



# Védelmi javaslat

Földre telepített napelemes erőművek villám-  
és túlfeszültség-védelme



## Tartalomjegyzék

Intézkedések naperőművek védel-  
mére villámcsapások hatásai ellen:  
Felfogó- és levezetőrendszer  
Földelőrendszer  
Villámvédelmi potenciálkiegyenlítés  
Külső villámvédelem kialakítása  
Vezetékek nyomvonalának  
kialakítása  
Túlfeszültség-védelmi intézkedések  
Speciális túlfeszültség-védelmi ké-  
szülékek napelemes rendszerekhez  
Decentralizált sztringinverterek  
Információtechnológiai rendszerek

# Védelmi javaslat

## Földre telepített napelemes erőművek villám- és túlfeszültség-védelme



Sok országban évről évre jó néhány gigawattnyi új, földre telepített napelemes rendszer (naperőmű) üzembe állításával növekszik a megújuló energia-termelő rendszerek részaránya a modern villamosenergia-rendszerekben. Ma már a nagyméretű napelemes erőművek elérik a 100 MW beépített teljesítményt, sőt meg is haladják azt. Ezek közvetlenül csatlakoznak a

közép- vagy nagyfeszültségű villamosenergia-rendszerhez. A napelemes erőműveknek, mint a villamosenergia-rendszerek szerves részeinek, biztosítaniuk kell a villamos hálózat stabil működését is. Az esetleges termelés kieséseket az energiatermelési felügyeleti rendszer rögzíti, ami kedvezőtlenül hat a rendszer éves gazdaságossági mutatóira, megtérülésére. Ebből következik, hogy a beruházás mérete és a minimum 20 éves élettartam megköveteli a villámcsapásból eredő károkockázat kiértékelését és védelmi intézkedések meghatározását.

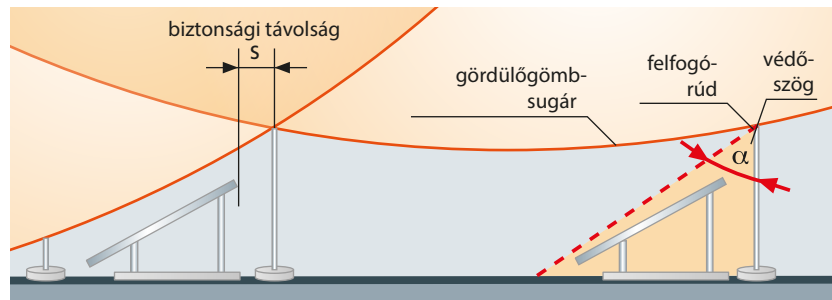
### Villámcsapás kockázata olyan építményeknél, mint a napelemes erőművek

A napsugárzás, a levegő páratartalma és a villámcsapások gyakorisága között szoros összefüggés fedezhető fel. Azokban a régiókban, ahol intenzív a napsugárzás és magas a levegő páratartalma, ott magasabb a villámcsapások kialakulásának kockázata is. Az adott területre jellemző villámsűrűség (villámcsapás/km<sup>2</sup>/év), valamint a naperőmű elhelyezkedési tényezője és mérete együttesen képezik az alapját a napelemes erőművet érő villámcsapások számított valószínűségének. A napelemes rendszerek évtizedeken keresztül ki vannak téve az időjárás, például a zivatarok hatásainak.

### Villámvédelmi rendszer szükségessége

A napelemes rendszerek károsodását a közvetlen villámcsapás romboló hatása és a villámcsapás által keltett mágneses tér következtében induktív és kapacitív csatolás útján létrejövő feszültségek egyaránt okozzák. Ezen túlmenően, a váltakozó áramú hálózatban végrehajtott kapcsolási műveletekből eredő feszültségtűskék is károsodásokat okozhatnak. Meghibásodás a napelem moduloknál, invertereknél, töltésszabályzóknál és az azokat felügyelő kommunikációs rendszereknél is felléphetnek.

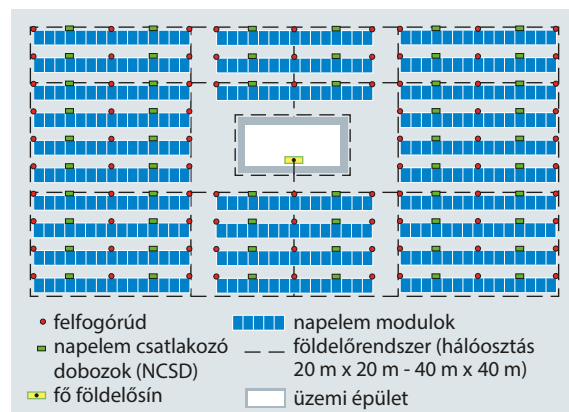
A gazdasági kár a napelemes rendszer javítása és a cserelétrészek beszerzési költségei mellett kiterjedhet a termelés kiesés következtében elmaradt bevételre, de tartalék erőmű-kapacitás igénybevételének költségei-



1. ábra: A védett terek meghatározása gördülőgömb-, ill. védőszög-módszer alkalmazásával



2. ábra: DEHN-iso távtartókkal szerelt villámvédelem



3. ábra: Földelőrendszer kialakítása az MSZ EN 62305-3 szabvány szerint

# Védelmi javaslat

## Földre telepített napelemes erőművek villám- és túlfeszültség-védelme



ben csúcsosodhat ki. Villám-lökőáramok okozta terhelés a bypass-diódák, teljesítményelektronikai félvezető eszközök, valamint információtechnológiai rendszerek be- és kimenő áramköreinek idő előtti elöregedését okozva növeli a későbbi javítási költségeket.

Ezen kívül a hálózati engedélyes (áramszolgáltató) követelményeket támaszt a termelt energia rendelkezésre állásával kapcsolatban. Például Németországban, az új energiagazdálkodási törvény (Grid Codes) határozza meg a közcélú hálózatra csatlakozó létesítmények paramétereit. Magyarországon 2008-tól a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény tartalmazza a villamos energia termelésére, az átviteli rendszerirányításra, a villamosenergia-elosztásra és a hálózati engedélyesekre vonatkozó szabályokat.

A termelt energia rendelkezésre állásával kapcsolatos szempontokat egyre inkább figyelembe veszik a létesítmények finanszírozási és biztosítási költségeinél. Az ún. Due Diligence (magyarul: kellő gondosság) elvén alapuló vizsgálatoknál számításba veszik a villámvédelmi intézkedéseket is. A Német Biztosítótársaságok Szövetsége (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft [GDV]) "Kockázatorientált villám- és túlfeszültség-védelem objektumok számára" című 2010-es VdS irányelvében (VdS = Verband der Schadensversicherer: Német Biztosítók Szövetsége), villámvédelmi intézkedéseket (LPS III villámvédelmi fokozat) követel meg napelemes rendszerek (> 10 kW) esetében. A villámcsapás okozta kárriskót az MSZ EN

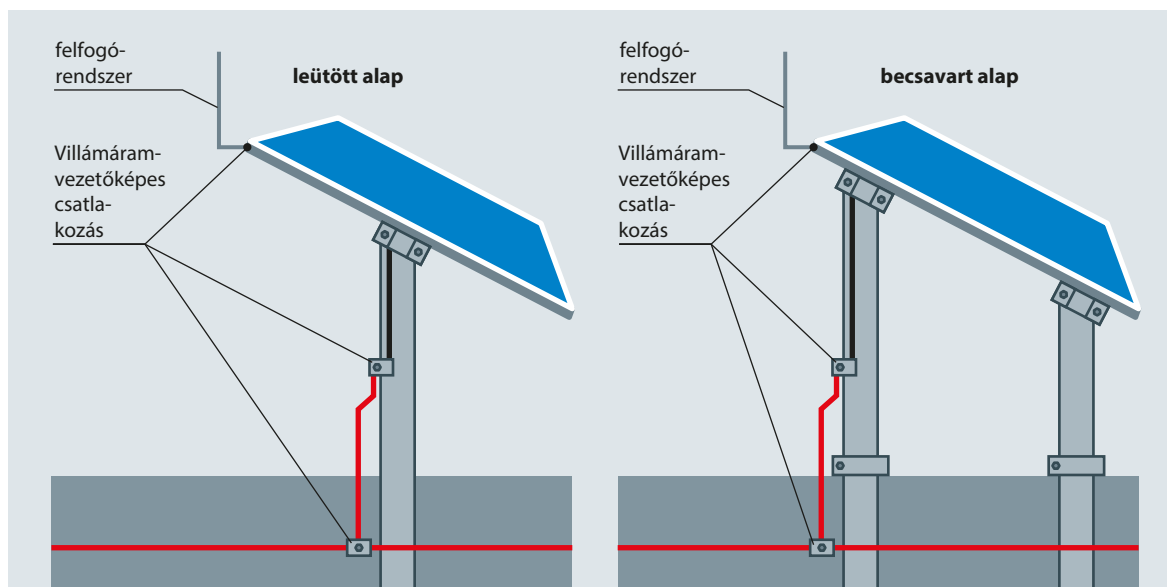
62305-2:2012 szabvány szerint kell meghatározni, és ennek eredményeit kell a napelemes rendszer tervezésénél figyelembe venni. A DEHN + SÖHNE a kárriskót becsüléséhez a DEHNSupport Toolbox szoftvert ajánlja. A szoftverrel készített kockázatelemzés minden, a napelemes rendszer létesítésében résztvevő számára követhető - műszaki és gazdasági szempontból optimalizált - villámvédelmi koncepciót ad, és biztosítja a szükséges védelmet elfogadható költségek mellett.

