3 és +60°C közötti hőmérséklettartományban használható, tárolását 0°C alatt a gyártó sem ajánlja. [1] Mivel a termék rendelkezik a tűzvédelmi termékek hazai forgalmazásához szükséges BM OKF engedéllyel, ezért a tűzoltói állományt fel kell készíteni arra, hogy a napelemekkel kapcsolatos beavatkozások során találkozhatnak az eszközzel. Mivel a termék, mint magánszemélyek, mint az önkéntes tűzoltóságok által elérhető, ezáltal tisztában kell lennünk a termék tulajdonságaival és biztonságos alkalmazásának szabályaival. Továbbá javaslom a termék hazai viszonyok közötti kísérleteinek megkezdését, amely elősegíti a tűzoltói állományt az eszköz minél jobb megismerésére, valamint integrálhatóságára a haza tűzoltás-taktikába.

Tanulmányom célja a továbbiakban is, hogy módszer és módszer közt, ne pedig gyártó és gyártó közt tegyek különbséget, ezért cikkem következő részeiben sokszor használom a „*folyékony, besugárzást gátló*” eszközök kifejezést, amelyet gyűjtőfogalomnak szántam, mint a SOLARSTOP, mint pedig a PVSTOP eszközre egyaránt.

<sup>1</sup> BM OKF szám: 35000/1984-3/2024. ált



1. kép A SOLARSTOP külső megjelenése, valamint a gyártó bemutató videója, amelyen a hatékony működési távolságot prezentálják. (Forrás: ld. [1])

## 2.2 A riasztás és a várható erő- és eszközigény

A megújuló energiák alkalmazását felgyorsította a jelen korunkban lezajló, fosszilis energiahordozók okozta válság. A megnövekedett napelem igények a telepített rendszerek számának rohamos emelkedését fogják eredményezni, amelyhez a beavatkozást megelőző riasztási feladatoknak is alkalmazkodniuk kell. Mivel a napelemes rendszer jelenléte veszéllyel és többlet feladatokkal jár, meglátásom szerint már a riasztás pillanatában tisztában kell lennünk azzal, hogy a káreseménnyel összefüggésben találkozhatunk-e fotovoltaiikus rendszerrel, vagy sem. Javaslom, hogy a PAJZS riasztási program idetartozó faábrája kibővítésre kerüljön egy plusz kategóriával, amelyen a riasztási lapon jelzi a napelemes rendszer veszélyét.

<b>Káreset fajtája :</b>	Tűzeset
<b>Kategória I.:</b>	Lakóház
<b>Kategória II.:</b>	Földszintes
<b>Kategória III.:</b>	Tető, tetőtér
<b>Kategória IV.:</b>	Ég
<b>Kategória V.:</b>	Napelem nincs Napelem, hálózati Napelem, sziget üzem Napelem, hibrid

2. kép A PAJZS rendszer faábrájának kibővítése a napelemre vonatkozó információval, (készítette a szerző)

Annak érdekében, hogy a Műveletirányítás a beérkező segélyhívásokra a legmegfelelőbb szereket riaszthassa, tisztában kell lennie a járműpark és a rájuk felmálházott eszközök tulajdonságaival. Ilyen tulajdonság a megyei szeradat táblákon, az egyes szerek mellett feltüntetett létszám, vízmennyiség, maximális magasság, maximális daruzási tömeg. Az egyes hiányosságokat szintén a szerek mellett feltüntetett sárga színű, figyelmeztető háromszögek jelzik. A műveletirányító az egér kurzorával, megjelenítheti a hiányosságokat (p. kihúzás létra, fészítő-vágó berendezés stb.). Javaslom hasonló plusz információként feltüntetni a fecskendőkre felmálházott „*folyékony, besugárzást gátló*” (SOLARSTOP, vagy PVSTOP) eszközt is, annak érdekében, hogy a napelemek környezetében bekövetkezett tüzesetek és balesetek helyszínére olyan szer legyen riasztva, amely rendelkezik ilyen eszközzel is. Az eszköz meglétét egy „nap” piktogram feltüntetésével tenném egyértelművé az adott szer mellett.

