

DOI: [10.46793/CIGRE37.B2.09](https://doi.org/10.46793/CIGRE37.B2.09)**B2.09****UPOREDNA ANALIZA PRIMENE POSTOJEĆE I NOVE FAMILIJE STUBOVA U
OBLASTIMA SA TEŠKIM KLIMATSKIM PARAMETARIMA****COMPARATIVE ANALYSIS OF THE APPLICATION OF EXISTING AND NEW POLE
FAMILIES IN AREAS WITH SEVERE CLIMATIC CONDITIONS****Mihailo Antonijević*, Ksenija Kalajžić**

Kratak sadržaj: Tokom prethodnih decenija svedoci smo sve učestalije pojave ekstremnih vremenskih prilika, kao posledica globalnih klimatskih promena, kako širom sveta tako i na našim prostorima. Pojave izuzetnih kišnih padavina, praćene sušnim periodima sa visokim temperaturama, pojave tzv. „superćelijskih oluja“, kratkotrajne ali intenzivne snežne padavine praćene vetrom su samo neke od pojava koje su okarakterisale prethodne godine. Ovakvi vremenski uslovi zahtevaju i preispitivanje primenjenih tehničkih rešenja i metoda na projektima nadzemnih vodova, posebno u prenosnoj mreži.

Kroz ovaj rad akcenat je stavljen na specifičan pristup projektovanju dalekovoda, posebno čelično-rešetkastih stubova, za područja sa teškim klimatskim parametrima, uvažavajući dodatno opterećenje od naslaga izazvanih zaleđivanjem i istovremenom pojavom vetra koje se javlja na dalekovodima u eksploataciji. U tom smislu posmatrana je postojeća familija stubova za vodove 400kV tipa „Y“ i dva nova stuba tipa „Y“ za „teške“ klimatske parametre. Svi stubovi su projektovani od strane projektantske kuće ELEM & ELGO d.o.o., a u ovom radu će biti prikazana uporedna tehnoe ekonomska analiza primene jedne i druge familije stubova u zoni pojačanog zaleđivanja.

Ključne reči: Dodatno opterećenje, stubovi, ekstremne vremenske prilike

Abstract: Over the past decades, we have increasingly witnessed extreme weather events as a consequence of global climate change, both around the world and in our region. Events such as exceptionally heavy rainfall followed by droughts and high temperatures, occurrences of so-called "supercell storms," short but intense snowfalls accompanied by strong winds are just some of the phenomena that have marked recent years. These weather conditions necessitate a re-evaluation of the technical solutions and methods applied in overhead line projects, particularly in the transmission network.

This paper emphasizes a specific approach to the design of transmission lines, especially steel lattice towers, for areas with severe climatic parameters, taking into account additional loads caused by ice accretion and simultaneous wind occurrence, which are present on transmission lines in operation. In this context, the existing family of 400kV "Y"-type towers and two new "Y"-type towers for "severe" climatic conditions were considered.

* Mihailo Antonijević, Elem&Elgo, mihailo.antonijevic@elemelgo.rs
Ksenija Kalajžić, Elem&Elgo, ksenija.kalajzic@elemelgo.rs

All towers were designed by the engineering company ELEM & ELGO d.o.o., and this paper presents a comparative techno-economic analysis of the application of both tower families in a zone with increased icing conditions.

Key words: *Additional load, towers, extreme weather conditions*

1 UVOD

Ovaj rad se bavi uporednom analizom tehničkih rešenja u uslovima sa povećanim dodatnim opterećenjem uzrokovanim naslagama leda u cilju identifikacije optimalnog pristupa za takve slučajeve. Kao primer uzet je dalekovod naponskog nivoa 400kV. Kroz poglavlje 2 (Ulazni podaci i metodologija) prikazan je set ulaznih podataka za svako tehničko rešenje kao i tehnički podaci o komponentama dalekovoda. U poglavlju 3 (Rezultati proračuna) dati su karakteristični parametri za svako od rešenja. Poglavlje 4 (Poređenje dobijenih rezultata) donosi poređenje dobijenih rezultata uz fokus na eksploatacione i tehnoekonomske karakteristike. U okviru zaključka su dati generalni zaključci i preporuke.

