Nekaj problemov pri PV elektrarnah

AVTORJA

Jožef Korent u.d.i.e.
in
Dr. Špela Korent Urek



Vsebina predstavitve

- Uvod
- Nevarnost električnega udara na PV elektrarni .
- Rešitev problema nevarnosti električnega udara na podlagi izuma
- Diskusija, vprašanja

UVOD

- Slovenija ima skupno cca 250 MW inštaliranih PV elektrarn in okoli 2000 objektov.
- 0,1 elektrarne /km2 v Sloveniji
- Občina ima cca 100km2
- Vsaka občina ima cca 10 PV elektrarn na svojem območju

Vrste pričakovanih napetosti in nevarnosti na objektu s PV elektrarno

1. Izmenična napetost NN 3x230/400V
2. Enosmerna napetost iz akumulatorjev
3. Neposredna bližina NN, SN,VN zračnih vodov
4. UPS
5. Avtomatski motor generator
6. Enosmerna napetost iz PV elektrarne 400 V →
7. Udar strele (direktni, inderektni bližina strelovoda)

- Napetost dotika (posredni, neposredni)
- Napetost koraka

Vezave PV elektrarn in razsmernika

1. Izolirani moduli v PV nizu
2. Ozemljen + pol PV niza
3. Ozemljen – pol PV niza
4. Ozemljena sredina PV niza

Vrste obločnega plamena na PV elektrarnah

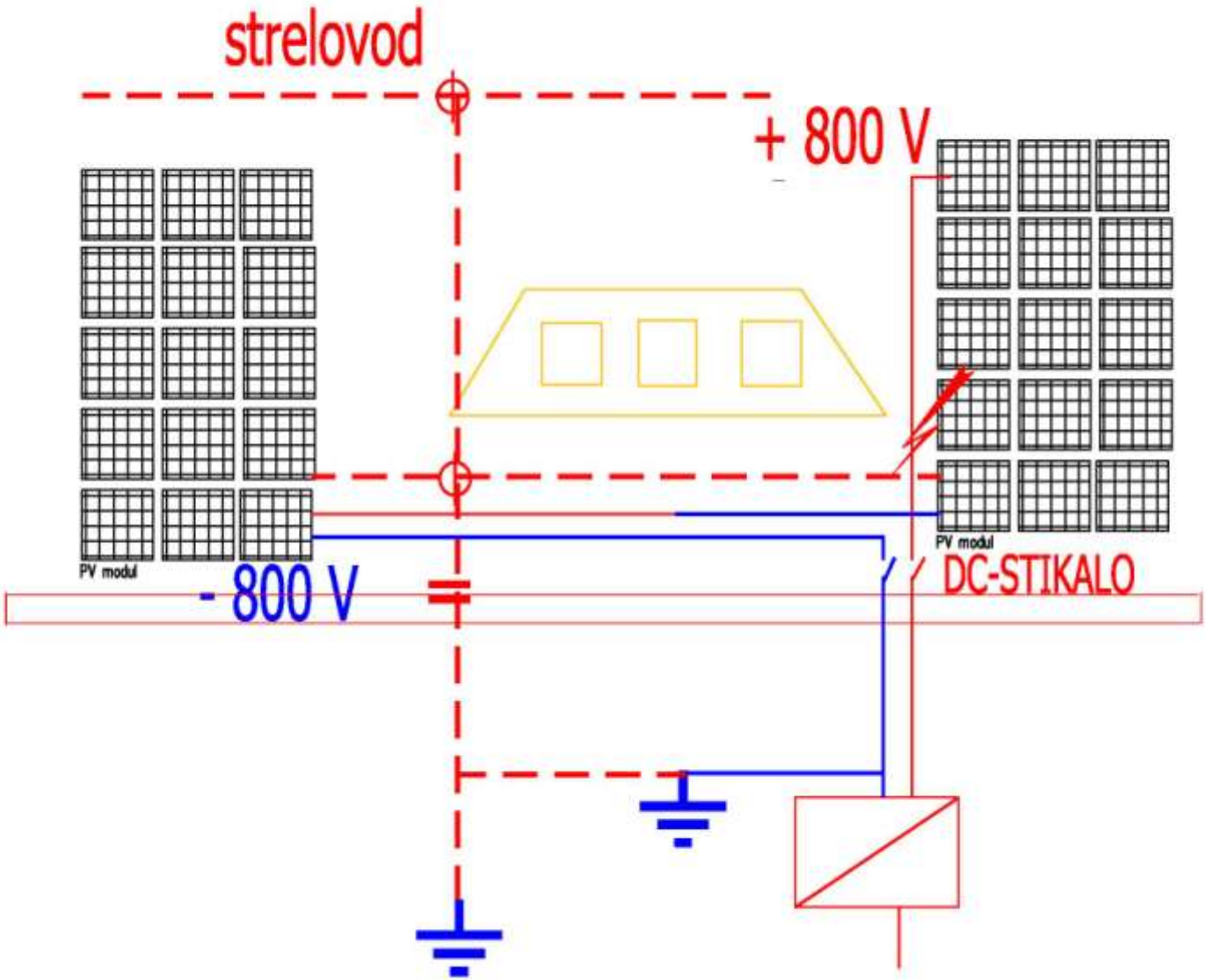
1. Serijski obločni plamen (razstaknjen konektor…)
2. Paralelni obločni plamen kabel ohišje.
3. Paralelni obločni plamen kabel kabel .

4. Vzroki za nastanek obloka so različni : veter , sneg, žled, slaba izolacija , slaba izdelava ,mehanske poškodbe…..
5. Poškodovana izolacija vodi do nevarnosti el. udara.

Kdo so potencialni kandidat za električni udar

- Vzdrževalci PV elektrarn
- Vzdrževalci streh –krovci, pleskarji, monterji drugih solarih sistemov.
- Elektroinštalaterji –popravilo strelovoda
- Gasilci

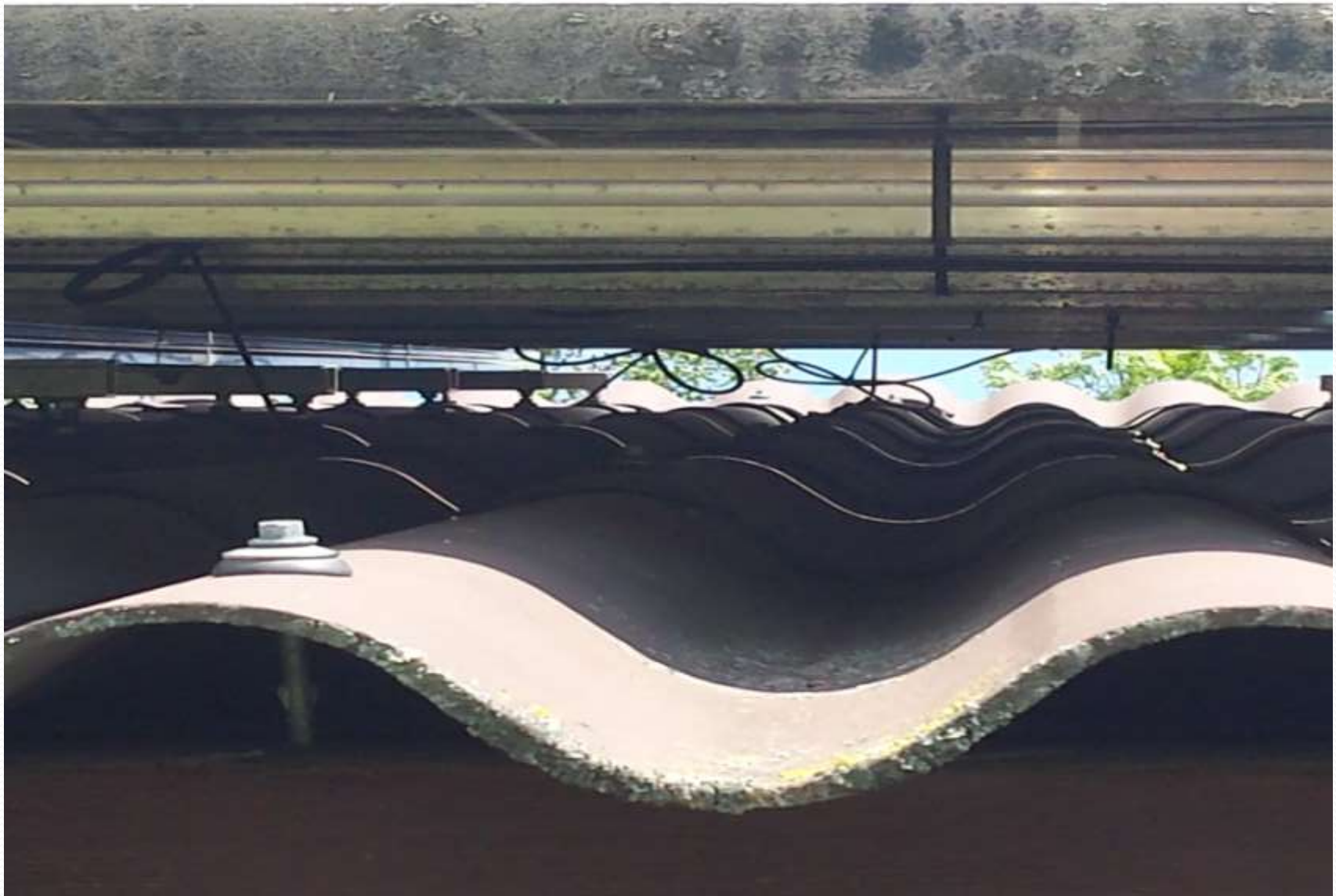
Popravilo strelovoda



Kdo je ogrožen in kdaj .

1. Elektroinštalaterji so v nevarnosti, če je strelovodna sponka OK.
2. Če sponka ni OK ali sploh ni podkonstrukcija ozemljena potem so v nevarnosti vsi ostali, ki pridejo na streho in se dotaknejo podkonstukcije in drugega ozemljenega dela.
3. V času požara vse nevarnosti ostanejo samo novi stiki nastopijo z dotekajočo vodo in odtekajočo vodo.