IV. HTP	VIII. HTP
IV/1 (5) [4000 l] ⚠ ☀	Kun/KAM (1)
IV/2 (4) [4000 l] ⚠	Kun/KMSZ (3)
IV/BÁZ (1)	Kun/Vizsgáló (1)
IV/Létra (2) [37 m]	VIII/1 (6) [1000 l] ⚠ ☀
Pest/KMSZ (2)	VIII/2 (4) [2000 l]
	VIII/Daru (0) [30 t]
	VIII/Generátor (0) 1
	VIII/Párna (0) 1
	VIII/SZALL (1) 1
	Belváros KŐ
	V/1 (6) [1000 l] ⚠ ☀
	V/2 (4) [1000 l] ⚠
	V/Kishajó (0)

3. kép A PVSTOP eszközzel felmálházott fecskendők piktogrammal jelölve,  
(készítette a szerző)

Mivel a napelemes rendszerekben bekövetkezett tüzek és balesetek felszámolása a megszokott taktikai módszereken felül többlet feladatokat hárít a beavatkozó állományra, ezért szükséges ennek alapján megválasztani a riasztott erőt és eszközöket. Többlet feladatok közé tartozik:

- napelemek letakarása,
- a sziget vagy hibrid üzemű rendszerek akkumulátorainak védelme,
- a tető, vagy a panelek megbontása,
- a napelem parkok esetén nagy mennyiségű berendezés.

Mivel a „*folyékony, besugárzást gátló*” eszközben olyan folyékony töltet található, amely nyomás alatt tartva megőrzi ezen állapotát, ezért véleményem szerint a jövőben érdemes megfontolni olyan fix vagy csere felépítményes járművek rendszerbe helyezését, amelyek az anyagot nagy mennyiségben tudják szállítani, és biztonságos távolságról a napelemekre képesek juttatni. Ez a technika nem



létidegen az állomány számára, ugyanis mind a múltban (IFA L60 P1500 N2), mind a jelenben (porhab konténer) álltak és állnak rendszerben hasonló különleges szerek.

### 2.3 Tűzoltás tetőn és homlokzaton elhelyezett napelemek esetén

A tetőn, illetve a homlokzaton elhelyezett napelemes rendszerek anyagában és működési elvükben is megegyeznek a földre telepített rendszerekkel. A kihívást a feszültség mentesítésen kívül a panelek megközelíthetősége és a tűz terjedésének megakadályozása okozza.

#### A beavatkozás sajátosságai:

- A felderítés terjedjen ki a napelemek elhelyezkedésére és mennyiségére, az egyenáram és a váltóáram feszültségmentesítésének helyére, lehetőségeire, a szolár kábelek elhelyezkedésére, a rendszer üzemmódjára (hálózatra kötött, szigetüzemű, hibrid) a tetőfedés anyagára (különös tekintettel a bádoggal és lemezfedésre).



4. kép Napelemes rendszerrel rendelkező tető tűzének oltása (Forrás: ld. [2])

- Ha a rendszer invertere és tűzvédelmi főkapcsolója megközelíthető, intézkedjünk annak áramtalanításáról. Amennyiben ez nem lehetséges, villamos technikai szakember kéréséig biztonságos távolságból akadályozzuk meg a tűz terjedését.
- Ha a rendszer sziget vagy hibrid üzemű, gondoskodjunk az akkumulátorok védelméről, de a lítium akkumulátor környezetében kerüljük a vízsugár alkalmazását (lítium reakcióképessége miatt).
- Ha a napelemek megközelíthetőek, gondoskodjunk a letakarásukról. Erre a feladatra használjuk a „folyékony, besugárzást gátló” eszközt, amely akár 5-10 méterről is bevethető. A fokozott biztonság fenntartása érdekében alkalmazása első sorban magasból mentő szer segítségével történjen. Amennyiben a tető héjazata nem lemez vagy bádoggal fedés (amely a sérült kábelekkel érintkezve maga is vezetővé válik), a megközelítést dugó, illetve kihúzó létrával is végezhetjük.
- Nem csak a tűzzel érintett, hanem a közvetlen környezetében lévő panelek „folyékony, besugárzást gátló” eszközzel történő takarását is végezzük el (a bevonat nem csak feszültség mentesíti a napelemet, hanem a tűzálló tulajdonságainak köszönhetően a terjedés megakadályozásban is részt vesz).

