

PRENAPONI U ELEKTRIČNIM INSTALACIJAMA

Neven Baničević
šk. 2025/2026

PRENAPON

- Što bi bio prenapon?

- **Prenapon** se općenito definira kao kratkotrajno nastupajući napon između dva vodiča, ili vodiča i zemlje, koji prelazi najviši dozvoljeni iznos **pogonskog napona**.

- Što bi bili negativni utjecaji prenapona?

- naprezanje izolacije cijele električne instalacije i izolacije uređaja priključenih na instalaciju.
- može dovesti do proboja izolacije, preskoka u zraku ili kliznog proboja preko površine izolacije

VRSTE PRENAPONA

- ⦿ Prema načinu kako su nastali možemo govoriti o tri vrste prenapona:
 - atmosferski prenaponi (prenaponi uzrokovani munjom)
 - sklopni prenaponi (unutarnji prenaponi)
 - prenaponi zbog međudjelovanja različitih instalacija
- ⦿ Atmosferske prenapone (prenaponi uzrokovani munjom) i prenapone zbog međudjelovanja različitih instalacija (i mreža) još nazivamo **vanjskim prenaponima**.

ATMOSFERSKI PRENAPONI

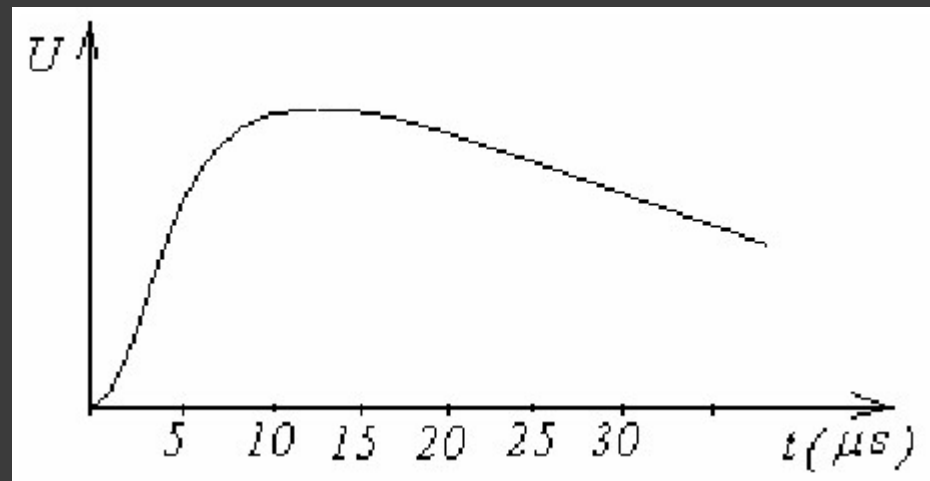
- ⦿ Prema podrijetlu atmosferski prenaponi mogu se podijeliti na:
 - prenapone zbog direktnog udara munje u nadzemne vodove srednjeg i niskog napona,
 - prenapone inducirane u nadzemnim vodovima srednjeg i niskog napona zbog bliskog udara munje,
 - prenapone uzrokovane udarom munje u zgradu ili neposredno uz nju.
- ⦿ VN mreža nema utjecaja na NN instalaciju. Zašto?

ATMOSFERSKI PRENAPONI



ATMOSFERSKI PRENAPONI

- ⦿ Prenaponi nastali direktnim (iznosa do 180 kV), odnosno bliskim udarom munje (iznosa do 30 kV) u nadzemnim vodovima srednjeg napona šire se kroz srednjonaponsko postrojenje i prenose u vodove niskog napona.
- ⦿ Takav prenapon ima karakterističan oblik prenaponskog vala prikazan na slici:



ATMOSFERSKI PRENAPONI

- U ovakvom obliku prenapona napon dostiže svoju maksimalnu vrijednost za nekoliko mikrosekundi (1-10).
- Sličnu karakteristiku ima i struja munje koja je proizvela taj prenapon.
- Kod širenja uzduž vodova dolazi do gušenja prenapona zbog gubitaka na vodovima, odnosno zbog proboja na izolatorima.
- Drugo ograničenje tog prenapona događa se pomoću uređaja za zaštitu od prenapona koji se ugrađuju na primarnoj strani transformatora srednji/niski napon ili na ulazu u mrežu niskog napona.
- Takvi prenaponi su zbog toga relativno bezopasni za električnu instalaciju.