Primer PV elektrarne



OSNOVNI PRINCIP GAŠENJA POŽAROV NA ELEKTRIČNIH NAPRAVAH

Gašenje el. naprav
U < 1500 V DC
s pritiskom vode *p* = 5 barov
prerez curka Ø = 12mm
dolžina curka *l* = 5m

Gašenje el. naprav
U > 1500 V DC
s pritiskom vode *p* = 5barov ,
prerez curka Ø = 12 mm
dolžina curka *l* = 10 m

Upornost curka → *I* =< 20 mA

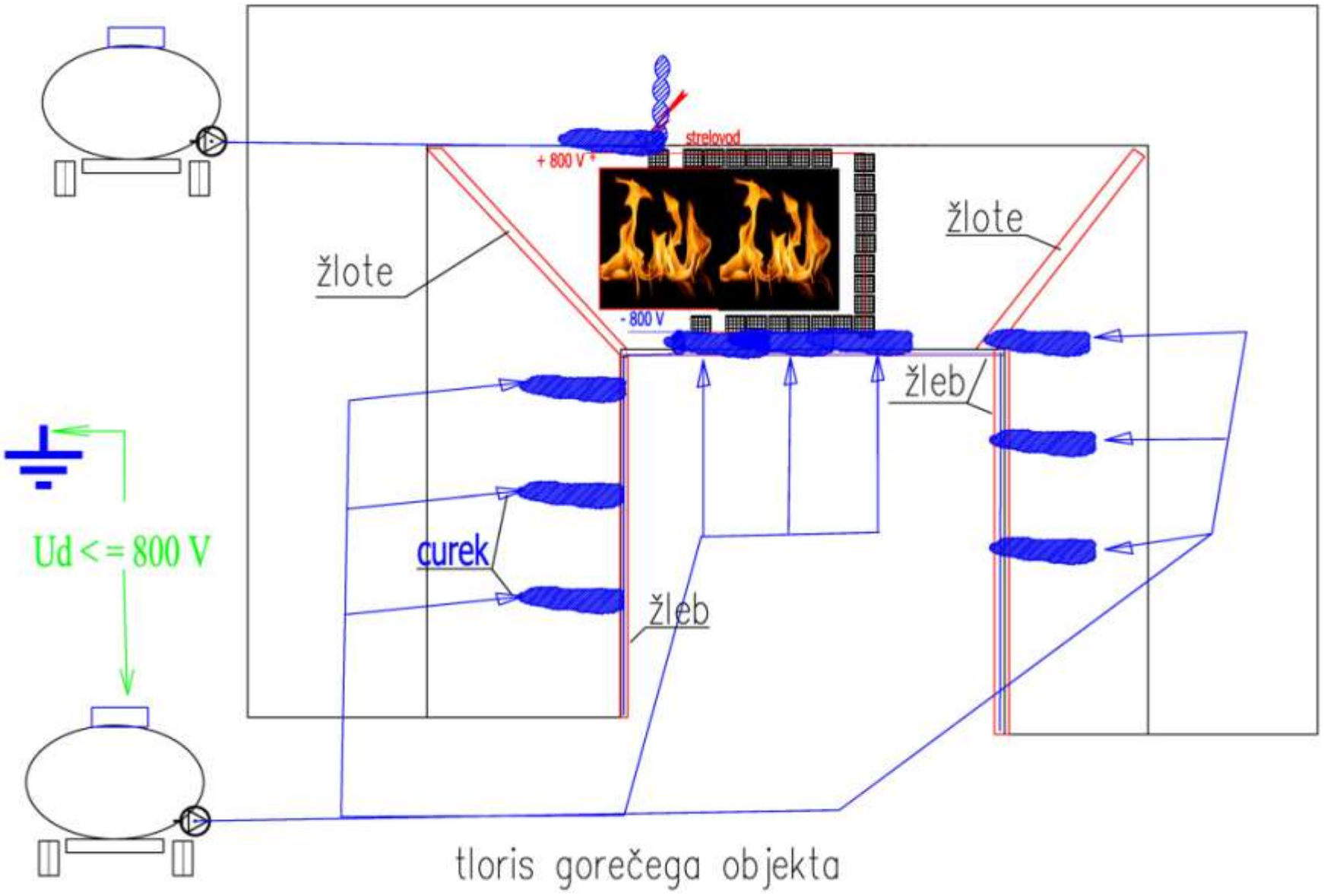
En ali več curkov- vzporedno delovanje ?

Specifična upornost vode ali gasila?

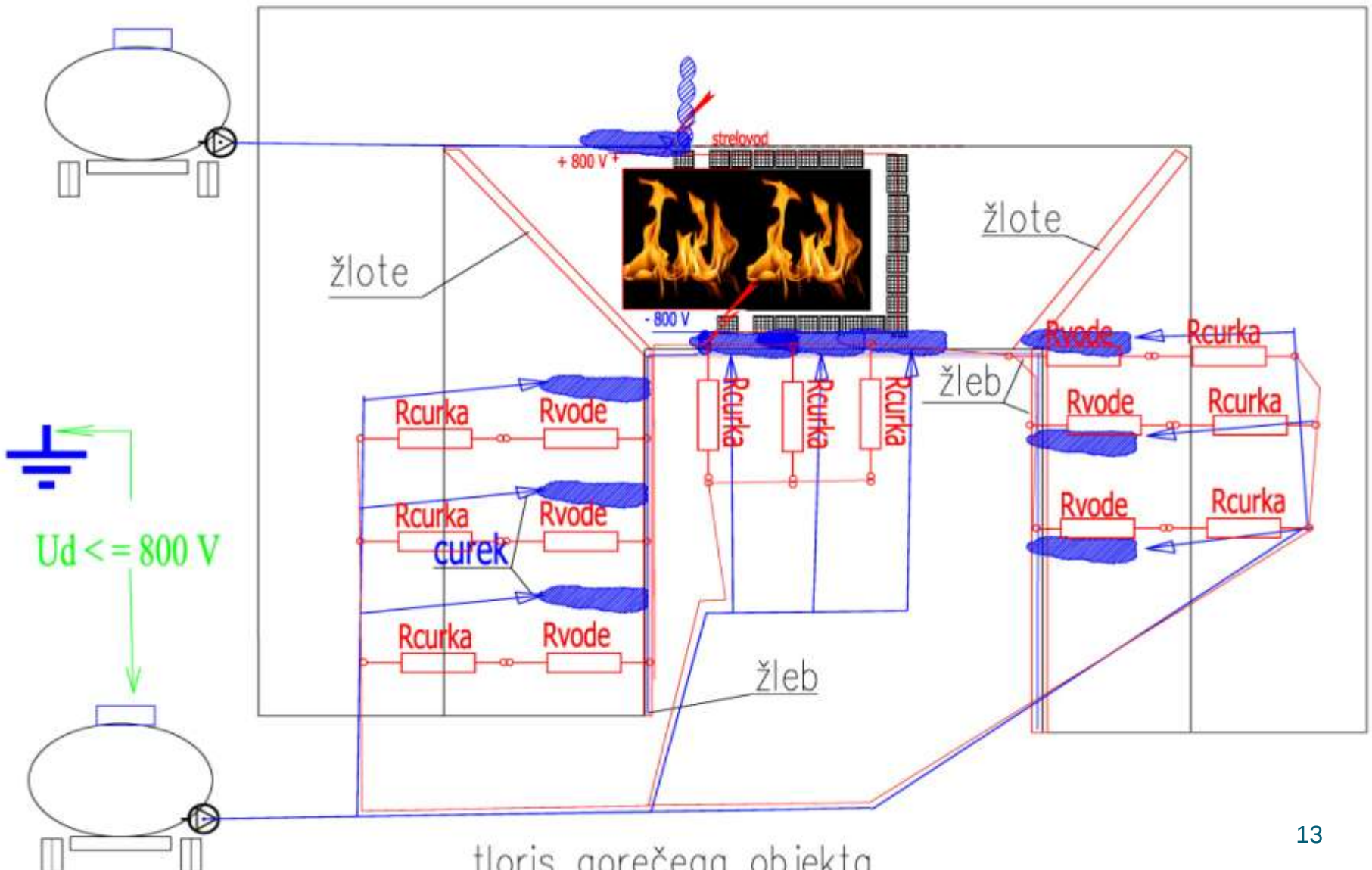
Odtekajoča voda iz objekta?

Povečanje napetosti PV elektrarne na gorečem objektu
U> 1500 V → *I* =>20 mA

PARALELNO BRIZGANJE VODE VEČIH CURKOV



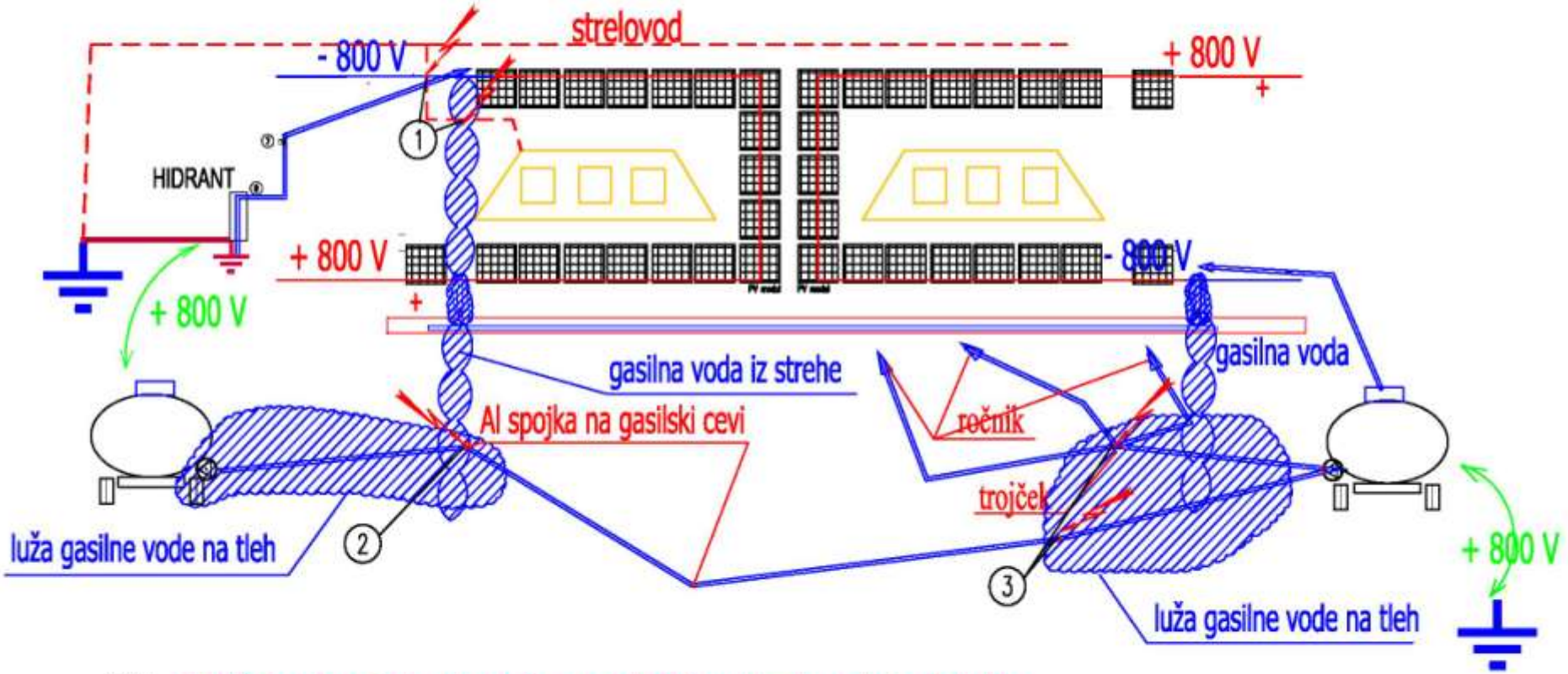
NADOMESTNA SHEMA CURKOV



Potrebne napetosti v kV za tok skozi curek *Ic* = 20 mA , dolžina curka *l* = 5m do (1500V DC) pri različnih vodah in število ročnikov s standardno šobo *d* = 12 mm