### Védelmi intézkedések a villámcsapás hatásai ellen napelemes erőműveknél

A hatékony védelemhez villámvédelmi rendszer kialakítása szükséges, amelynek elemei egymáshoz tökéletesen illeszkednek. Kiindulva a felfogó-, levezető-, földelőrendszerrel, a villámvédelmi potenciálkiegyenlítésen át a védelmi intézkedéseknek ki kell terjedniük az energiaellátás és az adatvonalai (jelátviteli) rendszerek belső túlfeszültség-védelmére is.

### Felfogó- és levezetőrendszer

A napelemes erőmű villamos- és elektronikus rendszereit a közvetlen villámcsapás ellen felfogórendszer védett terébe szükséges helyezni. A német VdS 2010 irányelv szerint készült villámvédelmi tervek alapját az LPS III villámvédelmi fokozat képezi. Ezen villámvédelmi fokozatnak megfelelően az MSZ EN 62305-3 szabvány szerinti gördülőgömb-módszerrel kell a felfogórudak számát meghatározni (1. ábra).



4. ábra: Leütött és becsavart napelem modul tartószerkezet alapozás a felfogó- és földelőrendszer villámáram-vezetőképes összekötésével

# Védelmi javaslat

## Földre telepített napelemes erőművek villám- és túlfeszültség-védelme



Igy alakítható ki a napelem modulok, az üzemi terek és a kábelezés fölötti védett tér. Tekintettel az induktív csatlakozású külső zavarforrásokra, ajánlott a napelem tartószerkezetekre szerelt napelem csatlakozó dobozokat (röviden: NCSD) és decentralizált invertereket a lehető legtávolabb felszerelni a felfogórendszerrel. A videó megfigyelő rendszer magas oszlopai szintén felfogórendszerként működnek. Ezért magát a kamerarendszert is úgy kell szerelni, hogy a felfogóoszlop védett terébe kerüljön. Az ilyen módon kialakított felfogórendszer minden levezetőjét földelő összekötő rúd (csatlakozó zászlón) keresztül kell a földelőrendszerrel összekötni. A korrózió veszélye miatt a földből vagy betonból kilépő földelő összekötő rudakat (csatlakozó zászlókat) korrózióálló kivitelben kell elkészíteni (például rozsdamentes acélból, anyag típusú V4A, pl. anyagszám 1,4571). Tűzihorganyzott acélból (St/tZn) készült földelő összekötő rudakat (csatlakozó zászlókat) megfelelő intézkedésekkel kell védeni pl. korrózióvédő szalaggal vagy zsugorcső alkalmazásával.

A felfogórendszer a mechanikai rögzítés érdekében több helyen összeköthető a napelem modul tartószerkezetével. Erre a célra például alkalmazható a DEHN-iso távtartó rendszer (2. ábra).

A felfogórendszer a földelőrendszerrel összeköthető a napelem tartószerkezet lábazati részén keresztül (leütött, becsavart alap). Ez a megoldás megkönnyítheti a létesítmény későbbi karbantartását (pl. fűnyírást).

### Földelőrendszer

A földelőrendszer (3. ábra) képezi az alapját a naperőmű hatékony villám- és túlfeszültség-védelmi intézkedéseinek. A DIN EN 62305-3 szabvány 5. nemzeti mellékletének "D" függeléke szerint az eredő földelési ellenállás ( $R_A$ ) értékére javasolt a 10  $\Omega$ -nál kisebb érték. Földelőrendszerként fagyhatár alá telepített 10 mm-es átmérőjű

rozsdamentes [V4A] acélhuzalból készült, 20 x 20 m és 40 x 40 m közé eső hálóosztású földelőrendszer kiépítése jelentősen tartós megoldást, amely a gyakorlatban is bizonyított. A napelem modulok fém tartószerkezeit a hálóosztás kialakításához akkor lehet felhasználni, ha a tartószerkezet legkisebb keresztmetszete (vezetőképessége) megfelel az MSZ EN 62305-3 szabvány előírásainak. A DIN EN 62305-3 szabvány 5. nemzeti mellékletének alapján célszerű a fém napelem modul tartószerkezeteket egymással összekötni. A földelőrendszer hálószerű kialakításánál gyakran a meglévő kábelárkokat használják fel. Azonban ilyenkor is zárt háló kialakítására kell törekedni. Az üzemi épület földelőrendszerének kialakításánál az MSZ EN 61936-1:2011 "1 kV-nál nagyobb váltakozó feszültségű erőáramú berendezések. 1. rész: Általános szabályok" és az MSZ EN 50522:2011 "1 kV-nál nagyobb váltakozó feszültségű energetikai létesítmények földelése" szabványok követelményeit is szükséges betartani. A napelem mező földelőrendszerét és az üzemi épület földelőrendszerét egymással 30 x 3, 5 mm méretű acélszalaggal vagy 10 mm átmérőjű acélhuzallal (tűzihorganyzott [St/tZn] vagy rozsdamentes [V4A], anyagszámú 1,4571) vagy rézből készült földelőanyaggal kell összekötni. Az egyes földelőrendszerek összekötésével csökken az eredő földelési ellenállás. A földelőrendszerek összekötésével kialakul egy olyan egyenpotenciálú felület, amely az üzemi épület és a napelem modulok közötti villamos vezetékknél, a villámcsapáskor fellépő feszültség-igénybevételeket jelentősen csökkentik. Ennek érdekében, hogy a földelési ellenállás az évek során tartósan állandó maradjon, a korróziós hatásokat, a talajnedvességet és a fagyhatást figyelembe kell venni. A hatásos földelőhossz meghatározásánál csak a fagyhatár alatti részeket lehet figyelembe venni. A földelőháló keresztvezési pontjainál a vezetőket megfelelő, villámáramra bevizsgált alkatrészekkel kell összekötni. A napelem modulok fém tartószerkezeit egymással és a földelőrendszerrel is össze kell kötni. A leütött és becsavart tartószerkezetek csak abban az esetben alkalmazhatóak földelőszondaként (4. ábra), ha azok anyaga és falvastagsága megfelel az MSZ EN 62305-3:2011 szabvány 7. táblázatában megadott előírásoknak.

A 2, 5 m-es legkisebb földelőszonda hossz követelmény csak olyan elemekkel biztosítható, amelyek a fagyhatár alatt vannak elhelyezve, és villámáram-vezetőképes csatlakozásokkal vannak egymással összekötve. Ezen alapozásokat egymással villámáram-vezetőképes módon kell összekötni, például 10 mm átmérőjű rozsdamentes [V4A], anyag típus 1,4571 acélhuzallal és UNI-földelőkapoccsal (5. ábra).

### Villámvédelmi potenciálkiegyenlítés

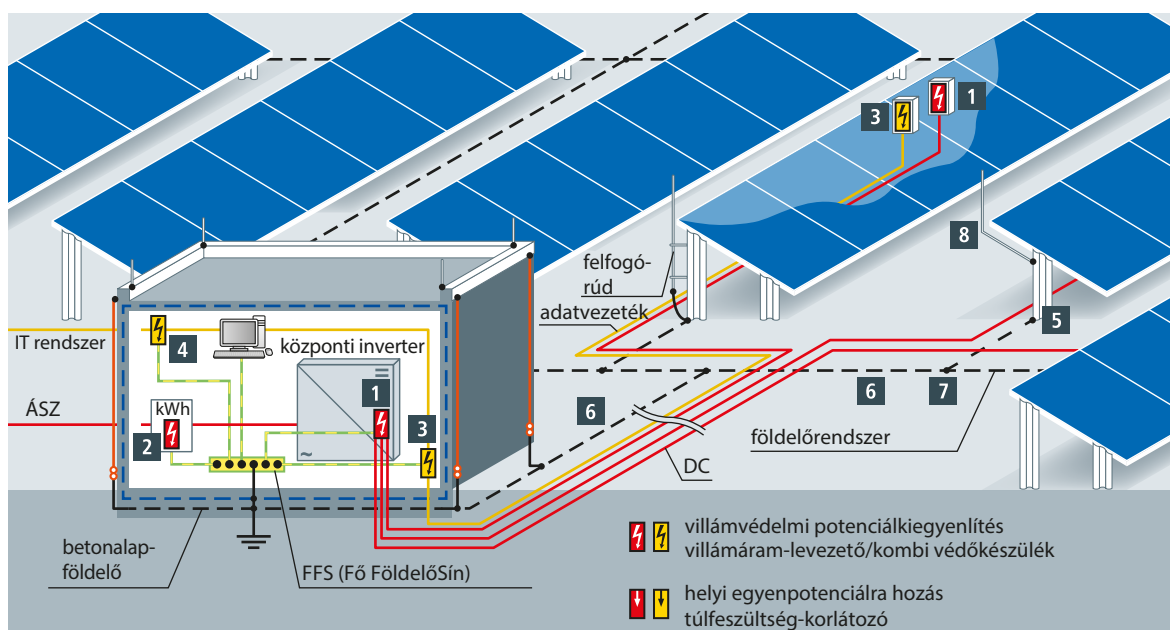
A villámvédelmi potenciálkiegyenlítés az összes fémből készült rendszer közvetlen, villámáram-vezetőképes összekötését jelenti. Ha a napelem modulok, a teljes kábelezés, vala-



