

# Postroji za transformacijo in prenos električne energije

## Laboratorijske vaje

### 1 - Varnost pri delu

## Varnost pri delu

Po "Oceni tveganja", ki jo je za Fakulteto za elektrotehniko v Ljubljani izdelal Zavod za varstvo pri delu iz Ljubljane, ste študenti pri delu v Laboratoriju za električna omrežja in naprave izpostavljeni naslednjim nevarnostim:

- **Mehanske nevarnosti in škodljivosti**, kamor sodijo predvsem nevarnosti, ki jih lahko povzroči delovna oprema, točneje stroji in naprave. Poleg tega pa v to skupino spadajo tudi nevarnosti ob navpičnem in vodoravnem transportu in hoji;
- **Elektrika**, kjer največjo nevarnost predstavlja dotik električne napetosti, v to skupino pa lahko štejemo tudi neionizirna elektromagnetna polja in sevanja;
- **Nevarne in škodljive snovi**, predvsem različne nevarne kemikalije, ki pa jih v laboratoriju ne uporabljamo;
- **Toplotne razmere in izmenjava zraka**, kjer večjih težav, razen ob odprtih okni, ni;
- **Požar in eksplozija**, ki lahko nastopita (predvsem požar, možnost nastopa eksplozije je manjša) zaradi različnih vzrokov, predvsem pa zaradi napačnega in nevarnega ravnanja z električno opremo;
- **Temperatura dotika in opekline**, ki lahko nastanejo, ko primate v roko vroč del na primer električne naprave;
- **Razsvetljava**, kjer lahko kot nevarno navedemo nezadostno osvetljenost prostorov ter uporabo fluorescentnih cevi z različnimi barvnimi temperaturami v enem prostoru;
- **Drža pri delu**, kjer je potrebno posebej izpostaviti držo sede na stolu z naslonjalom pri delu z računalnikom;
- **Usposabljanje in usposobljenost**, za ravnanje v nevarnih primerih, zaradi česar se bomo na tej prvi uri pomudili ravno pri varnosti pri delu ter
- **Drugo**, kamor po oceni strokovne osebe, ki je pripravila oceno tveganja, spadajo tudi vaje s povečano nevarnostjo, kjer obstaja nevarnost za poškodbo študenta in je potrebno take vaje zato še posebno skrbno obravnavati.

Glede na vsebino in program dela vaj, ki jih bomo imeli v naslednjih mesecih, lahko ugotovimo:

**Vaje pri predmetu "Postroji za transformacijo in prenos električne energije" so vaje s povečano nevarnostjo za študente.**

In sicer so nevarnosti, s katerimi se boste srečali:

- Poškodbe pri transportu električnih naprav
- Dotik nevarne napetosti
- Neionizirna elektromagnetna polja in sevanja
- Požar v laboratoriju
- Možnost opeklin pri dotiku vročih električnih naprav
- Nezadostna osvetljenost prostorov
- Drža pri delu

**Na kaj moramo torej biti pozorni:**

**Poškodbe pri transportu električnih naprav:** Da boste lahko izvedli meritve določenih veličin, boste morali najprej pripraviti merilno vezje. Priprava merilnega vezja pomeni, da morate na delovno površino mize zložiti iz omare ali drugih odlagalnih

površin električne naprave, ki sestavljajo naše merilno vezje ter električne instrumente. Teža večine teh naprav ne presega kilograma, vendar pa je nekaj med njimi precej težjih. Pri premeščanju teh pa lahko nastopijo določene poškodbe rok, nog, hrbtenice, ... **Zato ravnajte pazljivo.** Če mislite da določeni napravi niste kos, raje prosite asistenta ali laboranta, da vam pomaga.

**Dotik nevarne napetosti:** Da lahko izvajamo meritve na električnih napravah, morajo le te biti priključene, poleg tega pa je običajno potrebno odstraniti dele, ki varujejo pred dotikom delov pod napetostjo. Zaradi tega obstaja možnost dotika nevarne napetosti.

V splošnem se za nevarno napetost smatra **izmenična napetost večja od 50 V oziroma enosmerna napetost večja od 120 V.** Kljub temu pa so lahko od izredno neugodnih pogojev nevarne tudi manjše napetosti, saj je človeku smrtno nevaren že tok, ki je **večji od 30 mA.** Če upoštevamo, da je upornost človeškega telesa brez upoštevanja upornosti kože približno 500  $\Omega$ , lahko v določenih primerih (poškodbe na koži, vbodi, ...) za nevarne smatramo že napetosti nad 15 V. Zato moramo v takih primerih biti še posebno pazljivi.