Specifična upornost vode ρ [Ωcm]	Specifična prevodnost vode λ [μScm^{-1}]	Celotni prerez šob S [cm^2]	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,78	7,91	9,04	10,17	11,3	12,43	13,56
		Premer šobe *d* [mm]	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
		Število ročnikov	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Vrsta ali poreklo vode	Potrebna napetost v kV za tok skozi curek *Ic* = 20 mA											
1499	667	Ptuj komunala	13,3	6,6	4,4	3,3	2,7	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1
1471	680	Sežana komunala	13	6,5	4,3	3,3	2,6	2,2	1,9	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1
400	2500	Pitna voda	3,5	1,8	1,2	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
200	5000	Reke, jezera, ribniki	1,8	0,9	0,6	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
100	10000	Industrijska voda	0,9	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
20	50000	Morska voda	0,2	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Celoten gasilski sistem na potencialu 800 V

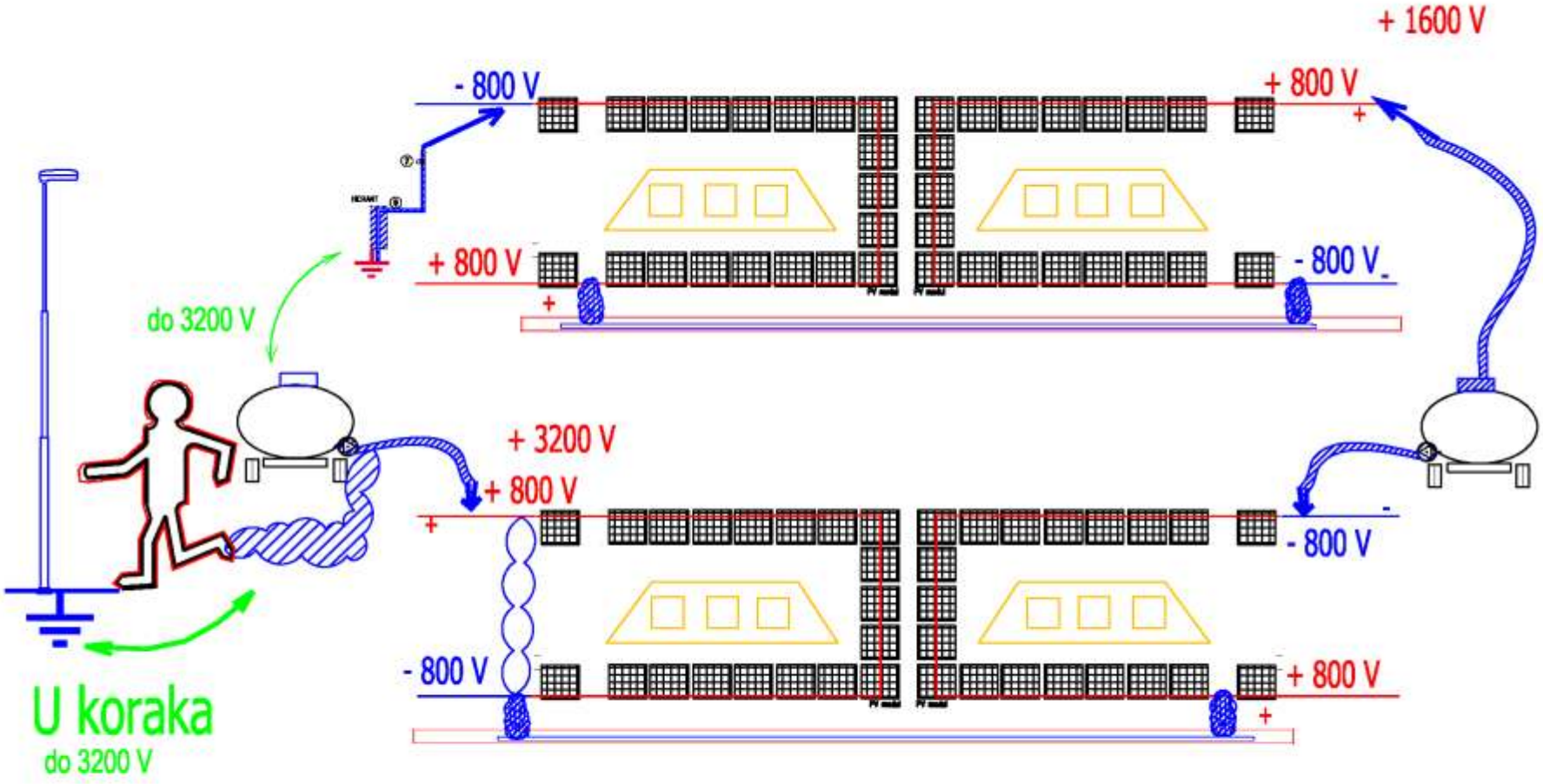


① Električni spoj na strelovod negativnega pola PV panel preko vode in ali direktno

② Spoj Al spojke na gasilski cevi na potencial pozitivnega pola PV panela

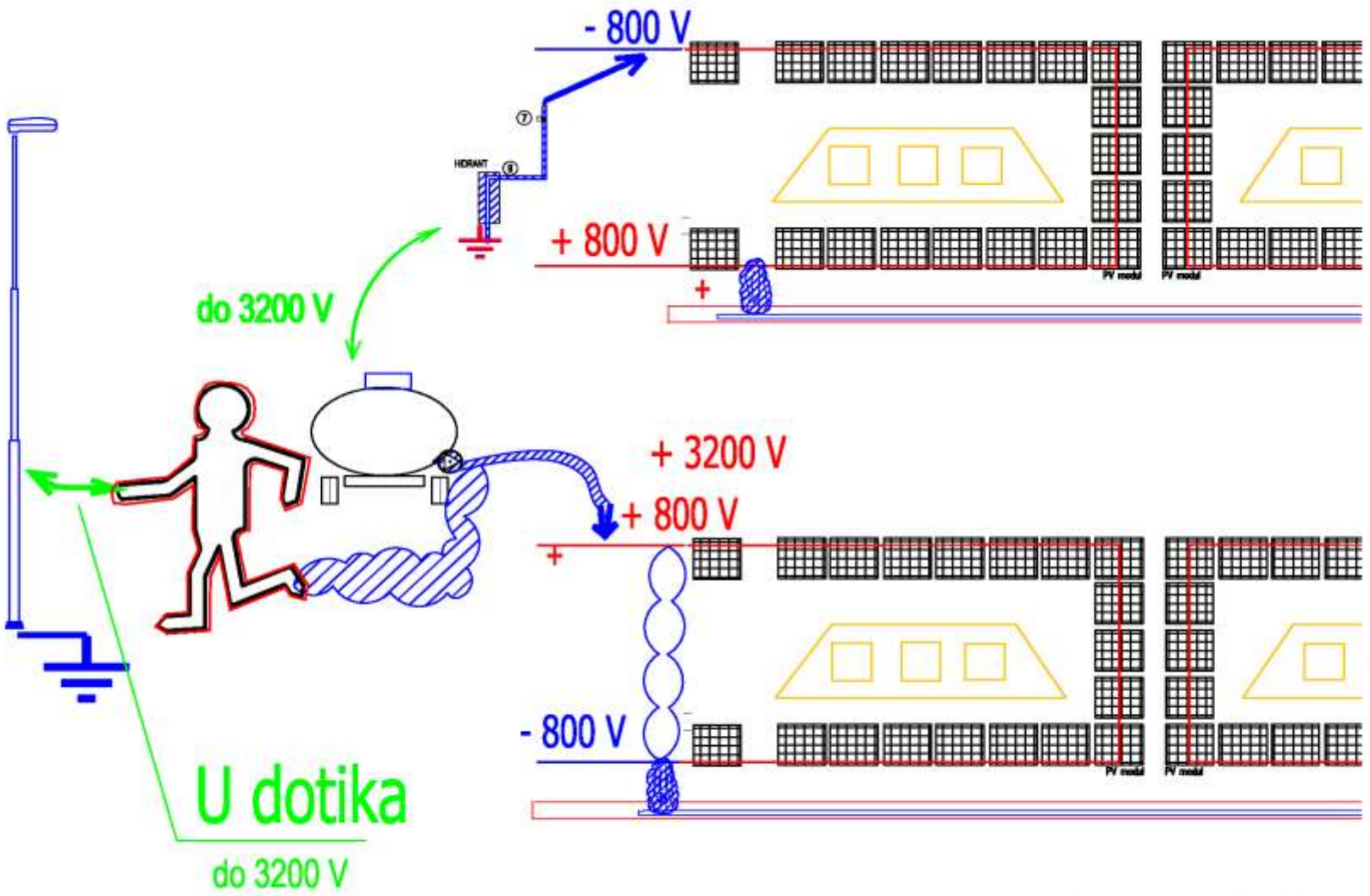
③ Spoj Al spojke na gasilski cevi in trojčka na potencial pozitivnega pola PV panela