5. ábra: UNI-földelőkapocs

# Védelmi javaslat

Földre telepített napelemes erőművek  
villám- és túlfeszültség-védelme

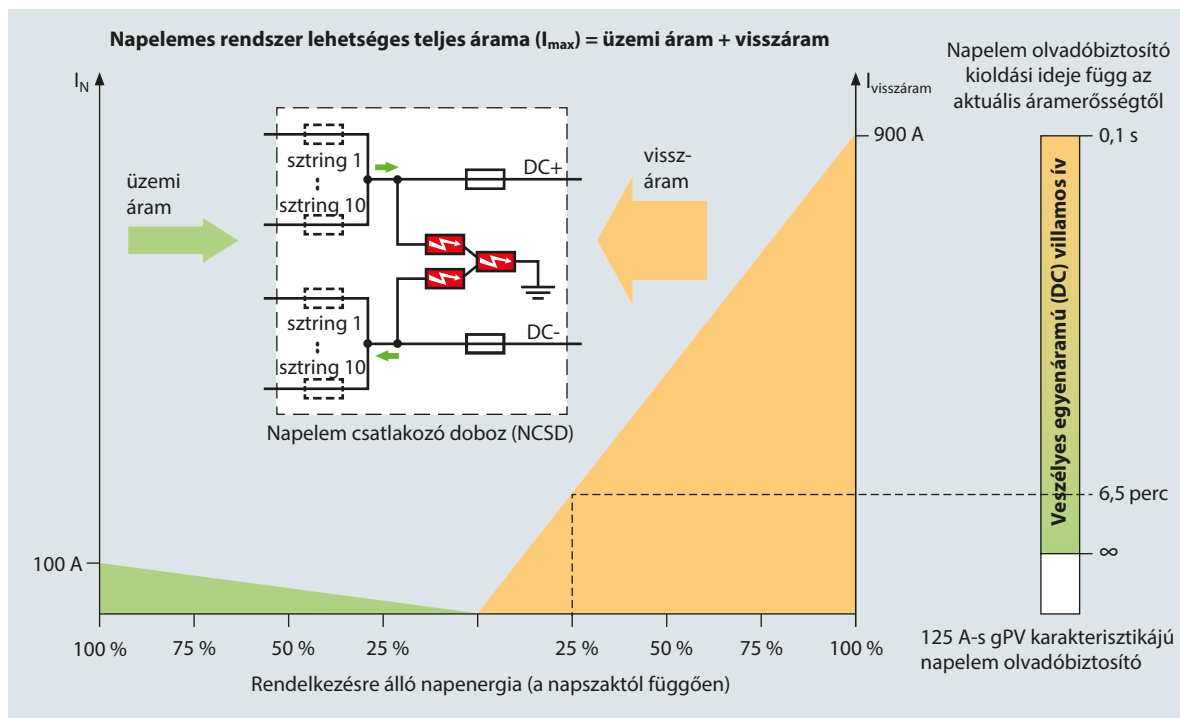


Sz. az ábrán	Védelem	Védőkészülék *FM= pot.független távjelző érintkező	Cikksz.
<b>Inverter egyenáramú (DC) bemenete</b>			
1	Központi inverter + NCSD	DEHNcombo DCB YPV 1500 FM*	900 067
<b>Központi inverter váltakozó áramú (AC) kimenete</b>			
2	TN-C rendszer	DEHNventil DV M TNC 255 FM*	951 305
	TN-S rendszer	DEHNventil DV M TNS 255 FM*	951 405
	TT rendszer	DEHNventil DV M TT 255 FM*	951 315
<b>Adatátviteli interfész</b>			
3	Egy érpár különböző üzemi feszültséggel 180 V-ig	BLITZDUCTOR BXTU ML2 BD 0-180 védelmi modul + BXT BAS alapelem	920 249 + 920 300
<b>Távoli karbantartás</b>			
4	ISDN vagy DSL	DEHNbox DBX U4 KT BD S 0-180	922 400
<b>Földelőrendszer</b>			
5	Potenciálkiegyenlítés	UNI-földelőkapocs	365 250
6	Földelővezető	Acélhuzal (Ø 10 mm) St/tZn	800 310
		Acélhuzal (Ø 10 mm) StSt (V4A)	860 010
		Szalag (30 x 3,5 mm) St/tZn	852 335
		Szalag (30 x 3,5 mm) StSt (V4A)	860 325
7	Összekötőelem	MV(multi)-kapocs StSt (V4A)	390 079
		alternatíva: SV-kapocs St/tZn	308 220
8	Felfogórendszer	Hajlított felfogórúd	101 110

6. ábra: Központi inverteres napelemes erőmű villámvédelmi koncepciója

# Védelmi javaslat

## Földre telepített napelemes erőművek villám- és túlfeszültség-védelme



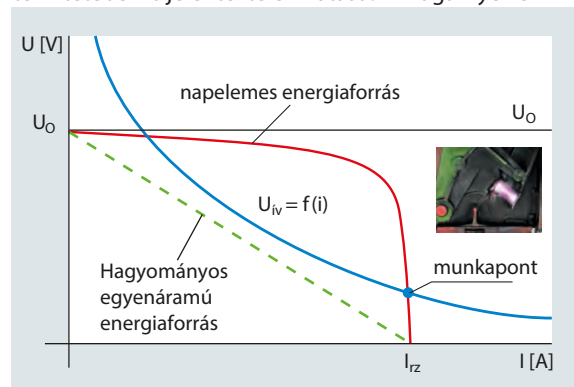
7. ábra: Napelemes rendszer, 1000 A-es legnagyobb árammal ( $I_{max}$ ): napszaktól függő, várható rövidzárlati áram napelemes rendszer túlfeszültség-védelmi eszközeinél

mint az üzemi épület az időjárásfigyelő-állomással együtt a külső villámvédelmi rendszer védett terébe esik, akkor nem várható vezetékét érő közvetlen villámcsapás, így villámáram sem folyhat a vezetékekben. Amennyiben a napelemes erőművet a kisfeszültségű közcélú hálózatra (KIF) csatlakoztatják, akkor az átadási pontnál a csatlakozóvezetékét 1. típusú villámáram-levezetőn keresztül (ilyen például a DEHNventil készülék) kell összekötni a fő földelősínnel, hiszen itt villám-részáram folyhat. A bejövő telekommunikációs vezetékekre is ugyanezen követelmények érvényesek. Információtechnológiai rendszereknél olyan 1. típusú villámáram-levezető alkalmazható, mint például a BLITZDUCTOR XT vagy a DEHNbox készülék (6. ábra).

### A napelem mező és a külső villámvédelmi rendszer elrendezése

A külső villámvédelem részeként felfogórendszer telepítése földre telepített napelemes erőműnél mindenképpen szükséges. A napelemes rendszert érő közvetlen, kontrollálatlan villámcsapást követően villámáram jut be a villamos installációba, ami súlyos károsodást okozhat a belső rendszerekben. Külső villámvédelmi rendszer kiala-

kításánál ügyelni kell arra, hogy ne alakulhasson ki jelentős árnyék a napelem celláknál, pl. a felfogórúdak miatt. Az olyan szórt árnyék (félárnyék vagy diffúz árnyék), mint ami például távolabbi felfogórúdak vagy vezetékek miatt képződik, nem befolyásolja a napelemes rendszer üzemét, és a villamosenergia-termelés tekintetében is jelentéktelen hatású. A magárnyék ez-



8. ábra: Hagyományos egyenáramú (DC) energiaforrás, illetve napelemes energiaforrás áram-feszültség jelleggörbéje. Napelemes energiaforrás áramának kapcsolásakor annak jelleggörbéje metszi a villamos ív jelleggörbéjét.