- Amennyiben tudomásunk van róla, hogy az egyes panelek alatt optimalizáló lett elhelyezve, a feszültségmentesítéshez a teljes rendszer (minden panel) letakarása szükséges. Az optimalizálóval felszerelt rendszerek képesek a tulajdonos telekommunikációs eszközeire adatot szolgáltatni (a napelemek jelenlegi állapotának megjelenítése), amely fontos információval szolgálhat a már leállt, illetve még működő panelekről.
- Ha a napelemek a kialakult tűz miatt nem megközelíthetőek, gondoskodjunk a tűz oltásának megkezdéséről. Az oltást biztonságos távolságból (10-15 m) hosszú szórt vízsugárral, oltópor segítségével (kézi tűzoltó készülékkel, vagy por-hab konténerrel szerelt porsugárral) végezhetjük.
- A „*folyékony, besugárzást gátló*” eszközök bevonata a felületre juttatva azonnal kifejti hatását, de napelemeket villamos technikai szakember írásos nyilatkozatáig feszültség alatti berendezésnek javaslom tekinteni.
- Lapos tető, vagy bitumenes zsindeley fedés esetén figyeljünk arra, hogy a födémre fektetett szigetelés, vagy a zsindeley segítheti a tűzterjedést, beizzással járhat. A terjedés megakadályozása során ügyeljünk a sugár helyének és a sugárképnek a megválasztására, ugyanis a födémről a napelem kapcsaihoz jutó víz szintén vezetőképessé válhat.



5. kép Beizzott szigetelés utómunkálatai egy lapos tetőn (Forrás: ld. [3])

- A napelem panelek elejét borító üvegfelület a hő hatására berobbanhat, erre a beavatkozási állomány figyelmét fel kell hívni mind a beavatkozás, mind az utómunkálatok során is.
- A tetőre szerelt napelem megjelenéséből adódóan elvezeti a felületére juttatott oltóanyagot, ezért elhúzódó káresetre készüljünk, szervezzük meg az állomány pihentetését és váltását.
- A lánggal égés megszüntetését követően kezdjük meg felderíteni a tető héjazata alatti esetleges beizzásokat hőkamera segítségével.
- Ha a tető állékonyságát a tűz nem befolyásolta, a beavatkozási állomány megközelítheti a tetőt a tűz teljes eloltása, a beizzások megszüntetése és az esetleges bontási munkák elvégzése érdekében.



## 2.4 Tűzoltás földre telepített napelemek, napelem parkok esetén

A napelemek földre történő telepítése alatt a panelek különálló, talajra elhelyezett tartószerkezetre történő telepítését értjük. A telepítés történhet:

- közterületen (berendezések, közvilágítású lámpatestek tetején),
- naperómű/napelem park területén.

A közterületeken önállóan elhelyezett parkoló automaták, töltőállomások és világító lámpatestek tetején kerülnek elhelyezésre, amelyek segítségével biztosítják az elektromos berendezés működtetéséhez szükséges villamos energiát. A rendszer sziget üzemmódban működik, azaz működtetéséhez a hálózatról nem használ energiát.



6. kép Elektromos autó kihelyezett töltőjének oltása PVSTOP eszközzel (USA) (Forrás: ld. [4])

Magasból mentő szer segítségével a napelem könnyen megközelíthetővé válik, és biztonságos magasságból a felület is letakarható „*folyékony, besugárzást gátló*” eszközök segítségével. A hasonló káresemények során a tűzoltás vezetője tiltsa meg a klasszikus dugó vagy kihúzó létrák alkalmazását a szerkezet állékonyságának csökkenése, valamint az áramütés veszélye miatt. Mivel a nagy kiterjedésű naperóműveknél a háztartási rendszerektől eltérően jelentősen több alkotóelemmel találkozhatunk (pl.: Paksi Naperóműben 74360 db napelem, 479 db inverter, 128 db AC gyűjtőszekrény, 17 db transzformátorház, 2 db kapcsolóház), ezért a káresemények felszámolása jelentős veszélyekkel járhat.