Na merilnem vezju, ki ga bomo uporabljali na vajah sta prisotni dve napetosti in sicer 110 V in 20 V. Večina vezja je priključenega na napetost 20 V, torej je nevarnost nekoliko manjša. Vendar pa je celotno vezje napajano preko variaka, tako da se lahko pri neustreznem ravnanju na celotnem vezju pojavi nevarna napetost dotika, ki je večja od 50 V. **Zato se je potrebno pri izvedbi vaj držati določenih pravil:**

- Pripravite vse potrebne elemente merilnega vezja in preverite njihovo stanje. Prav tako pripravite povezovalne vezi in preverite, če niso kje prisotne poškodbe izolacije. Okvarjene in/ali poškodovane elemente ali merilne vezi izločite.
- Zvežite in preverite celotni 20 V del merilnega vezja.
- Izklopljen variak postavite na 0 (nič) in povežite še 110 kV del. Pri tem pazite na pravilno vezavo ničnih in faznih vodnikov.
- Na izhod variaka zvežite volt-meter ter priključite ostale potrebne merilne instrumente. Še enkrat preverite celotno vezje.
- Počakajte da vezje preveri tudi asistent ali laborant.
- Nato se prepričajte, da se nihče ne dotika vezja, variak priključite na omrežno napetost in počasi dvigujte napetost na izhodu do potrebne vrednosti (110 V). Pri tem opazujte volt-meter na izhodu variaka pa tudi elemente vezja. Z Ametrom na mestu kratkega stika opazujte tok, ki ne sme preseči vrednosti 1,5 A. Če je ta vrednost dosežena preden ste dosegli 110 V na variaku, izvedite meritve pri manjši napetosti. Izmerjene tokovne vrednosti ustrezno korigirajte glede na razmerje med dejansko napetostjo in vrednostjo 110 V.
- V primeru, da se v vezju dogaja kaj nenavadnega (nenavadni zvoki, dim, pregrevanje elementov, ..) takoj znižajte napetost na izhodu variaka na nič in izklopite variak ter na to opozorite asistenta oziroma laboranta.
- Med izvajanjem meritev napetosti, toka in moči pazite, da se med preklapljanjem instrumentom ne dotikate neizoliranih delov vezja. Upoštevajte, da imajo amper-metri majhno

notranjo upornost, zato merilne vezi vedno držite za izoliran del.

- Po končani meritvi znižajte napetost na variaku na nič ter odklopite variak od omrežne napetosti. Nato kratko zvežite izhodne sponke variaka, da se izpraznijo kondenzatorji v merilnem vezju. Šele nato lahko začnete s podiranjem in pospravljanjem merilnega vezja.

Merilna mesta v laboratoriju so varovana s FID stikali, ki izklopijo napajanje merilnih mest v primeru okvare ali dotika dela pod napetostjo v ustrezno kratkem času. V primeru, da FID stikalo izklopi, na to opozorite asistenta ali laborante. **V nobenem primeru ne vklaplajte FID stikala sami.**

V laboratoriju so nameščena tudi stikala za izklop napetosti v sili. Spoznamo jih po ročici ali gumbu rdeče barve ter rumeni podlagi. V kolikor v laboratoriju pride do nesreče, oziroma opazite da je katera od oseb v laboratoriju v nevarnosti, **nemudoma pritisnite na gumb za izklop v sili** ter na to opozorite asistenta ali laboranta.

**Neionizirna elektromagnetna polja in sevanja:** Tokovno in električno polje industrijske frekvence spadata v kategorijo neionizirnih EM polj, ki so zdravju potencialno nevarna. Čeprav v laboratoriju ne uporabljamo velikih tokov ali napetosti, pa vrednosti električne in magnetne poljske jakosti lahko v določenih primerih (predvsem zaradi velike bližine) presežejo vrednosti, ki po veljavnih pravilnikih veljajo za nevarne. Zato se merilnemu vezju ne približujte preveč in brez potrebe, pazite pa tudi, da bo meritev opravljena v čim krajšem času. **To pa pomeni, da se na meritev dobro pripravite že doma.**

**Požar v laboratoriju:** V primeru da v laboratoriju ali drugje v stavbi izbruhne požar, se ravnajte po požarnem redu, ki visi v laboratoriju.

**Možnost opeklin pri dotiku vročih električnih naprav:** Čeprav se pri normalnem poteku vaje električne naprave oziroma deli merilnega vezja ne morejo segreti do nevarnih temperatur, pa se to lahko zgodi zaradi različnih okvar, ki se pojavijo ali pa napak, ki jih pri izvedbi meritve naredite. Kratkostični tok tako lahko v razmeroma kratkem času segreje dele električnih naprav (navitja, železna jedra) do nevarne temperature. Zato med in po izvedbi meritve pazite, kje in kako se dotikate električnih naprav.

**Nezadostna osvetljenost prostorov:** Prostori, ki jih uporabljamo za izvedbo vaj so naravno in umetno osvetljeni. V normalnih pogojih je ob vključenih svetilkah osvetljenost delovnih površin v laboratoriju ustrezna ob vsakem času. Podnevi pa je osvetljenost ustrezna tudi ob izključenih svetilkah. **Če se vam torej pri delu v laboratoriju zazdi da ne vidite dobro in so svetilke izključene, jih mirno vključite,** preden nadaljujete z delom.

**Drža pri delu:** Del laboratorijskega dela boste opravili stoje, saj je višina delovne ploskve prilagojena stoječemu delu, drugi del pa boste presedeli pred računalnikom. Zato bodite pozorni predvsem na držo pri delu z računalnikom. Priporoča se sedenje v pokončni topi drži (kot med hrbtenico in stegni ca. 105°). Slikovni zaslon si namestite tako, da nanj gledate nekoliko navzdol in naravnost (ne levo in ne desno). Optimalna razdalja opazovanja je okoli 80 cm. Tipkovnico namestite predse in zadosti od roba mize, tako da na mizo lahko naslonite podlakti.