Napetost koraka



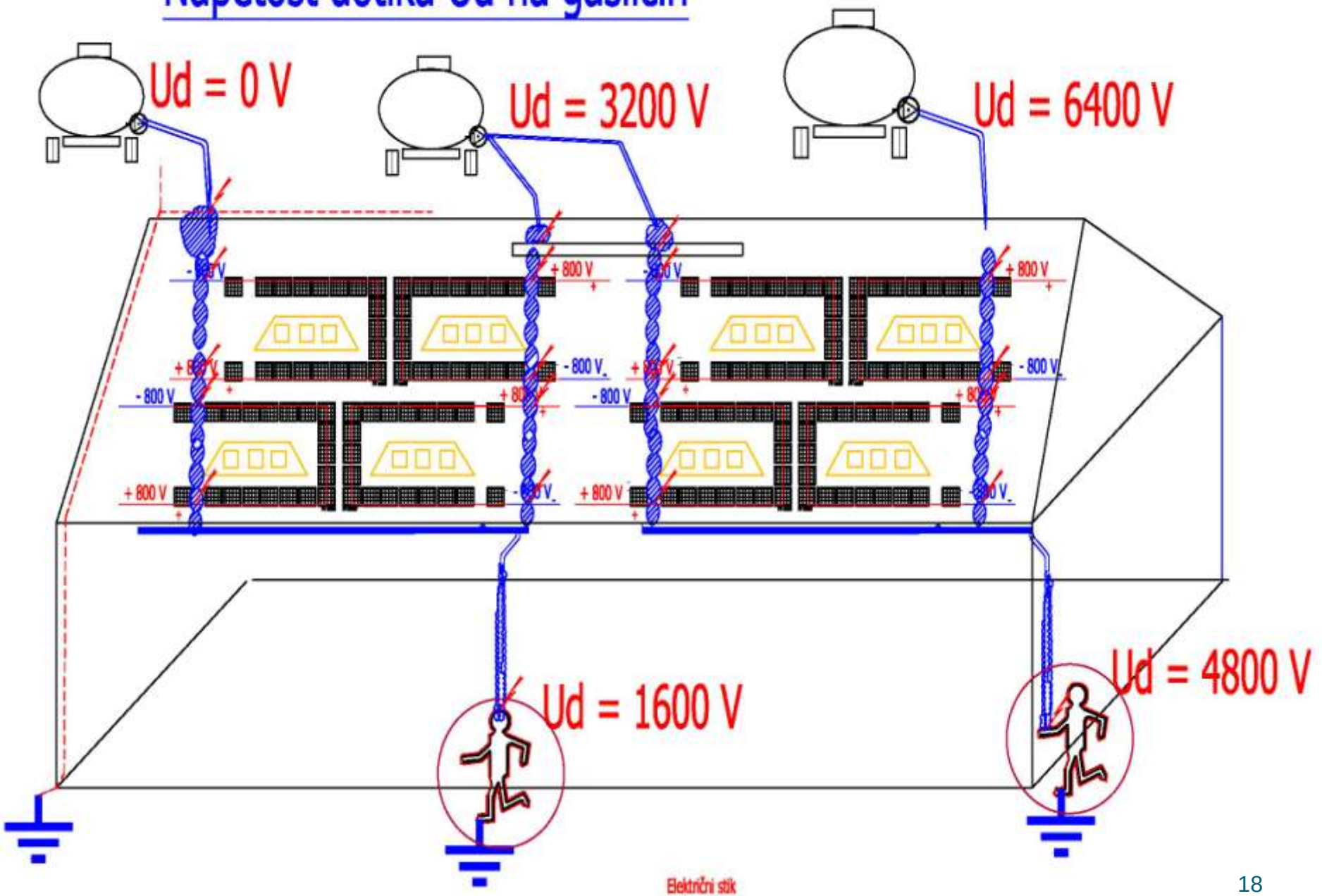
slika 0.5

Napetost dotika



slika 0.6

Napetost dotika Ud na gasilcih



Požar na elektrarni povečanje do 32kV

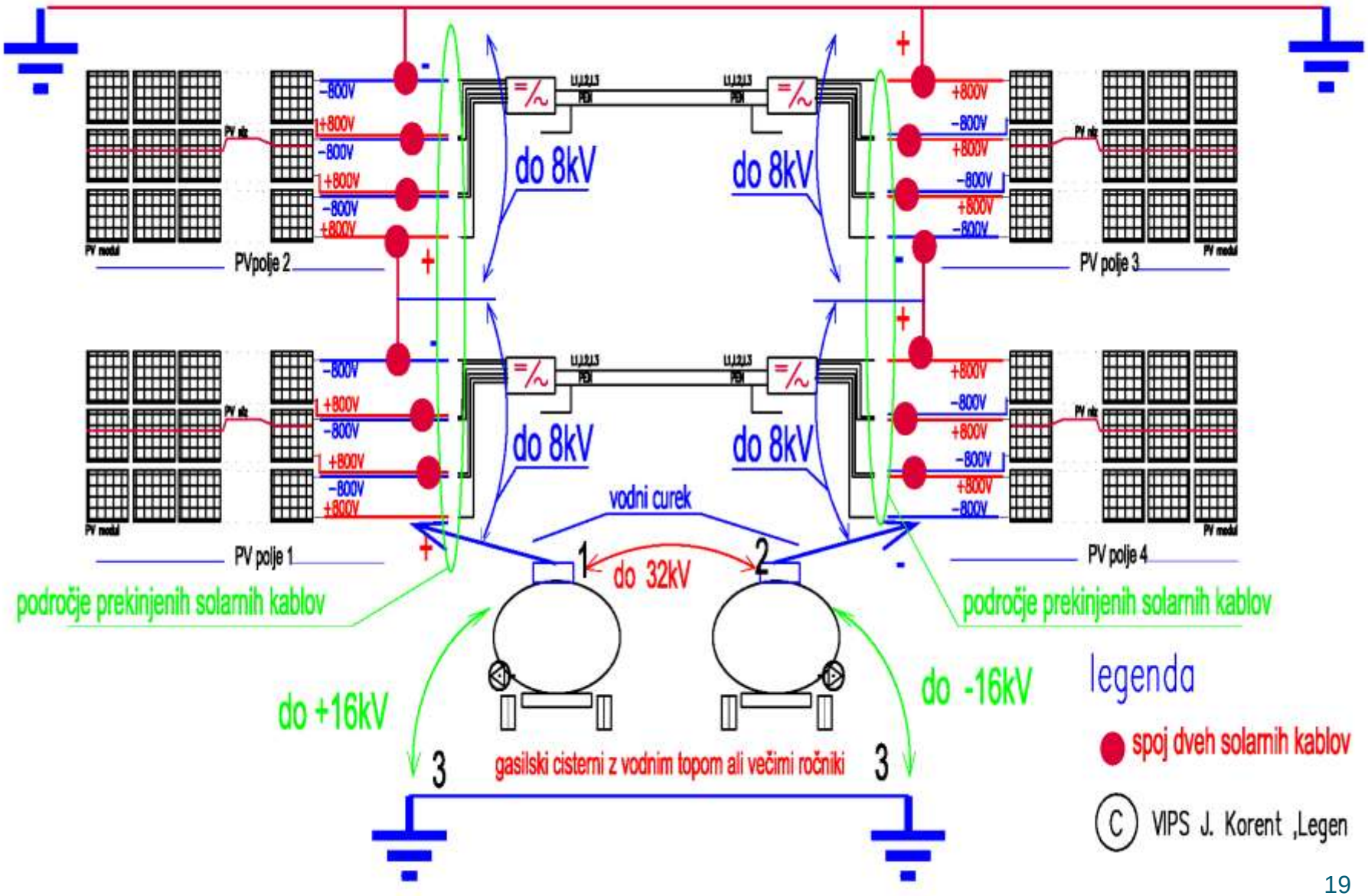


Tabela električnih tokov skozi curek

Izračun električnih tokov pri brizganju enega (tabela 3.1), dveh(tabela 3.2), treh ročnikov(tabela 3.3) z različnim šobami , vrstami vode, dolžino curka 5m in močjo PV elektrarne do 5kW

Specifična prevodnost vode λ [µScm-1]	Premer šobe v [mm]	Napetost panela: do 1000V 8	10	12	16	20	22
	Vrsta ali poreklo vode	Tokovi [mA] pri brizganju enega curka iz različnih šob					
2500	Pitna voda	3	4	6	10	16	19
5000	Reke, jezera, ribniki	5	8	11	20	31	38
10000	Industrijska voda	10	16	23	40	63	76
50000	Morska voda	50	79	113	201	314	380

tabela 2.1

Napetost panela: do 1000V 8	10	12	16	20	22
Tokovi v [mA] pri brizganju dve curkov iz različnih šob					
5	8	11	20	31	38
10	16	23	40	63	76
20	31	45	80	126	152
101	157	226	402	628	760

tabela 2.2

Napetost panela: do 1000V 8	10	12	16	20	22
Tokovi v [mA] pri brizganju treh curkov iz različnih šob					
8	12	17	30	47	57
15	24	34	60	94	114
30	47	68	121	188	228
151	236	339	603	942	1140

tabela 2.3

Izračun električnih tokov pri brizganju enega (tabela 3.1), dveh(tabela 3.2), treh ročnikov(tabela 3.3) z različnim šobami , vrstami vode, dolžino curka 5m in močjo PV elektrarne do 10kW

Specifična prevodnost vode λ [µScm-1]	Premer šobe v [mm]	Napetost dveh panelov do 2000V 8	10	12	16	20	22
	Vrsta ali poreklo vode	Tokovi [mA] pri brizganju enega curka iz različnih šob					
2500	Pitna voda	5	8	11	20	31	38
5000	Reke, jezera, ribniki	10	16	23	40	63	76
10000	Industrijska voda	20	31	45	80	126	152
50000	Morska voda	101	157	226	402	628	760

λ

tabela 3.1

Napetost dveh panelov do 2000V 8	10	12	16	20	22
Tokovi v [mA] pri brizganju dve curkov iz različnih šob					
10	16	23	40	63	76
20	31	45	80	126	152
40	63	90	161	251	304
201	314	452	804	1257	1521

tabela 3.2

Napetost dveh panelov do 2000V 8	10	12	16	20	22
Tokovi [mA] pri brizganju treh curkov iz različnih šob					
15	24	34	60	94	114
30	47	68	121	188	228
60	94	136	241	377	456
302	471	679	1206	1885	2281

tabela 3.3

Izračun električnih tokov pri brizganju enega (tabela 4.1), dveh(tabela 4.2), treh ročnikov(tabela 4.3) z različnim šobami , vrstami vode, dolžino curka 5m in močjo PV elektrarne do 40kW