ATMOSFERSKI PRENAPONI

- Prenaponi nastali u niskonaponskoj nadzemnoj mreži zbog direktnih ili bliskih udara munje su, također, visokih tjemernih vrijednosti.
- Često imaju za posljedicu preskok između vodiča ili preskok prema zemlji preko stupova nadzemne mreže.
- U niskonaponskoj mreži kombiniranoj iz nadzemnih i kabelaških vodova dolazi do smanjenja visine prenapona kod ulaska u kabelašku mrežu, ali ono nije dovoljno.
- **Atmosferski prenaponi, ako nisu ničim ograničeni, najveća su opasnost za električnu instalaciju.**

ATMOSFERSKI PRENAPONI – DIREKTAN UDAR MUNJE

- U slučaju direktnog udara munje u zemlju na mjestu udara povećava se potencijal te točke (do nekoliko stotina kV) zbog udarnog otpora zemlje koja u tom slučaju postaje uzemljivač.
- Sličan je slučaj kad munja udari u gromobransku instalaciju zgrade; svi dijelovi objekta koji su električki povezani s gromobranskom instalacijom dolaze na visoki potencijal prema zemlji.
- Između gromobranske instalacije i električne instalacije koja se nalazi u objektu dolazi do velike razlike potencijala koja može prouzročiti proboje i izazvati nesagledive posljedice.

ATMOSFERSKI PRENAPONI – DIREKTAN UDAR MUNJE

- U slučaju direktnog udara munje u zemlju na mjestu udara poveća se potencijal te točke (do nekoliko stotina kV) zbog udarnog otpora zemlje koja u tom slučaju postaje uzemljivač.
- Sličan je slučaj kad munja udari u gromobransku instalaciju zgrade; svi dijelovi objekta koji su električki povezani s gromobranskom instalacijom dolaze na visoki potencijal prema zemlji.
- Između gromobranske instalacije i električne instalacije koja se nalazi u objektu dolazi do velike razlike potencijala koja može prouzročiti proboje i izazvati nesagledive posljedice.
- Zaključak: gromobran mora biti pravilno postavljen sustav da štiti objekte od razornih učinaka groma.

ATMOSFERSKI PRENAPONI – DIREKTAN UDAR MUNJE

- ⦿ Elektrotehničke norme razvrstavaju izloženost niskonaponskih električnih instalacija atmosferskim pražnjenjima u tri razine:
 - zanemariva izloženost
 - instalacija direktno ugrožena jer se napaja iz nadzemne mreže
 - instalacija direktno izložena jer su dijelovi instalacija smješteni izvan zgrade.
- ⦿ Zanemariva izloženost odgovara niskoj izokerauničkoj razini (do 25 grmljavinskih dana na godinu).
- ⦿ **Izokeraunika?**
 - grana meteorologije koja se bavi proučavanjem grmljavinskih pojava.

SKLOPNI PRENAPONI

- Sklopni prenaponi (poznati i kao prenaponi sporog porasta čela) su vrsta unutarnjih prenapona koji nastaju u elektroenergetskim mrežama uslijed poremećaja u samom sustavu, najčešće prilikom manipulacija sklopnim aparatima.
- Nastaju prilikom uklapanja ili isklapanja prekidača i rastavljača, prekidanja kratkih spojeva, ili isklapanja praznih vodova.
- Obično su sporog porasta čela u usporedbi s atmosferskim prenaponima.
- Na visinu unutarnjih prenapona utječe i način uzemljenja zvjezdišta u električnoj mreži.
- Sklopni prenaponi u TT i TN sustavima mreža dostižu u pravilu trostruku vrijednost faznog napona, a u IT sustavima i četverostruku vrijednost faznog napona

SKLOPNI PRENAPONI - PRIMJERI

Sklopni uređaj ili naprava	Vrsta pogona	Visina prenapona (V)
Automatski prekidač	Isklapanje kratkog spoja	normalno 400 (iznimno i do 2700 V)
Rastalni osigurač	Isklapanje kratkog spoja	do 2600
Univerzalni motor (prenosivi električni alat, npr. bušilica)	Isklapanje u strujnom maksimumu	do 1900