# Védelmi javaslat

## Földre telepített napelemes erőművek villám- és túlfeszültség-védelme



Villámvédelmi fokozat (LPS) és legnagyobb villámáram (10/350 $\mu$ s)		1. típusú feszültségghatároló vagy 1. típusú kombinált (soros kapcsolású) villámáram-levezető értékei				1. típusú feszültségre kapcsoló vagy kombinált (párh. kapcsolású) villámáram-levezető értékei	
		$I_{10/350}$		$I_{8/20}$		$I_{10/350}$	
		Áramutan-ként [kA]	$I_{total}$ [kA]	Áramutan-ként [kA]	$I_{total}$ [kA]	Áramutan-ként [kA]	$I_{total}$ [kA]
III és IV	100 kA	5	10	15	30	10	20

1. táblázat: A CENELEC CLC/TS 50539-12 műszaki specifikáció (A.3 táblázat) és a DIN EN 62305-3 5. nemzeti melléklete (D.1 táblázat) szerint 1. típusú feszültségkorlátozó vagy kombinált illetve 1. típusú feszültségre kapcsoló túlfeszültség-védelmi eszközök legkisebb levezetőképessége földre telepített napelemes rendszernél, LPL III villámvédelmi szint esetében

zel szemben jelentős terhelést okoz mind a napelem cellák, mind pedig a hozzájuk tartozó bypass-diódák esetében. A magárnyék elkerüléséhez szükséges minimális távolság kiszámítható. Ennek értéke függ a felfogórúd átmérőjétől. Például, ha egy 10 mm átmérőjű felfogórúd árnyékot vet a modulra, akkor csak szórt (diffúz) árnyék jut a napelem modulra, ha a napelem modul és felfogórúd közötti távolság nagyobb, mint 1,08 m. A magárnyék számításról szóló részletesebb útmutatást a DIN EN 62305-3 szabvány 5. nemzeti mellékletének „A” függeléke tartalmazza.

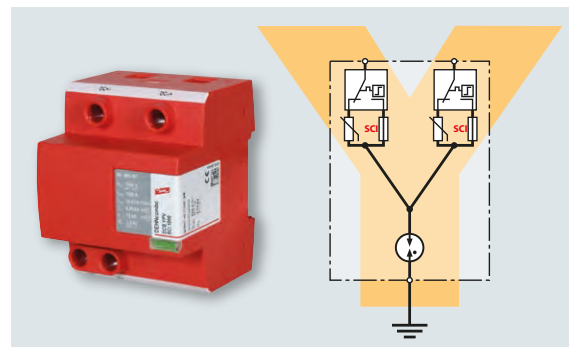
### Vezetékek nyomvonalvezetése napelemes rendszerknél

Valamennyi vezetéknyomvonal kialakításánál ügyelni kell arra, hogy nagyobb vezetékburkok ne alakuljanak ki. Ez érvényes az egypólusú, soros kapcsolású egyenáramú (DC) áramkörök esetében (sztring) ugyanúgy, mint több sztring egymással történő összekötése esetén. Hasonló módon kerülendő az adat- és érzékelő vezetékek több sztringen keresztüli nyomvonalvezetése úgy, hogy a sztring vezetékekkel együtt nagyfelületű vezetékburkok alakuljanak ki. Emiatt az erősáramú (egyenáramú [DC] és váltakozó áramú [AC]), valamint az adatátviteli és egyenpotenciálra hozó vezetéket egymáshoz a lehető legközelebb kell vezetni.

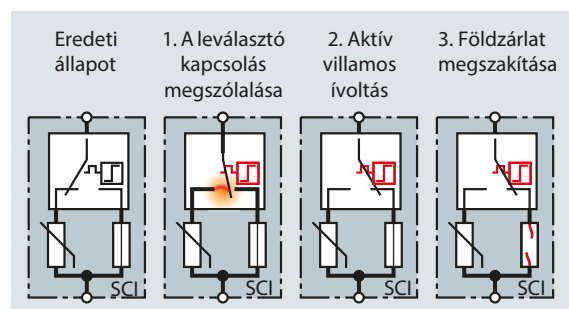
### Napelemes erőművek túlfeszültség-védelmi intézkedései

Napelemes erőművek villamos rendszereinek védelme érdekében túlfeszültség-védelmi eszközöket (angolul: SPD - Surge Protective Device) kell telepíteni (6. ábra).

Ha a földre telepített napelemes rendszer külső villámvédelmi rendszerét közvetlen villámcsapás éri, egyrészt a villamos rendszer valamennyi vezetékében nagy feszültségimpulzusok indukálódnak, másrészt pedig a napelemes erőmű vezetékében (egyenáramú [DC], váltakozó áramú [AC] és jelvezetékek) villám-részáramok jelennek meg, amelyek nagyságát többek között a földelő-



9. ábra: DEHNCombo YPV SCI 1.+2. típusú kombinált villámáram-levezető hibátűrő Y-kapcsolással és háromfokozatú DC-átkapcsoló berendezéssel

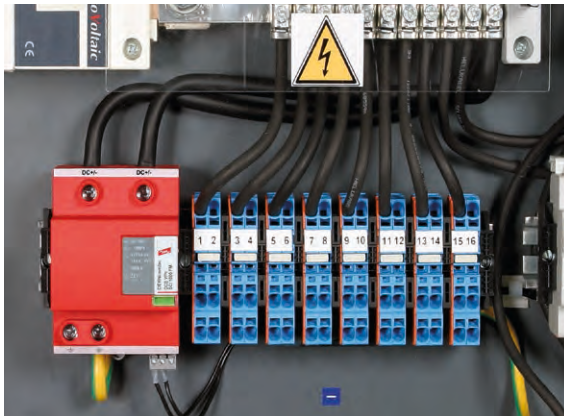


10. ábra: A DEHNCombo YPV SCI ... (FM) készülékben található háromfokozatú DC-átkapcsoló berendezés működésének egyes lépései

rendszer kialakítása, a talaj fajlagos ellenállásának nagysága, és a vezetékvezés kialakítása határozza meg. A központi inverteres rendszerkoncepció (6. ábra) sajátossága, hogy a napelemes mező területén nagy kiterjedésű egyenáramú (DC) vezetékvezés alakul ki. A DIN EN 62305-3 szabvány 5. nemzeti mellékletének "D" függeléke a földre telepített napelemes erőművek egyenáramú (DC) áramkörében alkalmazandó 1. típusú, feszült-

# Védelmi javaslat

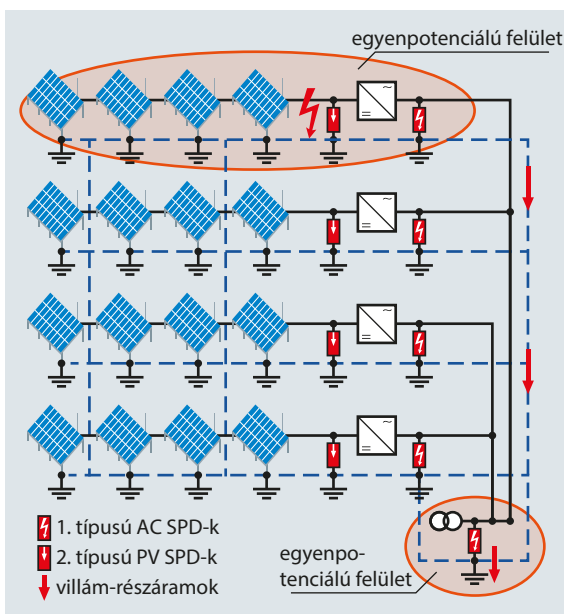
## Földre telepített napelemes erőművek villám- és túlfeszültség-védelme



11. ábra: Túlfeszültség-védelem a felügyelet (monitoring) rendszerrel ellátott napelemes csatlakozó dobozban (NCSDB-ben)

séghatároló túlfeszültség-védelmi eszközökre minimum 10 kA (10/350  $\mu$ s) teljes villámáram-levezetőképességet ( $I_{total}$ ) határoz meg.

Csak olyan túlfeszültség-védelmi eszközöket lehet alkalmazni, amely az MSZ EN 50539-11:2013 termékvizsgálati szabványban megadott követelmények alapján meghatározott, és megfelelő rövidzárlati szilárdsággal ( $I_{SCP}$ ) rendelkezik és ezt a gyártó igazolta. Ez a követelmény érvényes az esetlegesen kialakuló visszáramokra is. A központi inverterrel rendelkező napelemes rendszer



12. ábra: Sztringinverteres földre telepített napelemes erőmű villámáram-eloszlása

ekben olvadóbiztosítók biztosítják a visszáramok elleni védelmet. A legnagyobb rendelkezésre álló áram nagysága a pillanatnyi besugárzás mértékétől függ. Bizonyos üzemi állapotokban a visszáram-olvadóbiztosítók csak néhány perc eltelte után szólalnak meg (7. ábra).