Specifična prevodnost vode λ [µScm-1]	Premer šobe v [mm]	Napetosti panelov do prebojne trdnosti do 8000V 8	10	12	16	20	22
	Vrsta ali poreklo vode	Tokovi [mA] pri brizganju enega curka iz različnih šob					
2500	Pitna voda	20	31	45	80	126	152
5000	Reke, jezera, ribniki	40	63	90	161	251	304
10000	Industrijska voda	80	126	181	322	503	608
50000	Morska voda	402	628	905	1608	2513	3041

tabela 4.1

Napetosti panelov do prebojne trdnosti do 8000V 8	10	12	16	20	22
Tokovi v [mA] pri brizganju dve curkov iz različnih šob					
40	63	90	161	251	304
80	126	181	322	503	608
161	251	362	643	1005	1216
804	1257	1810	3217	5027	6082

tabela 4.2

Napetosti panelov do prebojne trdnosti do 8000V 8	10	12	16	20	22
Tokovi [mA] pri brizganju treh curkov iz različnih šob					
60	94	136	241	377	456
121	188	271	483	754	912
241	377	543	965	1508	1825
1206	1885	2714	4825	7540	9000

tabela 4.3

Izračun električnih tokov pri brizganju enega (tabela 5.1), dveh(tabela 5.2), treh ročnikov(tabela 5.3) z različnim šobami , vrstami vode, dolžino curka 5m in močjo PV elektrarne do 80kW

Specifična prevodnost vode λ [µScm-1]	Premer šobe v [mm]	Vsota napetosti panelov na dveh poljih do 16000 V 8	10	12	16	20	22
	Vrsta ali poreklo vode	Tokovi [mA] pri brizganju enega curka iz različnih šob					
2500	Pitna voda	40	63	90	161	251	304
5000	Reke, jezera, ribniki	80	126	181	322	503	608
10000	Industrijska voda	161	251	362	643	1005	1216
50000	Morska voda	804	1257	1810	3217	5027	6082

tabela 5.1

Vsota napetosti panelov na dveh poljih do 16000 V 8	10	12	16	20	22
Tokovi v [mA] pri brizganju dve curkov iz različnih šob					
80	126	181	322	503	608
161	251	362	643	1005	1216
322	503	724	1287	2011	2433
1608	2513	3619	6434	10053	9000

tabela 5.2

Vsota napetosti panelov na dveh poljih do 16000 V 8	10	12	16	20	22
Tokovi [mA] pri brizganju treh curkov iz različnih šob					
121	188	271	483	754	912
241	377	543	965	1508	1825
483	754	1086	1930	3016	9649
2413	3770	5429	9651	cca 9000	cca 9000

tabela 5.3

Varno gašenje fotovoltaični elektrarn na osnovi patentirane rešitve

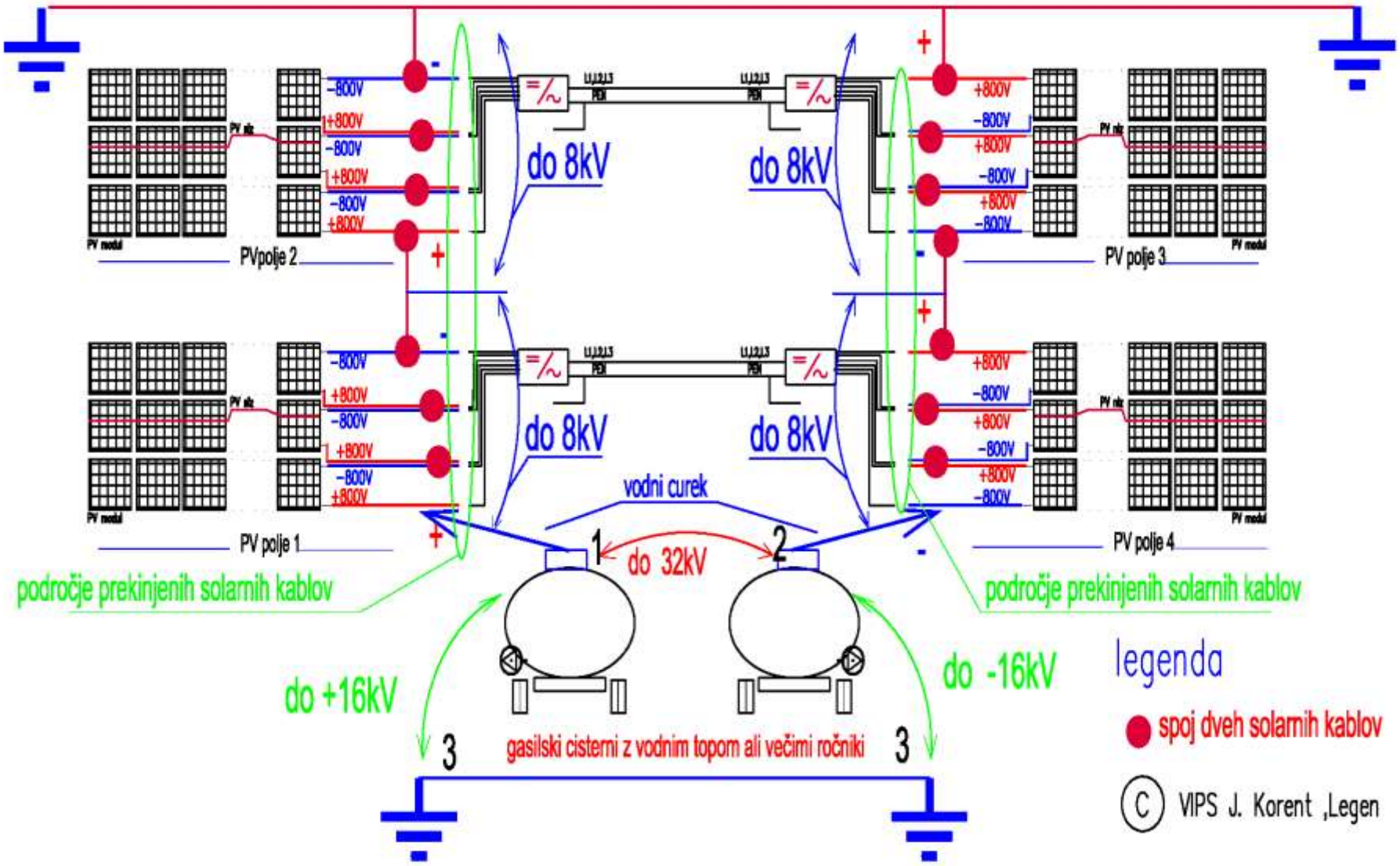
(prijava št. P-201200219)

Osnove varnega gašenja na osnovi zmanjševanja napetosti dotika s pomočjo postopkov in naprave MSN

- 1. Izenačevanje potenciala
- 2. Ozemljitev celotnega gasilskega sistema
- 3. Meritev napetosti dotika
- 4. Izklop dovoda gasil – vode .....
- 5. Izničenje napetosti dotika
- 6. Dopolnitev obleke gasilca z delno ali kompletno Faradayevo kletko

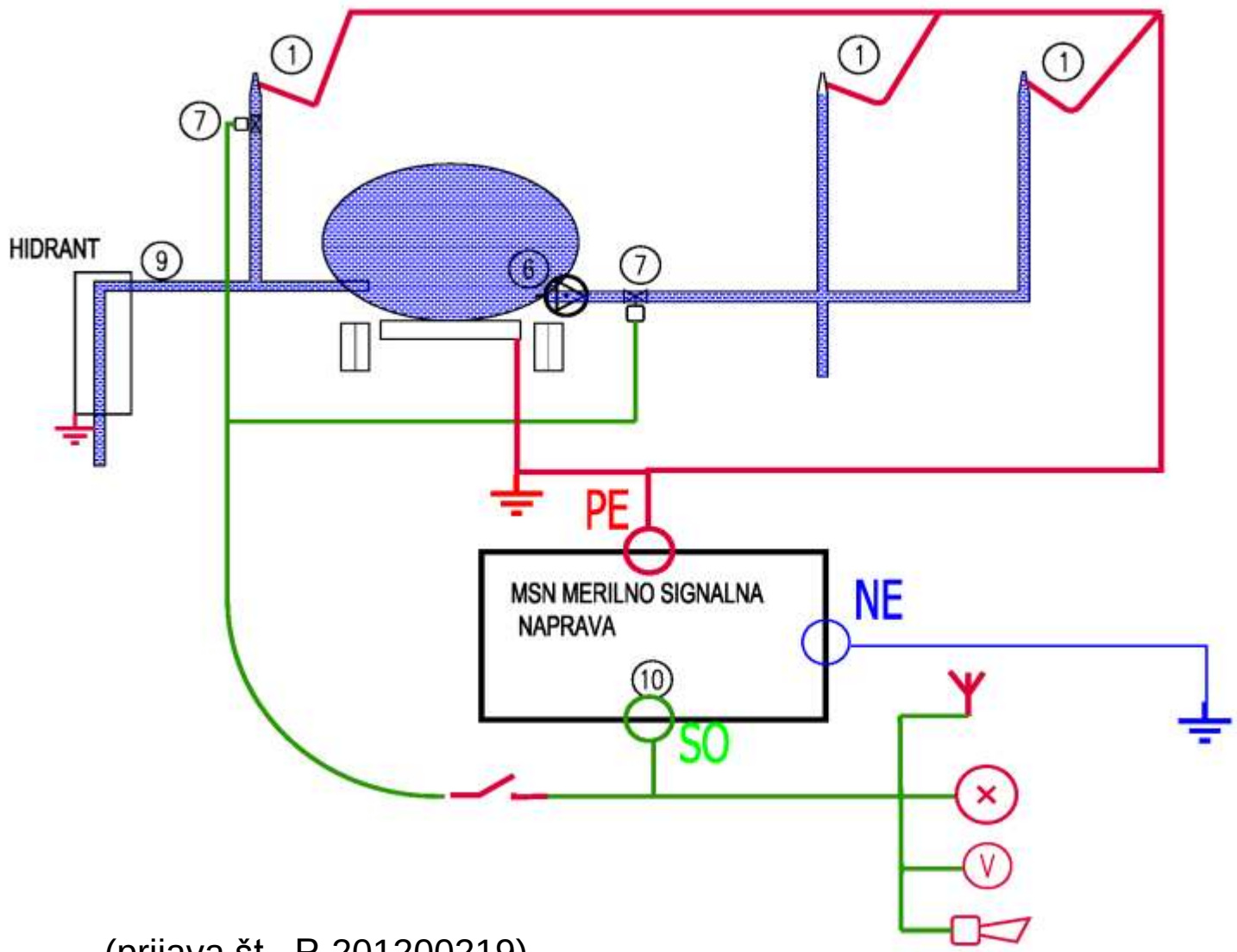
(prijava št. P-201200219)

Primer požara na PV



(prijava št. P-201200219)