- Svako uključenje snažnijeg trošila u lokalnoj mreži (instalaciji) izaziva trenutani pad napona, a odmah slijedi brz i silovit skok napona - **naponski udar**.
- Pokretanjem npr. dizala, napon u stanu padne na 170 V, a zatim u trenu skoči na 300 V. **Naponski udari ovog tipa znaju biti i daleko veći!**

PRENAPONI ZBOG MEĐUDJELOVANJA RAZLIČITIH INSTALACIJA I MREŽA

- Prenaponi koji nastaju zbog međudjelovanja različitih instalacija i mreža predstavljaju ključni izazov u zaštiti električnih sustava, a proizlaze iz:
 - komutacijskih procesa,
 - atmosferskih pražnjenja ili
 - elektromagnetske indukcije između energetske i signalnih vodova.

PRENAPONI ZBOG MEĐUDJELOVANJA RAZLIČITIH INSTALACIJA I MREŽA

⦿ Elektromagnetska indukcija:

- Brze promjene struje u energetske vodovima induciraju prenapone u susjednim komunikacijskim ili niskonaponskim instalacijama.

⦿ Zajedničko uzemljenje:

- Kada munja udari u gromobransku instalaciju, potencijal uzemljenja naglo raste. Ako su instalacije različitih mreža (npr. telefon, struja, internet) povezane na isto uzemljenje, taj visoki potencijal se prenosi na sve povezane uređaje.

⦿ Komutacijski procesi:

- Isključivanje velikih potrošača ili kvarovi u mreži mogu izazvati komutacijske prenapone koji se preko instalacija prenose na osjetljivu elektroniku.

UČESTALOST I ŠTETE OD PRENAPONA

- ⦿ Mjerenja u električnim instalacijama pokazala su da najveći broj prenapona ne prelazi 1000 V.
- ⦿ Pokusnim mjerenjem na jednoj instalaciji u trajanju od 700 mjeseci je registrirano više od 5000 pojava prenapona.
- ⦿ Također se pokazalo da vrlo rijetko prenapon prekoračuje tjemenu vrijednost od nekoliko kV (npr. 2,5 kV, a još rjeđe 6 kV).
- ⦿ Štete nastale zbog prenapona su uništenje uređaja i instalacija, ispadi iz pogona, smanjenje funkcije pogona, itd. Naročito osjetljivi na prenapone su razni elektronički uređaji, npr.; TV, računala, itd...

ELEKTRIČNA OPREMA I UREĐAJI S OBZIROM NA PRENAPONSKE KATEGORIJE

- Da bi se odredio stupanj raspoloživosti električne opreme i uređaja prema otpornosti na udarne napone, oni se projektiraju, izrađuju i ispituju prema prenaponskim kategorijama.
- Postoje četiri prenaponske kategorije (definiranje podnosivog udarnog napona):

Projektirani pogonski napon prema zemlji (V)	Prenaponska kategorija			
	I	II	III	IV
	Podnosivi udarni napon (V)			
230/400 i 277/480	1500	2500	4000	6000
400/690	2500	4000	6000	8000
1000	Vrijednost određuje projektant			

ELEKTRIČNA OPREMA I UREĐAJI S OBZIROM NA PRENAPONSKE KATEGORIJE

Za električne instalacije 230/400 V vrijedi:

⦿ Električna oprema prenaponske **kategorije IV**

- predviđena je za primjenu na ili u blizini točke priključka električne instalacije (prije glavnog razdjelnika).
- Primjeri takve opreme su električno brojilo, glavni osigurač, rastavna sklopka, stezaljke, ...
- Mora biti projektirana na udarni napon od 6 kV.

⦿ Električna oprema prenaponske **kategorije III**

- predviđena je za ugradnju tako da čini sastavni dio stalno položene električne instalacije i zapravo se nastavlja na prenaponsku kategoriju IV.
- Primjeri takve opreme su razdjelnik, automatski prekidač, kabel i instalacijski vod, instalacijska kutija, sklopka, utičnica,
- odnosno električni uređaji koji su fiksno priključeni na električnu instalaciju.