A napelem csatlakozó dobozokban (NCSDB) elhelyezett túlfeszültség-védelmi eszközöknek ezért a lehetséges legnagyobb áramot - amely az üzemi és a visszáramból tevődik össze - is el kell tudniuk viselni, és a védőkészülékeknek túlterhelődés esetén automatikusan, ívképződés nélkül le tudniuk választani magukat a villamos rendszerről ( $I_{SCP} > I_{max}$ ).

### Speciális túlfeszültség-védelmi eszközök napelemes rendszerek egyenáramú (DC) oldalára

A napelemes energiaforrások feszültség/áram (U/I) jelleggörbéi jelentősen eltérnek a hagyományos egyenáramú áramforrások jelleggörbéitől. A napelemes energiaforrások nemlineáris karakterisztikával rendelkeznek (8. ábra), és a kialakuló egyenáramú (DC) villamos ív jelentősen eltérő viselkedést mutat.

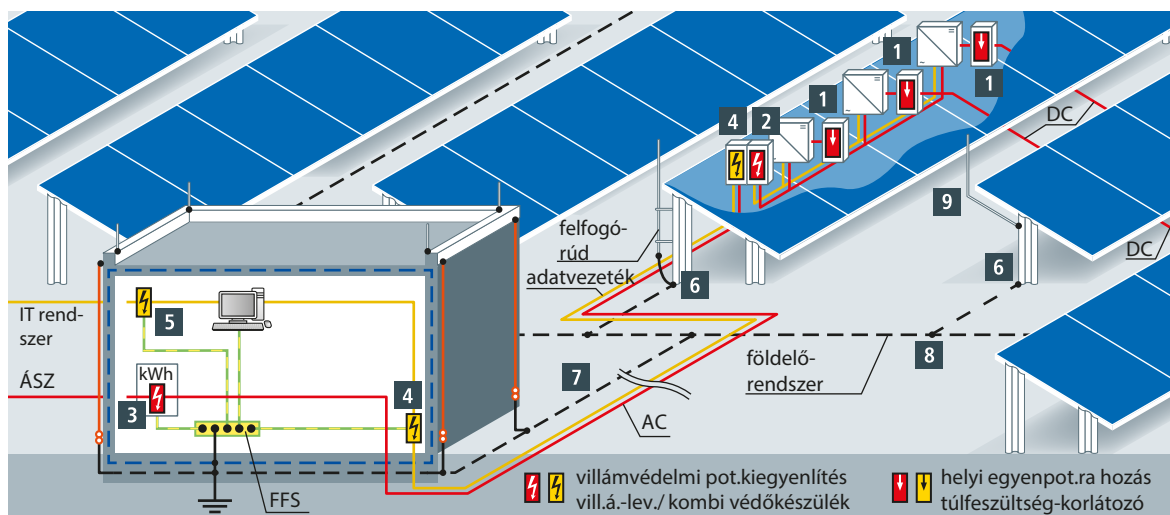
Ez a tulajdonság nemcsak a napelemes rendszerek egyenáramú (DC) körében használandó leválasztó kapcsolók és olvadóbiztosítók kialakítására és méretére hat, hanem a túlfeszültség-védelmi eszközök esetében is megfelelő kialakítást követel meg. Az egyenáramú (DC) oldalon elhelyezett túlfeszültség-védelmi eszközök biztonságos üzemének követelményeit, a túlterhelési állapotok figyelembevételével a DIN EN 62305-3 szabvány 5. nemzeti melléklete, valamint a CLC/TS 50539-12:2013 műszaki specifikáció határozza meg.

A DIN EN 62305-3 szabvány 5. nemzeti melléklete pontosabb becslést ad a villámáram-eloszlásra számítógépes szimulációk alapján, mint a DIN EN 62305-4 szabvány 1. nemzeti melléklete. A villámáram-eloszlás számításához a villámvédelmi rendszer levezetőit, a napelemes rendszer tartószerkezeeteinek lehetséges földelési csatlakozásait és az egyenáramú (DC) vezetékeket kell figyelembe venni. A villámáram-eloszlás számítógépes szimulációjának eredményei azt mutatják, hogy a túlfeszültség-védelmi eszközökön át az egyenáramú (DC) vezetékekbe bevezetett villám-részáramok nagysága és amplitúdója nemcsak a levezetők számától függ, hanem a túlfeszültség-védelmi eszközök impedanciájának hatásait is figyelembe kell venni. A túlfeszültség-védelmi eszköz impedanciája függ a védőkészülék névleges feszültségétől, belső topológiájától és típusától (feszültségre kapcsoló vagy feszültséghatároló). A napelemes rendszer egyenáramú (DC) oldalán elhelyezett túlfeszültség-védelmi eszközön keresztül az egyenáramú (DC) vezetékezésbe befolyó villám-részáramra jellemző az impulzus hullámalakjának rövidülése. A megfelelő túlfeszült-



# Védelmi javaslat

## Földre telepített napelemes erőművek villám- és túlfeszültség-védelme

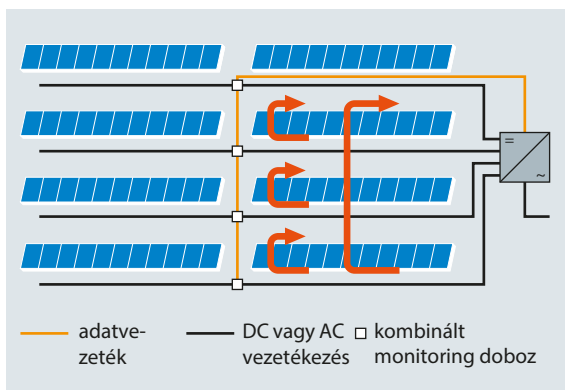


Sz. az ábrán	Védelem	Védőkészülék *FM = pot.függ. távjelző érintkező	Cikksz.
<b>Inverter egyenáramú (DC) bemenete</b>			
1	1 MPP-hez	DEHNcube DCU YPV SCI 1M	900 910
	2 MPP-hez	DEHNcube DCU YPV SCI 2M	900 920
	MPP-ként	DEHNguard DG M YPV SCI 1000 FM	952 515
<b>Inverter váltakozó áramú (AC) bemenete</b>			
2	TN-S rendszer	DEHNshield DSH TNS 255	941 400
<b>Átadási pont váltakozó áramú (AC)</b>			
3	TN-C rendszer	DEHNventil DV M TNC 255 FM*	951 305
	TN-S rendszer	DEHNventil DV M TNS 255 FM*	951 405
	TT rendszer	DEHNventil DV M TT 255 FM*	951 315
<b>Adatátviteli interfész</b>			
4	Két érpár különböző üzemi feszültséggel 180 V-ig	BLITZDUCTOR BXTU ML2 BD 0-180 védelmi modul + BXT BAS alapelem	920 249 + 920 300
<b>Távoli karbantartás</b>			
5	ISDN vagy DSL	DEHNbox DBX U4 KT BD S 0-180	922 400
<b>Földelőrendszer/külső villámvédelmi rendszer</b>			
6	Potenciálkiegyenlítés	UNI-földelőkapocs	365 250
7	Földelővezető	Acélhuzal (Ø 10 mm) St/tZn	800 310
		Acélhuzal (Ø 10 mm) St/St (V4A)	860 010
		Szalag (30 x 3,5 mm) St/tZn	852 335
		Szalag (30 x 3,5 mm) St/St (V4A)	860 325
8	Összekötőelem	MV(multi)-kapocs St/St (V4A)	390 079
		alternatíva: SV-kapocs St/tZn	308 220
9	Felfogórendszer	Hajlított felfogórúd (2 db földelőkapocccsal)	101 110

13. ábra: Sztringinverteres napelemes erőmű villámvédelmi koncepciója

# Védelmi javaslat

## Földre telepített napelemes erőművek villám- és túlfeszültség-védelme



14. ábra: Napelemes erőművek esetén kialakuló indukciós hurkok szemléltetése

ség-védelmi eszközök kiválasztásánál mind a fellépő lökőáram áramcsúcsértékét, mind pedig a lököimpulzus töltésmennyiségét figyelembe kell venni. Ezeket az összefüggéseket a DIN EN 62305-4 szabvány 1. nemzeti melléklete mutatja be.

A megfelelő túlfeszültség-védelmi eszköz kiválasztását az **1. táblázat** segíti, amelyből a szükséges villámáram-levezetőképesség ( $I_{imp}$ ) az 1. típusú villámáram-levezető típusának függvényében (feszültségátviteli varisztoros vagy feszültségre kapcsoló szikraközös túlfeszültség-védelmi eszköz) meghatározható.

A védőkészülék kiválasztásakor figyelembe kell venni az előforduló legnagyobb lökőáramot ( $8/20 \mu s$ ), valamint a  $10/350 \mu s$  hullámalakú villám-részáramokat is, amely biztosítja, hogy a túlfeszültség-védelmi eszköz képes legyen a villám-részáramok töltésmennyiségét is levezetni. A DEHNcombo YPV SCI ... (FM) 1.+2. típusú kombinált villámáram-levezető ellenőrzött és bevált hibatűrő Y-kapcsolással és háromfokozatú DC-átkapcsoló berendezéssel rendelkezik (**9. ábra**).

