

Dimenzioniranje vodov v električnih inštalacijah s programskim orodjem Microsoft Excel

Rok Rečnik

Univerza v Mariboru
Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
Laboratorij za energetiko
Koroška cesta 46, 2000 Maribor
E-pošta: rok.recnik@student.um.si

Design of domestic electrical installation using MS Excel

This paper presents an MS Excel application for a design of domestic electrical installation. Excel has been used because of its widespread and easy data export to other programs using standard files. Classic "paper and pen" design is very time consuming due to many criteria checking and re-calculating to satisfy the necessary requirements. For this reason, an application was developed in order to simplify and accelerated the whole design process. Results of this process are displayed, whilst application's flow-chart is exposed and all criteria are presented.

1 Uvod

Projektiranje električnih inštalacij je v današnjem času izredno pomembno saj se načrtujejo za dolgo življenjsko dobo, hkrati pa je potrebno načrtovati tako, da je v skladu z vsemi predpisanimi pravilniki in standardi in nenazadnje zagotoviti varno obratovanje za celotno življenjsko dobo objekta.

Električne inštalacije se dimenzionira glede na porabnike, pri čemer je upoštevan tudi način polaganja vodnikov, razdalja od razdelilne omarice do porabnika ter moč in napetost na porabniku. Ob poznavanju teh parametrov se lahko izračuna nazivni tok, na podlagi katerega se izbere ustrezna varovalka oziroma inštalacijski odklopnik ter prerez vodnika. Zaradi nepreglednega in zamudnega »ročnega« dimenzioniranja smo se odločili, da bomo avtomatizirali postopek dimenzioniranja vodov v električnih inštalacijah.

Cilj tega prispevka je predstavitev aplikacije za avtomatizirano dimenzioniranje električnih inštalacij. Aplikacijo smo izvedli v programskem okolju Microsoft Excel, ker je to programsko orodje zelo razširjeno, hkrati pa omogoča izvoz podatkov ter uvoz podatkov v programe za načrtovanje električnih inštalacij.

2 Kriteriji pri dimenzioniranju

Pri toku skozi vodnik se le-ta segreva zaradi joulskih izgub, pojavijo pa se tudi sile, ki ga mehansko obremenijo. Poleg tega se na vodniku pojavi padec napetosti, ki skupaj s tokom povzroča izgube na vodniku. Torej lahko v grobem ločimo tokovne in napetostne obremenitve električne inštalacije oziroma vodnikov in izolacije.

2.1 Električno dimenzioniranje

Električno dimenzioniranje vodnikov oziroma kablov pomeni dimenzioniranje glede na padec napetosti. Velikost padca je odvisna od prereza, materiala, dolžine vodnika in moči, ki se pretaka skozi vodnik.

$$\Delta U = \frac{2 \cdot I \cdot l \cdot \rho \cdot \cos \varphi}{A} = \frac{2 \cdot l \cdot P \cdot \rho}{U \cdot A} \quad (1)$$

Padec izražen v odstotkih pa se določi po enačbi (2)

$$\Delta u \% = \frac{\Delta U}{U} \cdot 100 \% \quad (2)$$

2.2 Termično dimenzioniranje

Pri termičnem dimenzioniranju preverjamo dopustne tokovne obremenitve, ki so odvisne od prereza vodnika, materiala vodnika, vrste izolacije vodnika, načina polaganja, števila vzporednih vodnikov in temperature okolice. Določiti moramo takšen prerez vodnika, da bo dopustna tokovna obremenitev večja od pričakovanega največjega trajnega toka. Najvišje dovoljene temperature, do katerih se sme segreti posamezna vrsta izolacije so podane v standardu, npr. za polivinil klorid (PVC) znaša 70 °C na vodniku, za omrežni polietilen (XLPE) ali etilen propilen guma (EPR) pa 90 °C.

2.3 Tokovne obremenitve

Če je tok večji od nazivnega, potem govorimo o nadtoku, ki pa je lahko:

- preobremenitveni tok,
- okvarni (kratkostični) tok.

Preobremenitveni tok je posledica prevelike obremenitve vodnikov in za nekaj deset procentov presega nazivni tok. Zaradi termične časovne konstante ta tok ne predstavlja nevarnosti takoj ampak šele čez določen čas.

2.4 Zaščita pred kratkim stikom

Ko načrtujemo zaščito pred kratkim stikom moramo paziti na to, da izberemo takšno zaščitno napravo, ki bo sposobna prekiniti kratkostični tok, ki ga izračunamo po enačbi (3) ter da bo čas izklopa dovolj kratek, da se vodnik ne segreje preko dovoljene temperature. Dopustno trajanje kratkega stika lahko izračunamo po enačbi (4), če je čas kratkega stika razmeroma kratek (<5 s) in je nazivni tok zaščitne naprave manjši od 63 A, kar pa je pri običajnih inštalacijah zagotovljeno. Če je čas daljši od 0,1 s izberemo ustrezno zaščitno napravo, ki bo zanesljivo izklopila kratkostični tok v času, ki je krajši od

izračunanega. Če je izračunani čas krajši ali enak 0,1 s je potrebno opraviti kontrolo talilnega integrala v primeru talilnih varovalk oziroma celotnega integrala pri inštalacijskih odklopnikih [3].