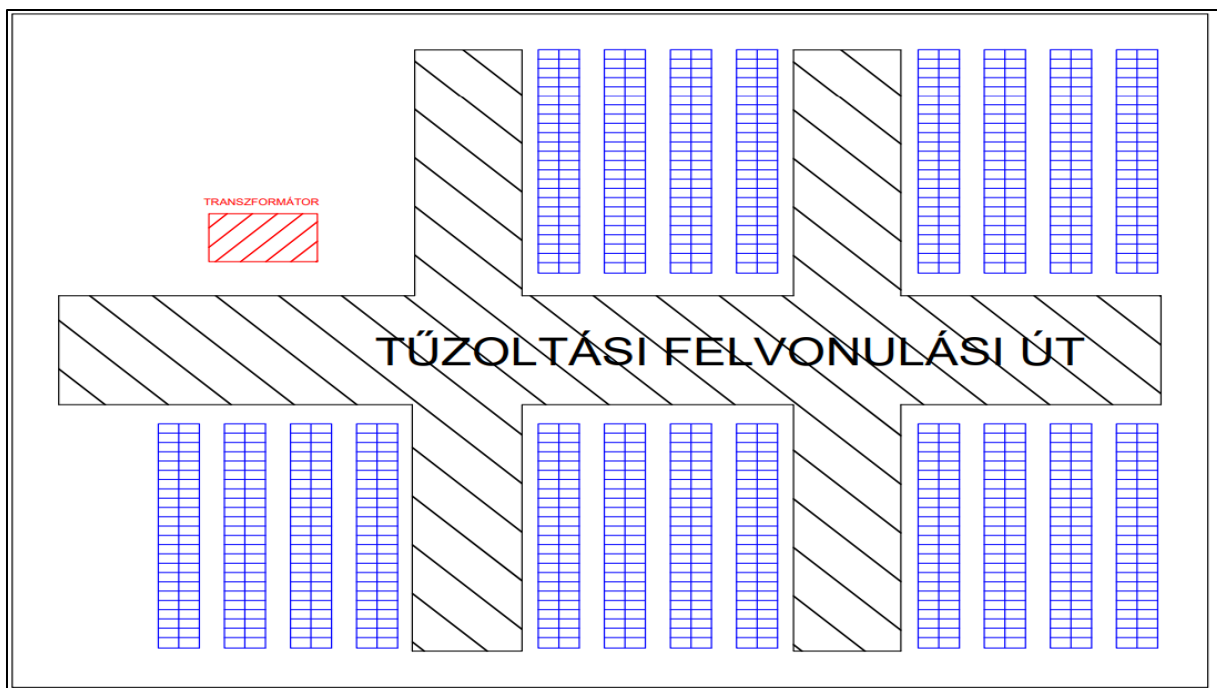
### ***A beavatkozás sajátosságai:***

- A terület megközelíthetősége általában nehéz, ugyanis sok esetben változatos terepviszonyok között közelíthető meg.
- A telephely lehet őrzött, illetve távfelügyelettel ellátva. Amennyiben nincs olyan szakember, aki többletinformációkkal szolgálhat a telep működéséről, a kerítésre felfüggesztett táblák

segítséget nyújtanak a kapcsolat felvételében, vagy kérje a tűzoltás vezetője a Műveletirányítás segítségét.

- A felderítés terjedjen ki a terület oltóvíz ellátottságára, a telephely tűzvédelmi berendezéseire, tűzoltó készülékeire.
- Ha a transzformátor állomás füstöl vagy ég, a beavatkozást biztonságos távolságból kézi poroltók használatával végezzük addig, amíg villamos technikai szakember írásos nyilatkozatot tesz az áramtalanításról. Amennyiben a tűz kiterjedése indokolja, a tűzoltás vezetője intézkedjen por-hab konténer riasztásáról is. Az áramtalanítást követően vízszugár is használható az égő részek hűtésére.
- Ha a napelemekhez tartozó inverter(ek) füstölnek vagy égnek, gondoskodjunk a transzformátor áramtalanításáról, valamint a napelemek biztonságos távolságból történő „*fohlyékony, besugárzást gátló*” eszközzel történő letakarásáról. A feszültség megszűnése után az invertert hűsük vízzel.
- Ha a napelemek égnek és a tűzzel érintett napelem invertere biztonságosan megközelíthető, gondoskodjunk a kikapcsolásáról. Fokozott figyelmet fordítsunk az inverteren elhelyezett feliratokra, amelyek a feszültségmentesítést segítik.
- A napelemek feszültségmentesítésére használjunk „*fohlyékony, besugárzást gátló*” eszközt). Amennyiben a terület alkalmas magasból mentő szer telepítésére, a szer segítségével végezzük a műveletet.
- Gondoskodjunk a napelemek alatti vegetáció védelméről, ugyanis a panelek égése során keletkező hő, vagy az olvadó alkatrészek begyűjthetik a száraz aljnövényzetet. Törekedjünk rá, hogy a körülhatárolást minimális víz alkalmazásával, biztonságos távolságból végezzük, amellyel elkerülhetjük a további áramütés kockázatát.