A DEHNcombo védőkészülék kombinált leválasztó- és rövidre záró valamint termodinamikai felügyeleti egységéből (Thermo Dynamic Control) áll. A túlfeszültség-védelmi eszköz varisztorral párhuzamos ágában (bypass ágban) olvadóbiztosító van beépítve, amely túlterhelés esetén megszakítja az áramot, és biztonságos állapotba hozza a teljes egységet (**10. ábra**).

Ezáltal az inverternél vagy a napelem csatlakozó doboznál (NCS) telepíthető DEHNcombo YPV SCI ... (FM) kombinált villámáram-levezető megbízhatóan, előtétbiztosító alkalmazása nélkül is megvédi a napelem mezőt egészen 1000 A zárlati áramerősséggel (**11. ábra**).

A DEHNcombo YPV SCI védőkészülék elérhető 600 V, 1000 V és 1500 V rendszerfeszültségű napelemes rendszerekhez. Sztring-felügyelet (monitoring) rendszer alkalmazása esetén a túlfeszültség-védelmi eszközök állapota potenciálfüggetlen távjelző érintkezőinek (FM) köszönhetően integrálható a felügyeleti rendszerbe. A DEHNcombo YPV SCI kombinált villámáram-levezetőben alkalmazott megoldások megakadályozzák a védőkészülék károsodását a napelemes áramkörben kialakuló szigetelési hiba fellépése esetén, jelentősen csökkentik a túlterhelt túlfeszültség-védelmi eszköz okozta tűz keletkezésének kockázatát, és a túlterhelt védőkészüléket a napelemes rendszer üzemének befolyásolása nélkül biztonságos állapotba helyezik. Ez a biztonsági kapcsolat lehetővé teszi, hogy a varisztorok feszültségátviteli tulajdonsága a napelemes rendszer egyenáramú [DC] áramkörökben is kihasználható legyen és a túlfeszültség-védelmi eszköz a számtalan kisebb feszültségcsúcs esetében is aktívan működjön. Ezáltal az SCI technológia hozzájárul a bypass-diódák és az inverter egyenáramú (DC) bemeneteinek várható élettartam növekedéséhez.

### Napelemes erőművek decentralizált sztringinverterrel

Ha a napelemes erőművet decentralizált sztringinverteres koncepcióval tervezték, akkor az erősáramú vezeték nagy része az egyenáramú (DC) oldalról átkerül a váltakozó áramú (AC) oldalra. Az inverterek a napelem modulok alatt, magára a napelem modul tartószerkezetére vannak felszerelve. Mivel az inverter és a napelem modulok egymáshoz képest közel helyezkednek el, ezért az inverterek átveszik a napelem csatlakozó doboz (NCS) tipikus funkcióit. A DIN EN 62305 szabvány 5. nemzeti melléklete szerint az erősáramú vezeték (sztring- vagy központi inverter) befolyásolja a villámáram-eloszlást. A német szabvány 5. nemzeti mellékletében leírtak alapján a **12. ábra** mutatja a villámáram-eloszlást sztringinverteres alkalmazása esetén.

Sztringinverteres koncepció esetén az erősáramú vezeték potenciálkiegyenlítő hálózatként is működik, mely a napelemes rendszer „helyi” földpotenciálját, amelyet villámcsapás érhet és a táptranzformátor „távoli” földpotenciálját köti össze. A sztring- és a központi inverteres megoldás között csak az a különbség, hogy sztringinverteres koncepció esetén a villám-részáramok a váltakozó áramú (AC) vezetékben folynak. Ennek megfelelően 1. típusú túlfeszültség-védelmi eszközt kell telepíteni a sztringinverteres váltakozó áramú és a táptranzformátor kisfeszültségű oldalára. Az **1. táblázat** mutatja az 1. típusú túlfeszültség-védelmi eszközök megkövetelt legkisebb levezetőképességeit a védőké-

# Védelmi javaslat

## Földre telepített napelemes erőművek villám- és túlfeszültség-védelme



szűk technológiájától függően. A sztringinverterek DC-oldalára 2. típusú túlfeszültség-védelmi eszköz, mint pl. a DEHNCube YPV SCI telepítése elegendő.

A DIN EN 62305-3 szabvány 5. nemzeti melléklete alapján telepített földelőrendszer esetében a sztringinverterek és az ezzel fémes kapcsolatban lévő napelem mező (napelem modulok+fém tartószerkezet) együttesen egy helyi, egyenpotenciálú felületet alkotnak, így az egyenáramú (DC) vezetékvezetésben nem kell villám-rész-áram kialakulására számítani. A túlfeszültség-védelmi eszköznek csupán az indukált lököimpulzusokat kell korlátoznia. Ezáltal ezek a védőkészülékek a közelben lévő napelem modulok túlfeszültség-védelmét is ellátják. A váltakozó áramú (AC) gyűjtőszekrények gyűjtik össze több inverter váltakozó áramú (AC) kimenetét, amelyek túláram-védelemmel is el vannak látva. Ha a gyűjtőszekrénybe 1. típusú túlfeszültség-védelmi eszközök kerülnek elhelyezésre, mint például a DEHNshield...255, akkor ezek a védőkészülékek megvédik az összes inverter kimenetét a gyűjtőszekrénytől számított 10 m-es vezeték-hosszon belül (galvanikus csatolás). A váltakozó áramú (AC) terepi vezetékvezetés az üzemi épületbe érkezik meg. Az ezen a csomópontnál elhelyezett nagy teljesítményű 1.+2. típusú kombinált villámáram-levezető – mint például a DEHNventil készülék – megvédi a csatlakozási pontnál lévő villamos berendezéseket. A kombinált védőkészülék megvédi a további villamos berendezéseket, mint például a hálózatvédelmi berendezéseket és vég-készülékeket, valamint a riasztóközpontot, vagy a web-szervert abban az esetben, ha a túlfeszültség-védelmi eszköz 10 m-es vezeték-hosszon belül van a védendő berendezésekhez képest (galvanikus csatolás).

### Túlfeszültség-védelmi intézkedések információtechnológiai rendszerek számára

Az üzemi épületben kerülnek egyesítésre a napelemes rendszer terepi mért adatai, a rendszer üzemeltetőjének távkarbantartáshoz szükséges adatai és a kapcsolódó villamos hálózat üzemeltetőjének teljesítménymérési és vezérlési adatai. Annak érdekében, hogy a karbantartó személyzet a meghibásodás okait távdiagnosztizálással meghatározhassa és a helyszínen célzottan elháríthassa, folyamatosan rendelkezésre álló és megbízható adatkapcsolatra van szükség. A sztring- és inverter felügyeleti rendszer, az időjárás adatok gyűjtése, a behatolás elleni védelem és a külvilággal való kapcsolattartás mind eltérő kommunikációs interfészeket igényelnek. A szélesség és besugárzás érzékelők analóg jelátviteli útját DEHNbox DBX készülékkel lehet megvédeni. A DEHNbox DBX készülék az „actiVsense®-technológiának köszönhetően 0-tól 180 V egyenfeszültségig alkalmazható és automatikusan az üzemi feszültséghez illeszti a

védelmi szintet. Abban az esetben, ha az inverterek közötti kommunikáció RS 485 interfészen keresztül zajlik, akkor a BLITZDUCTOR XT védőkészülék ideálisan alkalmazható. Behatolásjelző rendszerként használt koaxiális videó képátviteli kamerarendszerek védelmére a DEHNgate BNC VC nevű védőkészülék alkalmazható. Abban az esetben, ha a napelemes erőmű nagyobb részegységei, mezői Ethernet interfészen keresztül kapcsolódnak egymáshoz, akkor a DEHNpatch M CAT6 védőkészülék telepítése ajánlott, ami PoE (Power over Ethernet) alkalmazások esetén is használható. Függetlenül attól, hogy ISDN vagy ADSL csatlakozásról van szó, a napelemes erőmű és a külvilág közötti kapcsolatot teremtő berendezések megfelelő túlfeszültség-védelmi eszközzel védhetők meg.

Központi inverteres napelemes erőmű esetén a sztringek felügyelete érdekében a napelem csatlakozó dobozba (NCSD), szekrénybe kiegészítő mérőérzékelőket építenek be. Sztringinverteres napelemes erőmű esetén (**13. ábra**) ezt a feladatot az inverterbe beépített sztring felügyeleti rendszer veszi át.