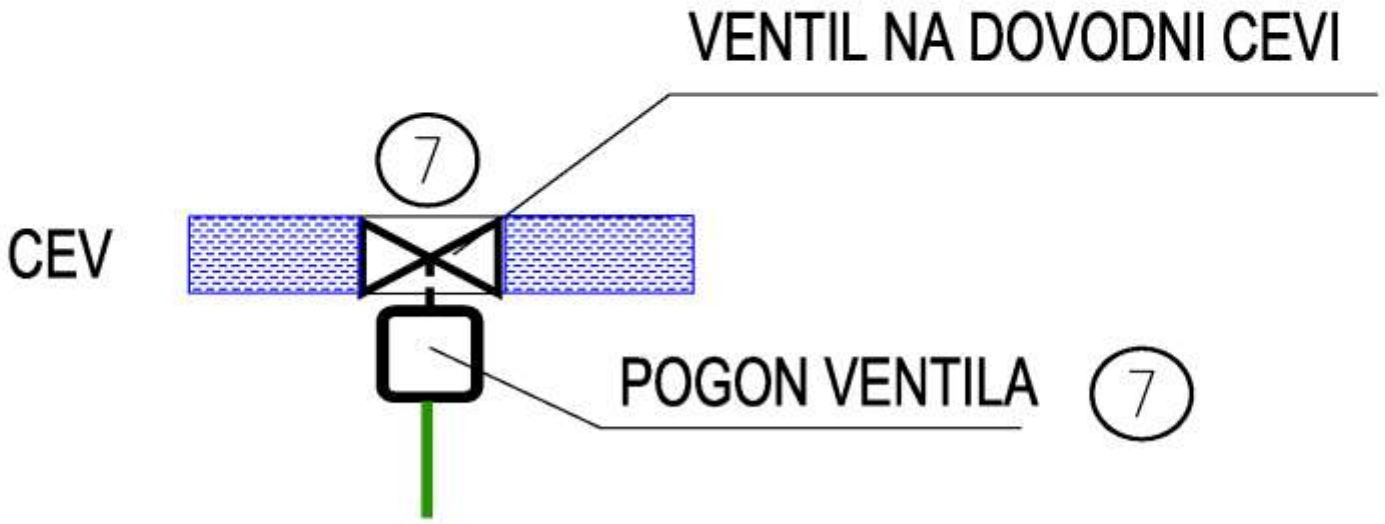
Ozemljitev gasilskega sistema



(prijava št. P-201200219)

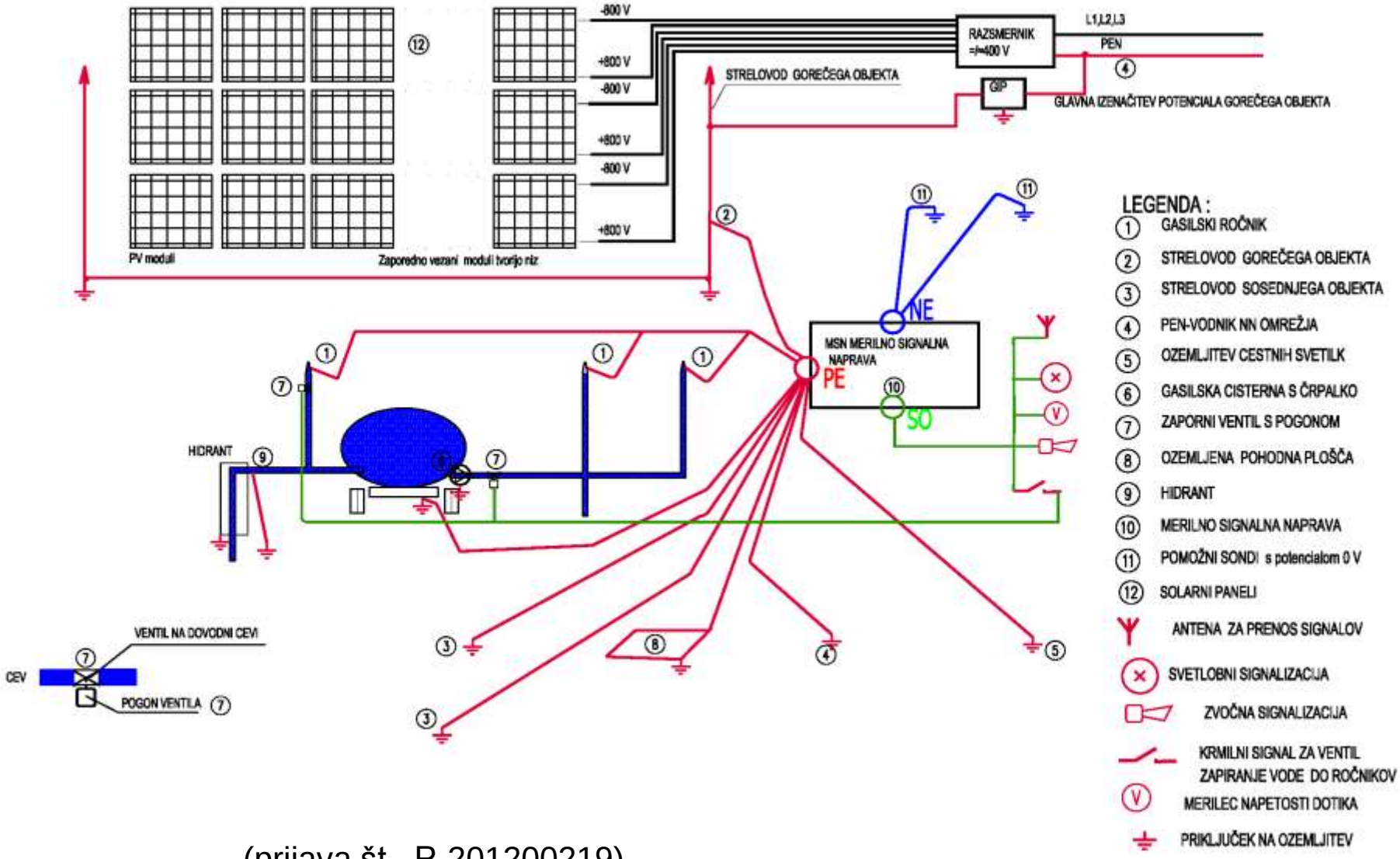
Ventil s pogonom

Za zapiranje dovoda gasila (voda, pena…..)



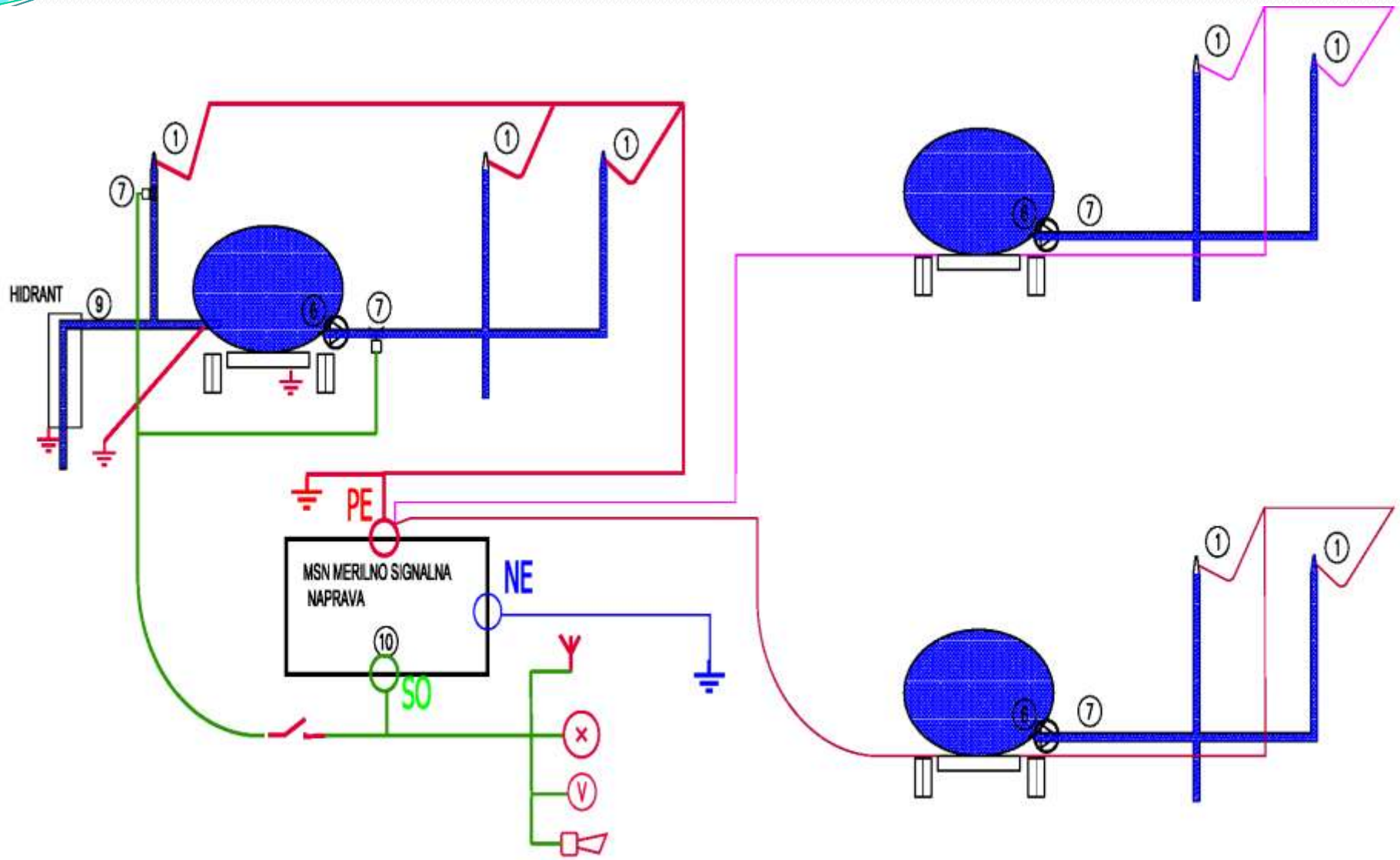
(prijava št. P-201200219)