$$I_k = \frac{U_n}{Z_{kz}} \quad (3)$$

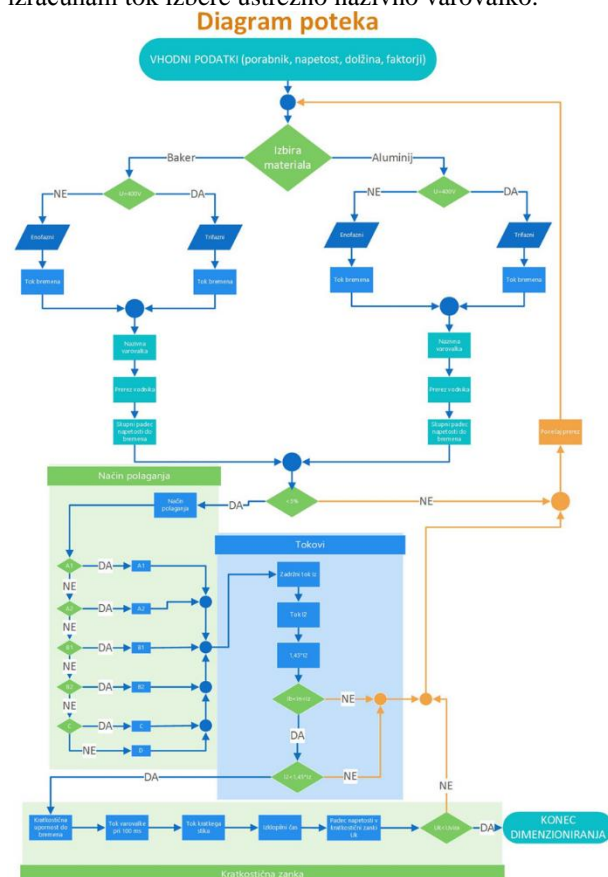
$$t = \left(\frac{k \cdot A}{I_k} \right)^2 \quad (4)$$

3 Predstavitev aplikacije

Namen aplikacije je poenostavitev dimenzioniranja vodov v električnih inštalacijah. Namenjena je kot pomoč za projektante pri načrtovanju električnih inštalacij za večje porabnike.

3.1 Diagram poteka

Diagram poteka je predstavljen na sliki 1. Najprej se vpišejo vhodni podatki ter se izbere vrsta materiala. V naslednjem koraku aplikacija preveri ali je v sistemu enofazni oziroma trifazni porabnik in na podlagi tega uporabi ustrezne enačbe ter opravi izračune. Najprej izračuna tok bremena za posamezno breme ter glede na izračunani tok izbere ustrezno nazivno varovalko.



Slika 1 : Diagram poteka.

Na podlagi varovalke potem predvidi minimalni potreben prerez vodnika ter prične s preverjanjem posameznih kriterijev.

V prvem kriteriju preveri padec napetosti, ki mora biti manjši od 5 % da zadostimo kriteriju. Najprej izračuna padec napetosti do vira nato pa še izračuna padec napetosti na bremenu ter ju sešteje ter preveri ali je skupni padec manjši kot 5 %. Če ta pogoj ni izpolnjen aplikacija izbere prvi večji prerez ter se vrne na prvi korak in ponovi izračun.

Ko je zadoščeno prvemu kriteriju pa nadaljuje s preverjanjem termičnega kriterija. Na podlagi izbranega načina polaganja ter prereza vodnika aplikacija izbere zdržni tok, ki ga razbere iz tabel. Zatem izračuna tok I_2 in tok $1,45 \cdot I_z$ ter preveri ali sta izpolnjena naslednja dva kriterija: $I_b < I_n < I_z$ ter $I_2 < 1,45 \cdot I_z$. Če kateri od pogojev ni izpolnjen aplikacija poveča izbrani prerez vodnika ter se vrne na začetni položaj in ponovi celoten postopek. Če pa so pogoji izpolnjeni pa preide na preverjanje tretjega kriterija, ki se nanaša na kratkostično zanko.

Najprej izračuna skupno kratkostično upornost do bremena, nato pa izračuna tok kratkega stika ter izklopilni čas, to je tisti maksimalni čas v katerem moramo prekiniti tok kratkega stika, da ne pride do poškodb na inštalaciji. Aplikacija v tej fazi omogoča avtomatsko določitev talilne varovalke. V naslednjem koraku aplikacija poišče tok varovalke pri času 100 ms. Iz karakteristike določi izklopilni tok pri času 100 ms za izbrano varovalko.

V zadnjem koraku pa preverjamo padec napetosti v kratkostični zanki, ki ga izračunamo s pomočjo upornosti kratkostične zanke ter izklopilnega toka pri 100 ms. Če je padec napetosti manjši od napetosti vira je pogoj izpolnjen, drugače pa sledi povečanje prereza.

4 Sklep

V delu je predstavljena aplikacija za pomoč pri dimenzioniranju vodov v električnih inštalacijah. Če primerjamo ročni izračun in izračun s pomočjo aplikacije ugotovimo, da z uporabo aplikacije prihranimo veliko časa, hkrati pa dimenzioniranje postane preglednejše. Na podlagi teh ugotovitev menimo, da ima ta aplikacija dober potencial za nadaljnji razvoj.

Zahvala

Posebna zahvala gre mentorju doc. dr. Janezu Ribiču ter celotnemu osebju Laboratorija za energetiko, Inštituta za močnostno elektrotehniko FERI za pomoč pri izvedbi naloge.

Literatura

- [1] IEC 60364-5-52: 2001, Electrical installations of buildings - Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment - Wiring systems, IEC, Geneva, 2001.
- [2] Ravnikar I., Električne inštalacije, 3. izdaja, Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 1999.
- [3] Bizjak G., Električne inštalacije in razsvetljava: Dimenzioniranje vodnikov, prosojnice predavanj, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za razsvetljava in fotometrijo,