Mindkét esetben a terepről érkező mért értékeket interfészen keresztül kell továbbítani a felügyeleti rendszer felé. Az adatvezetékek az üzemi térből kilépve együtt haladnak az erőátviteli (váltakozó áramú [AC] vagy egyenáramú [DC]) kábelekkel. A terepi buszrendszerek korlátozott megengedhető vezeték-hosszai miatt az adatvezetékeket egyenként a modulsorokra mérőlegesen vezetik a napelem modul tartószerkezetekhez. Közvetlen villámcsapás esetén, ezeken a „kereszt-összekötéseken” villám-rész-áram fog folyni, ami károsíthatja a bemeneti áramköröket, és kontrollálatlan át-ütés következhet be az erőátviteli kábelek felé. Nagy hurokfelület alakulhat ki az erőátviteli kábelek, a fém napelem modul tartószerkezetek és az adatvezetékek részvételével (**14. ábra**).

Ez ideális környezet jelent a villámkisülés következtében létrejövő, és a vezetékbe csatlakozó tranzienstúlfeszültségek számára. Az ilyen feszültségcsúcsok általában meghaladják a rendszerek szigetelőképességét, illetve lököfeszültség-állóságát, ami túlfeszültség károsodást eredményez. Ennek megakadályozására mind a felügyeleti (monitoring) funkcióval ellátott napelemes csatlakozó dobozokba (NCSD) mind pedig a decentralizált sztringinverterekbe, az adatátviteli vonalak védelmére túlfeszültség-védelmi eszközöket szükséges beépíteni. A kábelárnyékolásokat minden vezeték csatlakozási ponton a szabvány szerint kell be- és összekötni (MSZ EN 50174-2:2009/A1:2011 szabvány 5.3.6.3 szakasz). A funkcionális zavarokat okozó kiegyenlítő áramok (brumm-, és kóboráramok) kialakulása megelőzhető a közvetett (szikraközön kereszt-

# Védelmi javaslat

## Földre telepített napelemes erőművek villám- és túlfeszültség-védelme



tüli) árnyékolásföldelés kialakításával. Erre a célra használható például a BLITZDUCTOR XT védőkészülék és a SAK BXT LR típusú EMC rugós bekötőkapocs.




Minden rendszer átfogó villám- és túlfeszültség-védelmi intézkedése jelentősen javíthatja a napelemes erőmű villamosenergia-termelését és az ún. performance ratio-t (magyarul: kihasználási tényezőt, amely a tényleges energiatermelés és a lehetséges maximális energiatermelés hányadosa). A karbantartási költségek, valamint a javítási és a cserealkatrész-költségek viszont csökkennek. A napelemes erőmű együttes értéke a villám- és túlfeszültség-védelmi intézkedéseknek köszönhetően ennek megfelelően emelkedik.

# Védelmi javaslat

Földre telepített napelemes erőművek  
villám- és túlfeszültség-védelme



## Termékek és műszaki specifikációk

DC-oldal		
<b>DEHNcombo</b>		
	Típus	DCB YPV SCI 1500 FM
	Cikksz.	900 067
	SPD osztály az MSZ EN 50539-11 szabv. szerint	1.+2. típus
	Legnagyobb rendszerfeszültség [DC+ → DC-]/[DC+/DC → PE] ( $U_{CPV}$ )	$\leq 1500 \text{ V} / \leq 1100 \text{ V}$
	Zárlati szilárdság ( $I_{SCPV}$ )	1000 A
	Névleges levezetési áram (8/20 $\mu\text{s}$ ) ( $I_n$ )	15 kA
	Teljes levezetési áram (10/350 $\mu\text{s}$ ) [DC+/DC- → PE] ( $I_{total}$ )/[DC+ → PE/DC- → PE] ( $I_{imp}$ )	12,5 kA/6,25 kA
	Védelmi szint [(DC+/DC-) → PE]/[DC+ → DC-] ( $U_p$ )	3,75 kV/7,25 kV
<b>DEHNcube</b>		
	Típus	DCU YPV SCI 1000 1M
	Cikksz.	900 910
	SPD osztály az MSZ EN 50539-11 szabv. szerint	2. típus
	Legnagyobb rendszerfeszültség ( $U_{CPV}$ )	$\leq 1000 \text{ V}$
	Zárlati szilárdság ( $I_{SCPV}$ )	1000 A
	Teljes levezetési áram (8/20 $\mu\text{s}$ ) [(DC+/DC-) → PE] ( $I_{total}$ )	40 kA
	Névleges levezetési áram (8/20 $\mu\text{s}$ ) ( $I_n$ )	12,5 kA
	Legnagyobb levezetési áram (8/20 $\mu\text{s}$ ) [(DC+/DC-) → PE] ( $I_{max}$ )	25 kA
Védelmi szint ( $U_p$ )	$\leq 4 \text{ kV}$	
Védettségi fokozat	IP 65	
	Típus	DCU YPV SCI 1000 2M
	Cikksz.	900 920
	SPD osztály az MSZ EN 50539-11 szabv. szerint	2. típus
	Legnagyobb rendszerfeszültség ( $U_{CPV}$ )	$\leq 1000 \text{ V}$
	Zárlati szilárdság ( $I_{SCPV}$ )	1000 A
	Teljes levezetési áram (8/20 $\mu\text{s}$ ) [(DC+/DC-) → PE] ( $I_{total}$ )	40 kA
	Névleges levezetési áram (8/20 $\mu\text{s}$ ) ( $I_n$ )	12,5 kA
	Legnagyobb levezetési áram (8/20 $\mu\text{s}$ ) [(DC+/DC-) → PE] ( $I_{max}$ )	25 kA
Védelmi szint ( $U_p$ )	$\leq 4 \text{ kV}$	
Védettségi fokozat	IP 65	

# Védelmi javaslat

Földre telepített napelemes erőművek  
villám- és túlfeszültség-védelme



## Bekötővezetékek DEHNcube készülékhez

	Típus	AL DCU X PV L600	AL DCU X PV L1000
	Cikksz.	900 946	900 947
	Csatlakozás	2 sztring	
	Vezeték keresztmetszet	6 mm <sup>2</sup>	
	Védettségi fokozat	IP 65	
	Hossz (1) [→ inverter]	600 mm	1000 mm
	Hossz (2) [→ DEHNcube]	300 mm	
	Hossz (3) [→ +/- sztring]	100 mm	
Hossz (4) [→ +/- sztring]	200 mm		
	Típus	AL DCU Y PV L600	AL DCU X PV L1000
	Cikksz.	900 948	900 949
	Csatlakozás	1 sztring	
	Vezeték keresztmetszet	6 mm <sup>2</sup>	
	Védettségi fokozat	IP 65	
	Hossz (1) [→ inverter]	600 mm	1000 mm
	Hossz (2) [→ DEHNcube]	300 mm	
Hossz (3) [→ +/- sztring]	100 mm		

## DEHNguard

	Típus	DG M YPV SCI 1000 FM
	Cikksz.	952 515
	SPD osztály az MSZ EN 50539-11 szabv. szerint	2. típus
	Legnagyobb rendszerfeszültség (U <sub>CPV</sub> )	≤ 1000 V
	Zárlati szilárdság (I <sub>SCPV</sub> )	1000 A
	Névleges levezetési áram (8/20 μs) [(DC+/DC-) → PE] (I <sub>n</sub> )	12,5 kA
	Védelmi szint (U <sub>p</sub> )	≤ 4 kV

## Inverter AC-oldala

### DEHNshield

	Típus	DSH TNS 255
	Cikksz.	941 400
	SPD osztály az MSZ EN 61643-11 szabv. szerint	1.+2. típus
	Legnagyobb tartós feszültség AC (U <sub>C</sub> )	255 V
	Villám-lököáram (10/350 μs) [L1+L2+L3+N-PE] (I <sub>total</sub> )	50 kA
	Villám-lököáram (10/350 μs) [L, N-PE] (I <sub>imp</sub> )	12,5 kA
	Védelmi szint [L-PE]/[N-PE] (U <sub>p</sub> )	≤ 1,5 / ≤ 1,5 kV




# Védelmi javaslat

Földre telepített napelemes erőművek  
villám- és túlfeszültség-védelme




## Átadási pont, váltakozó áramú (AC)

### DEHNventil

	Típus	DV M TNC 255 FM
	Cikksz.	951 305
	SPD osztály az MSZ EN 50539-11 szabv. szerint	1.+2. típus
	Legnagyobb tartós feszültség AC ( $U_C$ )	264 V
	Villám-lököáram (10/350 $\mu$ s) [L1+L2+L3-PEN] ( $I_{total}$ ) / [L-PEN] ( $I_{imp}$ )	75 kA / 25 kA
	Védelmi szint ( $U_p$ )	$\leq 1,5$ kV
	Típus	DV M TT 255 FM
	Cikksz.	951 315
	SPD osztály az MSZ EN 61643-11 szabv. szerint	1.+2. típus
	Legnagyobb tartós feszültség AC ( $U_C$ )	264 V
	Villám-lököáram (10/350 $\mu$ s) [L1+L2+L3+N-PE] ( $I_{total}$ )	100 kA
	Villám-lököáram (10/350 $\mu$ s) [L-N] / [N-PE] ( $I_{imp}$ )	25 / 100 kA
Védelmi szint [L-N] / [N-PE] ( $U_p$ )	$\leq 1,5$ kV / $\leq 1,5$ kV	
	Típus	DV M TNS 255 FM
	Cikksz.	951 405
	SPD osztály az MSZ EN 61643-11 szabv. szerint	1.+2. típus
	Legnagyobb tartós feszültség AC ( $U_C$ )	264 V
	Villám-lököáram (10/350 $\mu$ s) [L1+L2+L3+N-PE] ( $I_{total}$ ) / [L, N-PE] ( $I_{imp}$ )	100 kA / 25 kA
	Védelmi szint [L-PE] / [N-PE] ( $U_p$ )	$\leq 1,5$ kV / $\leq 1,5$ kV