2 ULAZNI PODACI I METODOLOGIJA

2.1 Uvod

Rad obrađuje tematiku projektovanja dalekovoda u zonama sa povećanim dodatnim opterećenjem usled kombinovanog dejstva leda i vetra. U ovoj analizi biće prikazana dva varijantna rešenja u skladu sa Pravilnikom o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona od 1kV do 400kV [1] (u daljem tekstu „Pravilnik“) i biće izvršena njihova uporedna analiza, uzimajući u obzir:

- pogonske uslove,
- izvodljivost tehničkog rešenja i
- tehnoekonomske karakteristike.

Razmatrana su dva pristupa rešavanju problema velikih dodatnih opterećenja od leda koja se javljaju na dalekovodima naponskog nivoa 400kV.

Prvi pristup podrazumeva upotrebu postojećih tipova stubova, već primenjivanih u prenosnom sistemu Republike Srbije, kao i standardnih tipova provodnika i izolatora. Drugi pristup je koncipiran na novim, „pojačanim“ tipovima stubova, koji bi se namenski isprojektovali, testirali i upotrebili u zoni sa teškim klimatskim parametrima. Ovaj pristup uključuje i odabir „jačeg“ provodnika i odgovarajuće izolacije – izolatora i spojne opreme. Svi razmatrani stubovi su tipa „Y“.

Pri projektovanju dalekovoda u specifičnim uslovima često su ograničavajući faktor tip stuba, raspoloživ prostor ili raspoloživost odgovarajućeg tipa provodnika. Težište analize je stavljeno na sagledavanje relativnog odnosa utrošenog materijala i tehničke karakteristike varijantnih rešenja. Autori su svesni da je analiza mogla uključiti i druge parametre, ali je ocenjeno da oni ne mogu biti odlučujući za izbor optimalnog rešenja.

2.2 Tehničke karakteristike postojećih tipova stubova

Noseći stub, projekat br. EE-400J-N00-104

Tabela 1: Provodnik i zaštitno uže za „standardni“ noseći stub

Provodnici (P):	Al/Č 3x2x490/65 mm ² sa maksimalnim radnim naprezanjem od 8 daN/mm ²
Zaštitno uže (ZU):	1xAWG 126.1 mm ² sa maksimalnim radnim naprezanjem od 27 daN/mm ²
	1xOPGW 134.3 mm ² sa maksimalnim radnim naprezanjem od 24 daN/mm ²

Ugaono zatezni stubovi UZ 0-30° projekat. br. EE-400J-Z30-105, UZ 30°-60° projekat. br. EE-400J-Z60-106

Tabela 2: Provodnik i zaštitno uže za standardne zatezne stubove

Provodnici (P):	Al/Č 3x2x490/65 mm ² sa maksimalnim radnim naprezanjem od 8 daN/mm ²
Zaštitno uže (ZU):	1xAWG 126.1 mm ² sa maksimalnim radnim naprezanjem od 27 daN/mm ²
	1xOPGW 134.3 mm ² sa maksimalnim radnim naprezanjem od 24 daN/mm ²

Prethodno navedeni stubovi su projektovani za klimatske parametre:

- Pritisak vetra 75/90 (preko 40m) daN/m²
- Dodatno opterećenje od leda 1,6 x 0,18 √d daN/m

Za ovako definisane provodnike i klimatske parametre predmetni stubovi imaju sledeće karakteristične raspone:

Tabela 3: Karakteristični rasponi za postojeće tipove stubova

Tip stuba	Srednji raspon	Gravitacioni raspon
Noseći stub, projekat br. EE-400J-N00-104	420m	700m
Zatezni stub 0-30° projekat. br. EE-400J-Z30-105	450m	800m
Zatezni stub 30°-60° projekat. br. EE-400J-Z60-106	450m	800m

2.3 Tehničke karakteristike stubova iz novoprojektovane serije za „teške“ klimatske parametre

Noseći stub, projekat br. EE-400J-N00-120

Tabela 4: Provodnik i zaštitno uže za „teški“ noseći stub

Provodnici (P):	Al/Č 3x2x490/65 mm ² sa maksimalnim radnim naprezanjem od 17 daN/mm ²
Zaštitno uže (ZU):	OPGW P 124.7 mm ² sa maksimalnim radnim naprezanjem od 55 daN/mm ²
	OPGW P 124.7 mm ² sa maksimalnim radnim naprezanjem od 55 daN/mm ²

Ugaono zatezni stub UZ 30°-60° projekat. br. EE-400J-Z60-121

Tabela 5: Provodnik i zaštitno uže za „teški“ zatezni stub

Provodnici (P):	Al/Č 3x2x490/65 mm ² sa maksimalnim radnim naprezanjem od 17 daN/mm ²
Zaštitno uže (ZU):	OPGW P 124.7 mm ² sa maksimalnim radnim naprezanjem od 55 daN/mm ²
	OPGW P 124.7 mm ² sa maksimalnim radnim naprezanjem od 55 daN/mm ²