Principijelna shema varnega gašenje



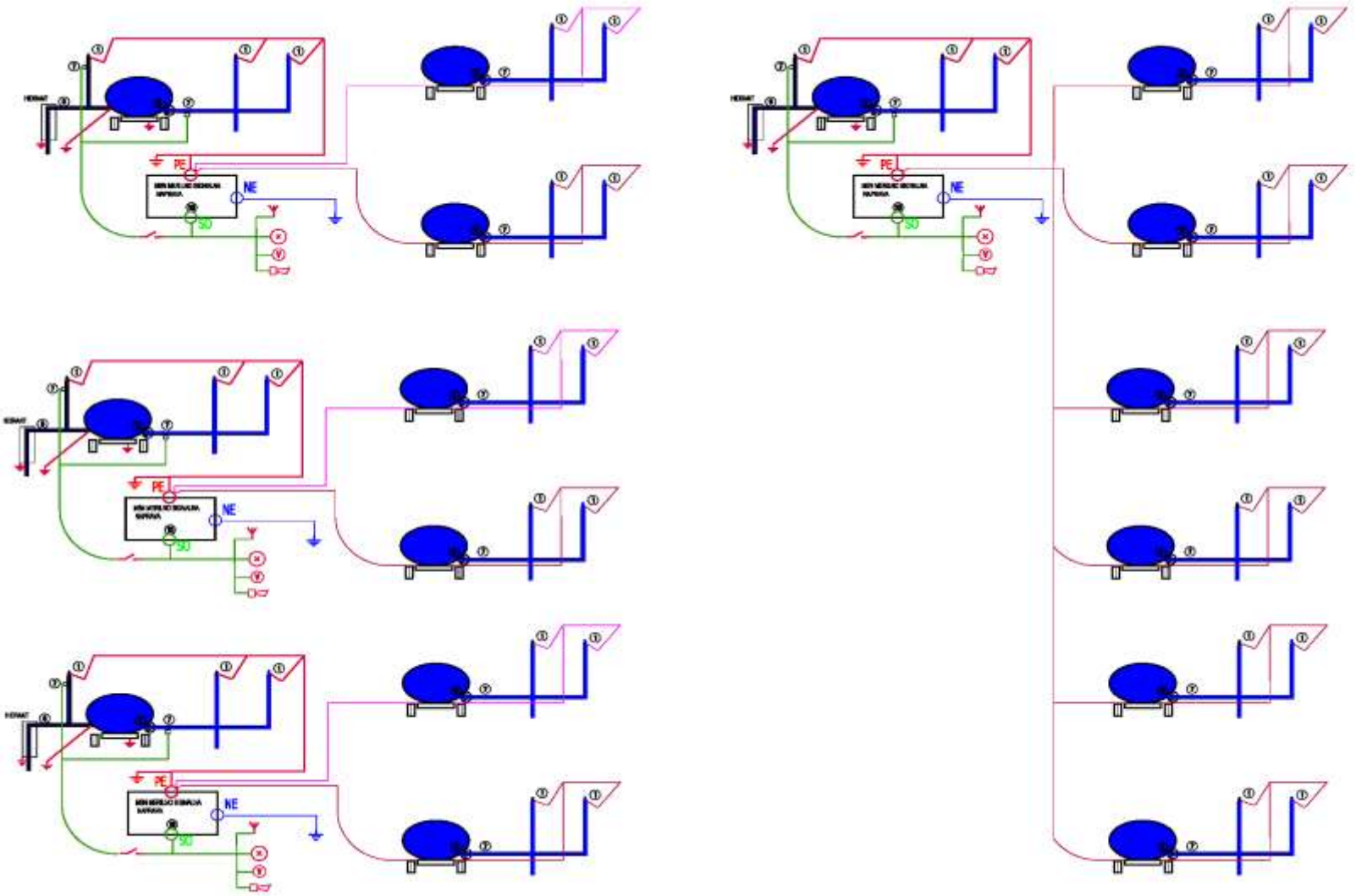
(prijava št. P-201200219)

Vključevanje novih gasilskih enot



(prijava št. P-201200219)

Uključevanje novodošlih gasilskih enot



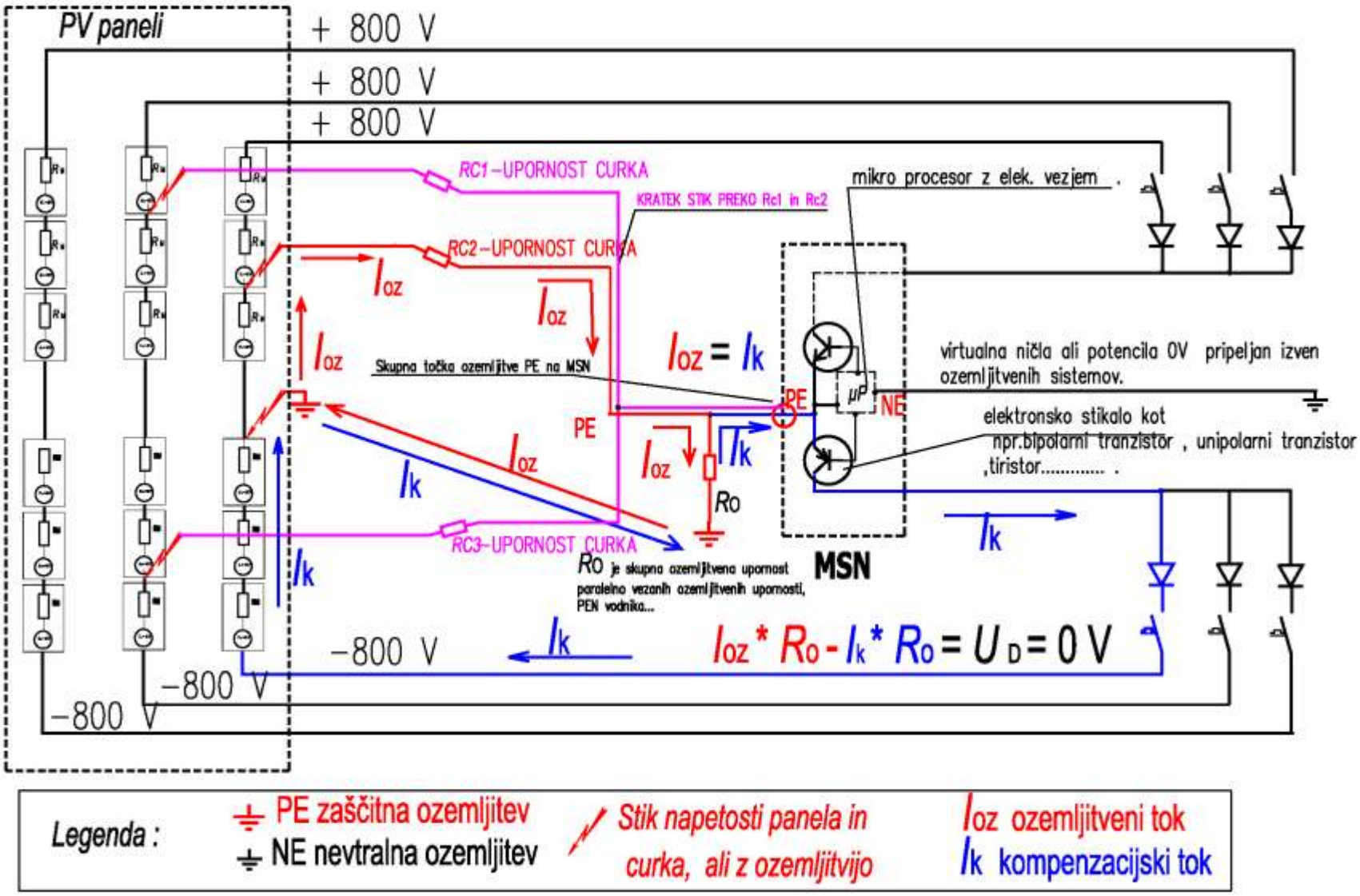
(prijava št. P-201200219)

Merilno signalna naprava MSN

- Omogoča ozemljitev gasilskega sistema preko sponke PE
- Izničuje napetost dotika
- Zapira dotoke gasil (vode,pene ...)
- Omogoča signalne izhode
  - svetlobne,
  - akustične ,
  - meri napetost dotika neprekinjeno ,
  - javlja napake – napetosti dotika po mreži ali radijski zvezi.

(prijava št. P-201200219)

Izničevanje napetosti dotika

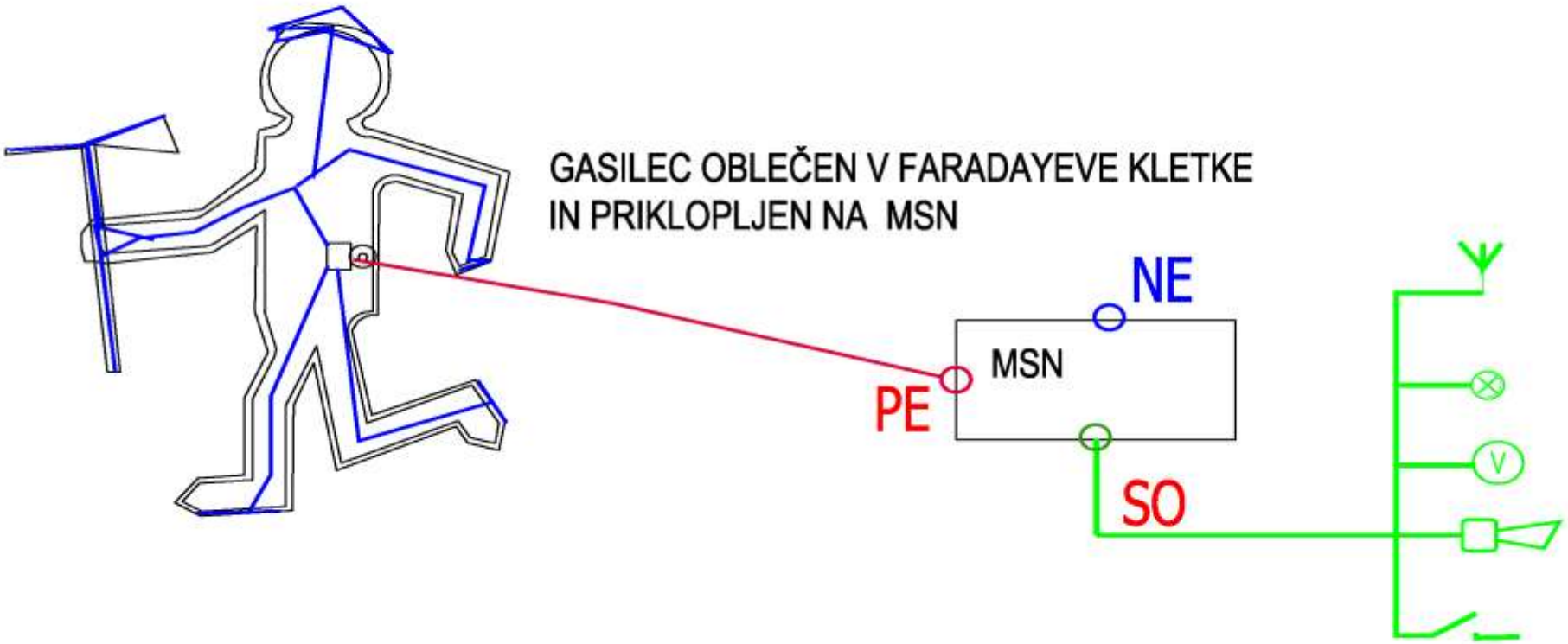


(prijava št. P-201200219)