## Adatviteli interfész

### BLITZDUCTOR XTU

	Típus	BXTU ML2 BD S 0-180
	Cikksz.	920 249
	SPD osztály/felügyelet	<b>TYPE 1P1</b> / LifeCheck
	Névleges feszültség ( $U_N$ )	0-180 V
	Legnagyobb tartós feszültség DC / AC ( $U_C$ )	180 V / 127 V
	D1 villám-lököáram (10/350 $\mu$ s) teljes / egy ér ( $I_{imp}$ )	9 kA / 2,5 kA
	C2 névleges levezetési áram (8/20 $\mu$ s) teljes / egy ér ( $I_n$ )	20 kA / 10 kA
	Védelmi szint ér-ér között $I_{imp}$ D1 ( $U_p$ )	$\leq U_N + 53$ V
	Védelmi szint ér-föld C2/C3/D1	$\leq 550$ V
	Vizsgálati szabvány	MSZ EN 61643-21, UL 497B

# Védelmi javaslat


Földre telepített napelemes erőművek  
villám- és túlfeszültség-védelme




## BLITZDUCTOR XT

	Típus	BXT BAS
	Cikksz.	920 300
	Szerelés	35 mm-es DIN sírre az EN 60715 alapján
	Csatl.véz. k.metszete tömör/finomsodrat	0,08–4 mm <sup>2</sup> /0,08–2,5 mm <sup>2</sup>
	Földelés	35 mm-es DIN s. keresztül az EN 60715 alapján
	Típus	AK BXT LR
	Cikksz.	920 395
	Csatlakoztatható	BXT BAS/BSP BAS 4 kapcsos csatl.

## DEHNpatch

	Típus	DPA M CAT6 RJ45S 48
	Cikksz.	929 110
	SPD osztály	<b>TYPE 2 P1</b>
	Névleges feszültség (U <sub>N</sub> )	48 V
	Legnagyobb tartós feszültség DC / AC (U <sub>c</sub> )	48 V / 34 V
	Legnagyobb tartós feszültség DC érpár-érpár között (PoE) (U <sub>c</sub> )	57 V
	Névleges terhelő áram (I <sub>L</sub> )	1 A
	C2 teljes névleges levezetési áram (8/20 μs) ér-ér/ér-föld/ér-föld között (I <sub>n</sub> )	150 A / 2,5 kA / 10 kA
	C2 névleges levezetési áram (8/20 μs) érpár-érpár között (PoE) (I <sub>n</sub> )	150 A
	Védelmi szint: ér-ér/ér-föld I <sub>n</sub> -nél C2 (U <sub>p</sub> ) / érpár-érpár I <sub>n</sub> -nél C2 (PoE) (U <sub>p</sub> )	≤ 190 V / ≤ 600 V / ≤ 600 V
	Védelmi szint: ér-ér / ér-föld 1 kV/μs-nál C3 (U <sub>p</sub> ) / érpár-érpár 1 kV/μs-nál C3 (PoE) (U <sub>p</sub> )	≤ 145 V / ≤ 500 V / ≤ 600 V

## DEHNgate

	Típus	DGA BNC VCD
	Cikksz.	909 710
	SPD osztály	<b>TYPE 2 P1</b>
	Névleges feszültség (U <sub>N</sub> )	5 V
	Legnagyobb tartós feszültség DC (U <sub>c</sub> )	6,4 V
	Névleges terhelő áram (I <sub>L</sub> )	0,1 A
	D1 villám-lökőáram (10/350 μs) (I <sub>imp</sub> )	1 kA
	C2 névleges levezetési áram (8/20 μs) árnyékolás-föld/ér-árnyékolás (I <sub>n</sub> )	10 kA / 5 kA
	Védelmi szint: ér-árnyékolás I <sub>n</sub> -nél C2 (U <sub>p</sub> )	≤ 35 V
	Védelmi szint: ér-árnyékolás 1 kV/μs-nál C3 (U <sub>p</sub> )	≤ 13 V



# Védelmi javaslat

Földre telepített napelemes erőművek  
villám- és túlfeszültség-védelme



## Adatátviteli interfész

### DEHNbox



Típus	DBX U4 KT BD S 0-180
Cikksz.	922 400
SPD osztály	TYPE 1 P1
Névleges feszültség ( $U_N$ )	0-180 V
D1 villám-lököáram (10/350 $\mu$ s) teljes / egy ér ( $I_{imp}$ )	10 kA/2,5 kA
C2 névleges levezetési áram (8/20 $\mu$ s) teljes / egy ér ( $I_n$ )	20 kA/10 kA
Védelmi szint ér-ér $I_{imp}$ -nél D1 ( $U_p$ )	$\leq U_N + 50$ V
Védelmi szint ér-föld D1/C2/C3-hoz	$\leq 550$ V

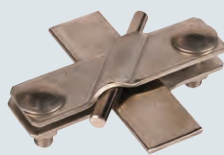
## Földelőrendszer/külső villámvédelem

### UNI-földelőkapocs



Cikksz.	365 250
Korc befogási tartománya	0,7-8 mm
Körkeresztmetszetű huzal befogási tartománya	8-10 mm
Csatlakozás (tömör/finomsodrat)	4-50 mm <sup>2</sup>
Kapocskengyel anyaga	Al
Kettős bilincs / csavar/anya anyaga	StSt

### SV(ferde)-kapocs

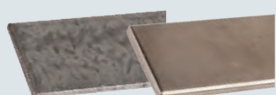


Cikksz.	308 220
Befogási tartomány Rd/Rd	7-10/7-10 mm
Befogási tartomány Rd/FI	7-10/30 mm
Befogási tartomány FI/FI	30/30 mm
Kapocs/csavar/anya anyaga	St/tZn

### Acélhuzal/szalag



Cikksz.	800 310	860 010
Huzal $\emptyset$ /keresztmetszet	10 mm/78 mm <sup>2</sup>	
Anyag	St/tZn	StSt (V4A)



Cikksz.	852 335	860 325
Szélesség/vastagság/keresztmetszet	30 mm x 3,5 mm / 105 mm <sup>2</sup>	
Anyag	St/tZn	StSt (V4A)

### Hajlított felfogórúd (két db földelőkapoccsal)



Cikksz.	101 110
Teljes hossz	1000 mm
Anyag	Al
Átmérő	10 mm



**Tűlfeszültség-védelem**  
**Villámvédelem/Földelés**  
**Villamos munkavédelem**  
**DEHN védelem.**

DEHN + SÖHNE  
GmbH + Co.KG.  
Magyarországi  
Képvisellete

1141 Budapest  
Jeszenák János u. 20.

Tel. +36 1 371 1091  
Fax +36 1 371 1092  
[info@dehn.hu](mailto:info@dehn.hu)  
[www.dehn.hu](http://www.dehn.hu)



[www.dehn-international.com/partners](http://www.dehn-international.com/partners)

A védelmi javaslatban megnevezett azon termékek, amelyek egyidejűleg bejegyzett védjeggyel rendelkeznek, nem kerültek külön megjelölésre. A <sup>™</sup> vagy a ® jelzés hiányában nem lehet arra következtetni, hogy a termék megnevezések szabadon felhasználhatóak. Hasonlóan nincsenek azok a termékek megjelölve, amelyek szabadalmi vagy mintaoltalom, vagy más szellemi és ipari jogvédelem alatt állnak. A formai, technológiai, méretbeli, tömegbeli és anyag típusra vonatkozó változtatás jogát fenntartjuk. A műszaki változtatásokért, tévedésekért, nyomdahibákért felelősséget nem vállalunk. Az illusztrációk kötelezettségek nélkül kerültek bemutatásra.

Az actiVsense, BLITZDUCTOR, BLITZPLANER, DEHN, DEHN Logo, DEHnbloc, DEHNfix, DEHNgrip, DEHNguard, DEHNport, DEHNQUICK, DEHNrapid, DEHNshield, DEHNsnap, DEHNventil, HVI, LifeCheck, Red/Line, Yellow/Line Németországban vagy más országokban védjeggyel ("registered trade marks") ellátott termékek.