ELEKTRIČNA OPREMA I UREĐAJI S OBZIROM NA PRENAPONSKE KATEGORIJE

⦿ Električni uređaji prenaponske **kategorije II**

- predviđeni su za priključak na električnu instalaciju preko utičnica (kućanski uređaji, prenosivi alati i slična pogonska sredstva).
- Nastavljaju se na kategoriju III:

⦿ Električni uređaji prenaponske **kategorije I**

- imaju relativno malu otpornost na udarne napone.
- Da bi se zaštitili od prenapona u njih, ili neposredno ispred njih, ugrađuju se posebno izvedeni uređaji za zaštitu od prenapona.

ZAŠTITA OD PRENAPONA

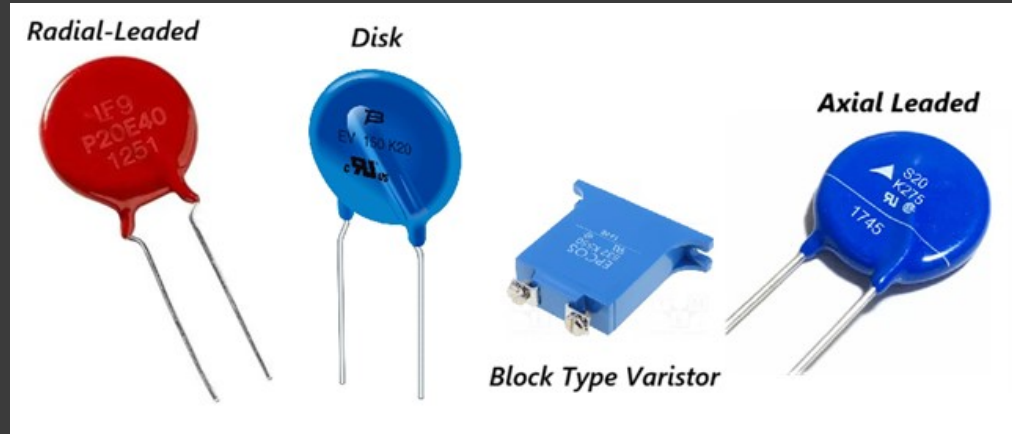
- Osnovna zaštita od prenapona je pravilno dimenzioniranje električne opreme s obzirom na podnosive udarne naponE (1,5; 2,5; 4 i 6 kV).
- Nekad se smatralo da je dovoljno objekt opremiti odgovarajućom gromobranskom instalacijom.
- **Nije sporno da li treba u električnu instalaciju ugraditi uređaje za zaštitu od prenapona, već je pitanje koje i kakve uređaje ugraditi!**

UREĐAJI ZA ZAŠTITU OD PRENAPONA

- Za zaštitu od prenapona upotrebljavamo danas razne uređaje. Najvažniji su **odvodnici prenapona**.
- Dijele se na klase: A (za vanjsku montažu), B, C i D.
- Takvi uređaji se dijele na 3 ispitne klase te se povezuju s prenaponskim klasama na sljedeći način:
 - ZUP - tip 1, ispitne klase I - odgovara odvodniku klase B te je predviđen u području prenaponske kategorije IV. Ugrađuje se na mjestu uvoda električne energije u zgradu (prije brojila i glavnog razvodnog ormara).
 - ZUP - tip 2, ispitne klase II - odgovara odvodniku klase C te je predviđen za prenaponsku kategoriju III, tj. ugrađuje se u razdjelnike zgrade.
 - ZUP - tip 3, ispitne klase III - odgovara odvodniku klase D te je predviđen za prenaponsku kategoriju II. Ugrađuje se u prenosive ili fiksno postavljene utičnice.

UREĐAJI ZA ZAŠTITU OD PRENAPONA

- Osnovni element odvodnika prenapona su **varistori**.



- Također se upotrebljavaju iskrišta, plinski odvodnici (neon ili argon), a dodatno mogu sadržavati i razne druge elemente kao što su zavojnice, osigurači, kondenzatori, pomoćni sklopnici, itd.
- Takvi dodatni elementi služe prvenstveno za signalizaciju.
- Varistorski uložak (kao i kod osigurača) se u pravilu može zamijeniti.

UREĐAJI ZA ZAŠTITU OD PRENAPONA

- ODVODNIK KLASSE B (KAO I C)



UREĐAJI ZA ZAŠTITU OD PRENAPONA

- ODVODNIK KLASSE D