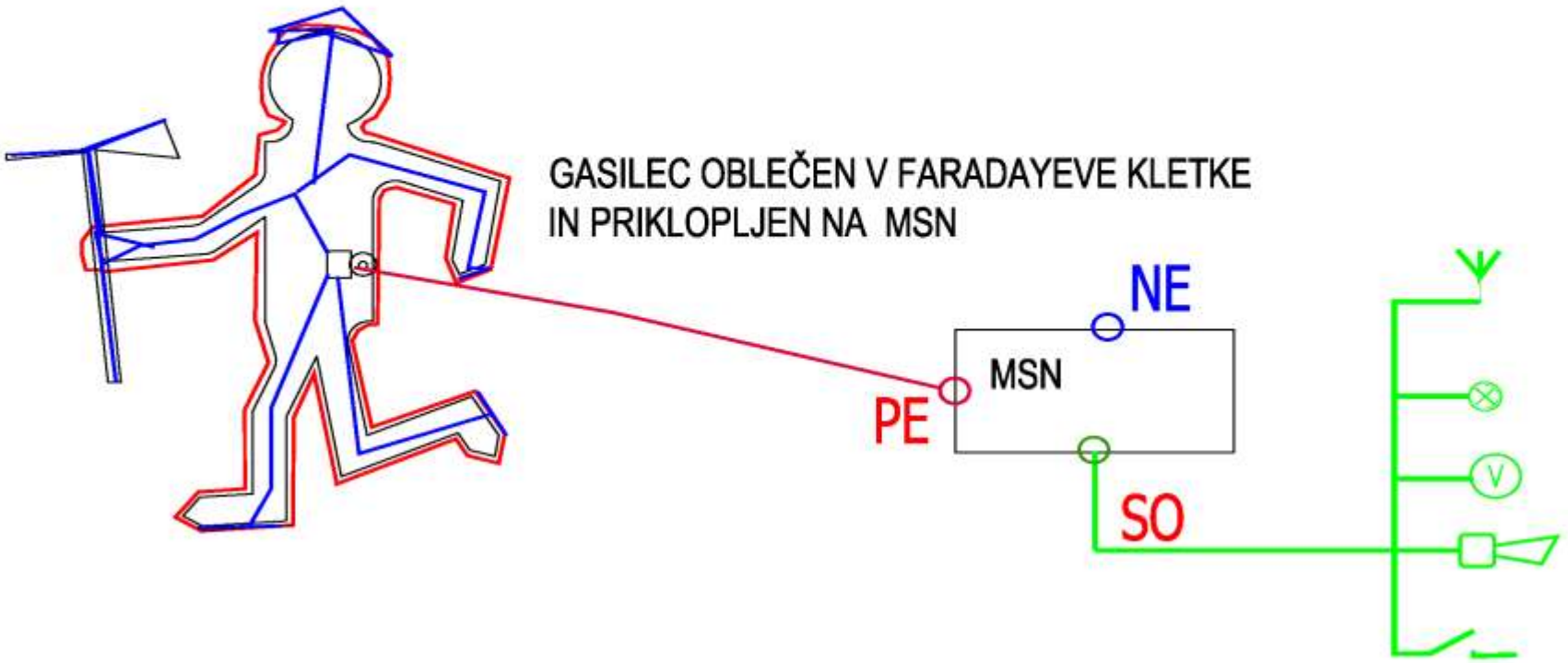
Faradayeva kletka na gasilcu

- Okoli objekta ali v objektu so ostale napetosti dotika in napetosti koraka.
- Pri vpadih v goreči objekt je potrebno zaščititi gasilca
  - Obleči v delno ali popolno faradayevo kletko
  - Kletko je potrebno ozemljiti preko naprave MSN
  - F kletka je lahko večplastna v ali na obleki .

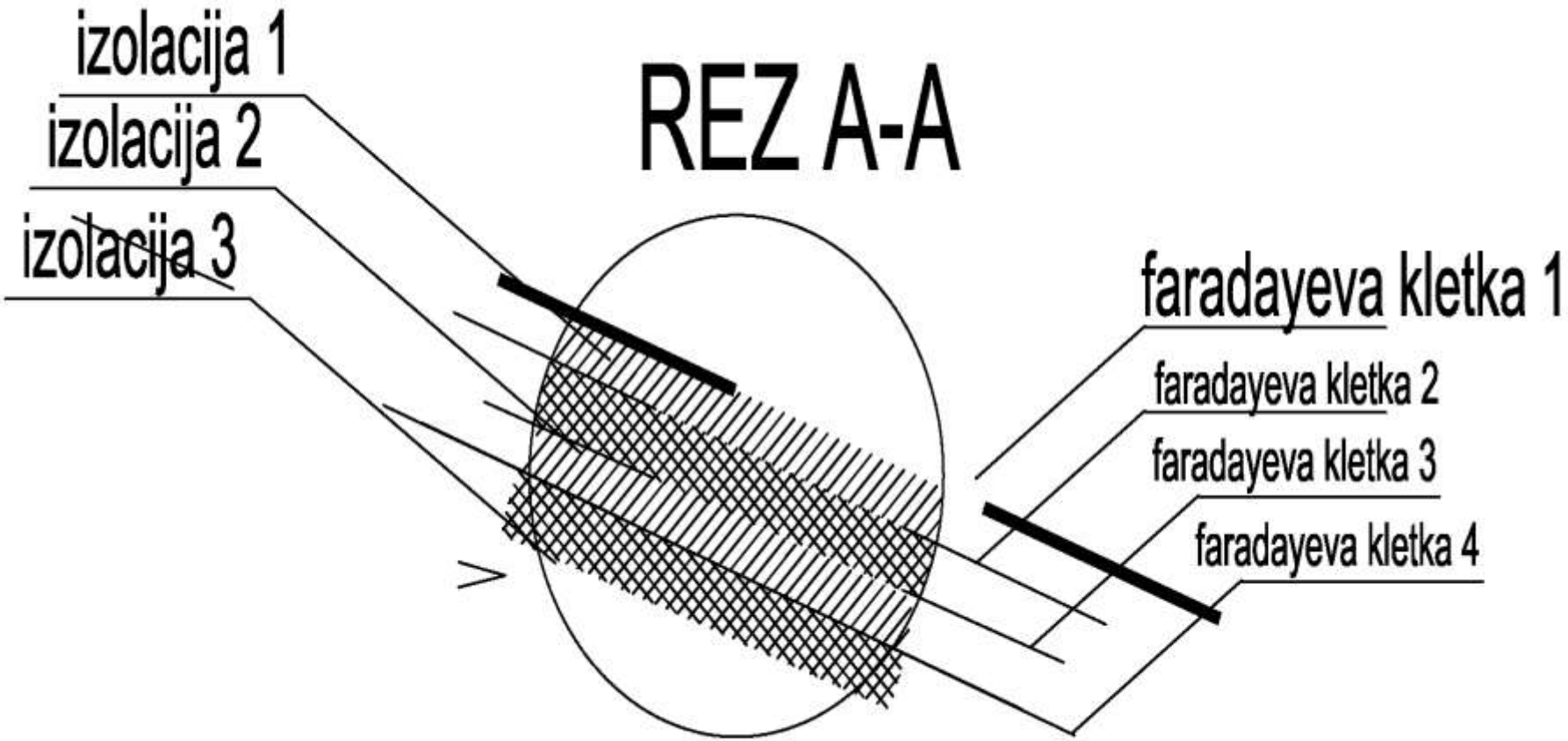
Delna Faradayeva kletka



Popolna Faradayeva kletka



Prerez obleke gasilca s Faradayevo kletko



Prednosti patetentirane rešitve 1

- Gasilski sistem je v električnem smislu vedno pod kontrolo in na potencialu 0 V
- Stalna meritev napetosti dotika
- Ob pojavu napetosti dotika več kot 60 V DC opozorilni signal pri 120 V DC izklop zapornih ventilov in s tem gasila.
- Možno gašenje s peno ali gašenje na krajše razdalje
- Izničevanje napetosti dotika
- Napetosti dotika Ud se zmanjšajo iz nekaj 1000 V na nekaj 10 V najslabših razmerah.

(prijava št. P-201200219)

Prednosti patetentirane rešitve 2

- Preprečuje in varuje gasilce pred napetostjo dotika in koraka in sicer tako, da se gasilci oblečejo v delno ali popolno Faradayevo kletko.
- Pri vpadih večja varnost gasilcev z ozemljeno Faradayevo kletko
- Varnejše gibanje neposredno ob gorečem objektu zaradi (Ud,Uk)
- Posredovanje na strehi z gradbenimi stroji ali ročnim orodjem.
- Enostavno vključevanje novih enot z ali brez naprave MSN vendar z osnovno opremo.
- Minimalna dodelava in minimalna dopolnitve obstoječe opreme.

(prijava št. P-201200219)

Rešitev za vzdrževalce

- Poznavanje nevarnosti.
- Upoštevanje 5 pravil za električarje
- Uporaba vsaj delne faradajeve kletke.

Hvala za vašo pozornost

Literatura

- [1] - Priporočila za gasilce –intervencija v stavbi s sončno elektrarno / www.gasilec.net 12.8.2013
- [2] - Električne inštalacije zgradb skladno z družino standardov SIST HD 60364 / avtor: Ivan Ravnikar agencija POTI 2010
- [3] - PPT predstavitev Požarni načrt - fotovoltaika / avtor: Aleksander Špec, Uprava RS za zaščito in reševanje / www.gasilec.net
- [4] - članek o gašenju požara na objektu Bisol d.o.o. / vir: Revija Gasilec / www.gasilec.net
- [5] - članek o Fotovoltaiki - I. del / vir: Revija Gasilec / www.gasilec.net 12.8.2013
- [6] - članek o Fotovoltaiki - II. del / vir: Revija Gasilec / www.gasilec.net 12.8.2013 / www.gasilec.net 12.8.2013
- [7] - PPT predstavitev problematike gašenja PV naprav / avtor: Jože Oblak, Gasilska zveza SLO / www.gasilec.net 12.8.2013
- [8] - patentna prijava št. P-201200219 in PCT-prijava PCT/SI2013/000041 Postopki in naprava za varno gašenje PV elektrarn
- [9] - Nizkonapetostne inštalacije in zaščita pred delovanjem strele /Elektrotehniška zveza Slovenije / Ljubljana 2009
- [10] revija ER – Ljubljana 2013
- [11] revija POŽAR Ljubljana 2013
- [12] revija GASILEC Ljubljana 2013