A létesítmény területén nem kötelező tűzoltási felvonulási út kivitelezése (csak a transzformátorházig), hanem a terület körbejárhatóságát kell biztosítani. Véleményem szerint az egyes sorokat magába foglaló szektorok körül célszerű lenne felvonulási út építése. Az út alkalmas lenne a szerek gyors mozgásának kiszolgálására, a magasból mentő szer telepítésére, és az esetleges vegetáció tüzeinek terjedését gátolná meg.



7. kép Felvonulási út lehetséges elrendezése napelemparkok esetén (készítette a szerző)



Teherbírás szempontból alkalmas az olyan út, amely megfelel a vonatkozó útügyi műszaki előírásnak, de legalább kisforgalmú utak A1 terhelési osztályának. Geometria szempontból a talpalás minimális szélessége 7,5 méter, maximális lejtése 5% [5, 51.§ (5) bekezdés.].

## 2.5 Műszaki mentések

A rendkívüli időjárási jelenségek számának növekedésével, a tűzoltóság kárfelszámolási feladatai is megnövekedtek. Mivel a napelemes rendszerek épületek tetején, vagy napelem parkok esetén nyílt területen kerülnek elhelyezésre, ezért rájuk a legnagyobb veszélyt a szél, illetve a szél által okozott fakidőlések jelentik. A panelek tartószerkezetüktől történő elválását okozhatja kivitelezési, gyártói vagy anyagfáradási hiba, de szokatlanul erős szellőkések is. A szél által leszakított napelemek külseje sérülhet, de egyenáramú szolár kábeleiben a feszültség még jelen lehet. Azok a napelem panelek, amelyekre fa vagy faág dőlt szintén sérülnek. Az üvegorítás szilánkjai, valamint a kábelek sérülései és az őket érő csapadék vezető képessége szintén veszélyforrásnak tekinthető.



8. kép Viharkár egy lapos tetőre telepített rendszerénél (Forrás: ld. [6]).

Fontos tisztázni, hogy a tűzoltóság milyen feladatokat végez egy műszaki mentés alkalmával:

- az életmentés,
- közvetett és közvetlen élet- és balesetveszély elhárítása,
- állatok, tárgyak és anyagi javak mentése értékük, pótolhatatlanságuk, az állatjóléti szempontokra vagy funkcionális fontosságukra tekintettel,
- az esemény által okozott további környezeti károk mérséklése (Forrás: ld. [7]).

Ha a mentés vezetője úgy értékeli, hogy szükséges tűzoltói beavatkozás, akkor az egység megkezdí a káreset felszámolását. Az elsődleges beavatkozás a közvetlen veszélyhelyzet megszüntetéséig tart, utána az egység a további feladatok elvégzését a tulajdonosnak átadja, aki a rendszerek telepítésével és javításával foglalkozó céggel végezteti a további feladatokat.

## A beavatkozás sajátosságai

- A beavatkozást megelőzően a mentés vezetője győződjön meg róla, hogy a bekövetkezett baleset jelent-e közvetlen vagy közvetett életveszélyt.
- A felderítés terjedjen ki továbbá a napelem panelek állapotára, a tető héjazatának anyagára (különös tekintettel a bádog és lemez fedésre).
- Amennyiben az inverter rendelkezik kijelző panellel (VAC és VDC), ellenőrizze a rendszerben található feszültséget.
- Amennyiben a sérült napelem/napelemek energiatermelő oldalukat a sérülést követően is besugárzás éri, feszültség alattinak kell tekinteni.
- Feszültségmentesítésükre használjuk a „*folyékony, besugárzást gátló*” eszközt a biztonságos távolság betartásával. A feszültség csökkenését, az inverter kijelzőjén ellenőrizzük le. A feszültség megszüntetése érdekében a teljes rendszert fedjük le.
- Amennyiben a sérült napelem/napelemek a sérülést követően olyan pozícióba kerültek, hogy az energiatermelést végző oldalukat nem éri besugárzás (fejjel lefelé van, fa ága fekszik rajta, stb.), akkor azok jelen állapotukban minimális feszültséget adnak le. Ez a visontai kísérletek során is bebizonyosodott, ahol elég volt a földről a panel hátuljára visszaverődő besugárzás az energiatermeléshez. Az épségben lévő paneleket a beavatkozás biztonságának növelése érdekében vonjuk be „*folyékony, besugárzást gátló*” anyaggal, felborult panelekhez csatlakoztatott szolár kábeleket még a panel mozgatása előtt szigetelt nyelű eszközzel vágjuk el.

## 3. KÖVETKEZTETÉS

A világ minden részén vannak bizonyos problémák, amelyek megoldására a tűzoltók jelentős erőfeszítéseket tesznek. A napelemes rendszerek számának megnövekedése világszintű, ezért a velük kapcsolatosan felmerülő kérdések is globálisak. Érdemes számos ország kísérleteit és innovációit figyelemmel kísérni, amellyel az ottani sajátosságokra is fény derülhet. A napelemek környezetében történő beavatkozások biztonságának növelésekor, a legfontosabb kérdéssé lépett elő a napelem panelek feszültség mentesítésének lehetőségei. Számos külföldi és hazai teszt és gyakorlat szerveződött már a rendszer, és a beavatkozási sajátosságok megismerése céljából. A kísérletek eredményei jelentősek, viszont vizsgálni kell gyakorlati alkalmazhatóságukat. Számos ilyen esemény lejegyzett és publikált eredményeit felhasználtam, valamint saját kísérletekkel egészítettem ki, amelyek fő iránya az volt, hogy minden olyan eszközt kipróbáljak, amely egy káreset során a napelemek lefedésénél szóba jöhet. A tesztek eredményeit hatékonyságuk szerint rendezve kirajzolódott a megoldás. Az általam vizsgált kísérletek szerint a „*folyékony, besugárzást gátló*” működési elven alapuló innovatív eszközök (SOLARSTOP vagy PVSTOP) alkalmazása mellett döntöttem, amely hatékonyságával, alkalmazhatóságával és kezelhetőségével bebizonyította, hogy beintegrálható a hazai tűzoltás taktikába. Jellemző tűzoltói beavatkozásokat elemezve felhívtam a figyelmet a jelen lévő veszélyekre, és megoldási javaslatokat tettem. Meglátásom szerint a napelemes rendszerek gyártása és szerelése az évek folyamán jelentős változáson fog végigmenni, de a jelen kor tűzoltási és műszaki mentési kihívásait is kezelni kell mind az állampolgárok, mind a beavatkozási állomány biztonságának növelése céljából.

#### 4. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] SOLARSTOP hivatalos weboldal [Online]. Elérhetőség: <https://solarstop.pl/hu/home-hu/> (2024.09.25.)
- [2] Noordhollands Dagblad weboldal [Online]. Elérhetőség: <https://www.noordhollandsdagblad.nl/regio/west-friesland/gemeentehuis-opmeertontruimd-wegens-brand-op-dak/10616966.html> (2024.09.24.)
- [3] AD.nl weboldal [Online]. Elérhetőség: <https://www.ad.nl/woerden/zonnepanelen-in-brand-in-vinkeveen-5-huizen-beschadigd~af26c102/> (2024.09.25.)
- [4] PVSTOP Facebook beavatkozás fotók [Online]. Elérhetőség: <https://www.facebook.com/pvstop/photos/5005908596138554> (2024.09.24.)
- [5] Magyar Közút Érvényben lévő műszaki előírások [Online]. Elérhetőség: <https://ume.kozut.hu/statusz/ervenben-levo-utugyi-muszaki-eloirasok> (2024.09.24.)
- [6] pv magazine „Storm damages shine spotlight on ways to mitigate impact of winds on PV arrays” [Online] Elérhetőség: <https://www.pv-magazine.com/2021/11/08/storm-damages-shine-spotlight-on-ways-to-mitigate-impact-of-wind-on-pv-arrays/> (2024.09.22.)
- [7] A tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól szóló 39/2011 BM rendelet