Prethodno navedeni stubovi su projektovani za klimatske parametre:

- Pritisak vetra 90/110 (preko 40m) daN/m²
- Dodatno opterećenje od leda 8 x 0,18 √d daN/m

Za ovako definisane provodnike i klimatske parametre predmetni stubovi imaju sledeće karakteristične raspone:

Tabela 6: Karakteristični rasponi za „teške“ stubove

Tip stuba	Srednji raspon	Gravitacioni raspon
Noseći stub, projekat br. EE-400J-N00-120	550m	900m
Zatezni stub 30°-60° projekat. br. EE-400J-Z60-121	550m	900m

2.4 Klimatski parametri na odabranoj deonici

Proračuni koji su izvršeni za potrebe ove studije zasnovani su na rasporedu stubova na realnom terenu sa „teškim“ klimatskim parametrima. Za potrebe proračuna uzeta je deonica dužine oko 10km, sa pretežno planinskim reljefom kog odlikuju smene uzvišenja i kotlina.

Klimatski parametri koji karakterišu ovu deonicu su:

- Pritisak vetra 90/110 (preko 40m) daN/m²
- Dodatno opterećenje od leda 6 x 0,18 √d daN/m

Pravilnikom [1], prema članu 5, nisu striktno definisane maksimalne vrednosti normalnog dodatnog opterećenja već samo povratni period za koji se uzima odgovarajuće opterećenje, normalno dodatno opterećenje odnosno izuzetno dodatno opterećenje. Prema tome, za potrebe ove studije, prethodno navedeno dodatno opterećenje od leda uzeto je kao normalno dodatno opterećenje. Razlog tome je i perspektivno povećanje povratnog perioda za razmatranje klimatskih parametara na dalekovodima kao što preporučuje SRPS EN 50341-1:2015 [3].

2.5 Izbor provodnika i zaštitnog užeta

2.5.1 Tehnički parametri provodnika i zaštitnog užeta

U ovom poglavlju dati su podaci o tipskim i jačim provodnicima i zaštitnim užadima koji su korišćeni za standardne odnosno pojačane tipove stubova za „teške“ klimatske parametre. Osim navođenja podataka objašnjen je i pristup izboru ovih komponenti.

Tabela 7: Podaci o standardnom provodniku i ZU

Dalekovod 400kV sa postojećim tipom stuba		
Tip provodnika [mm ²]	Al/Če 490/65	OPGW tip B
Presek [mm ²]	553.8	124.7
Prečnik [mm]	30.6	15.0
Podužna masa [kg/m]	1.867	0.583
Prekidna sila [daN]	15 291.5	9100.0
Modul elastičnosti [daN/mm ²]	7000	10000
Maksimalno radno naprezanje [daN/mm ²]	11.0	29.18

Tabela 8: Podaci o provodniku i ZU za deonicu za većim dodatnim opterećenjem

Dalekovod 400kV sa tipom stuba za “teške” klimatske parametre		
Tip provodnika [mm ²]	Al/Če 490/110	OPGW tip P
Presek [mm ²]	599.0	124.7
Prečnik [mm]	31.9	15.0
Podužna masa [kg/m]	2.234	0.887
Prekidna sila [daN]	20 877.5	16170.0
Modul elastičnosti [daN/mm ²]	8000	16 200
Maksimalno radno naprezanje [daN/mm ²]	14.0	51.86

2.5.2 Karakteristike provodnika u zoni sa povećanim dodatnim opterećenjem

Pre nego što budu predstavljene karakteristike provodnika i zaštitnih užadi za konkretne klimatske parametre potrebno je objasniti odabir provodnika i zaštitnog užeta za “teške” klimatske parametre. Naime, standardni provodnici kao što je i Al/Če 490/65 za naprezanje 8 daN/mm² pri dodatnom opterećenju od 6 x ODO (osnovno dodatno opterećenje - 0,18 √d daN/m) imaju prilično velike ugibe. Poređenja radi, provodnik Al/Če 490/65 sa naprezanjem 8 daN/mm² pri dodatnom opterećenju od 6 x ODO za ravan raspon od 300m ima ugib od oko 19.9m. Ukoliko se uzme i rezerva u ugibu od 16 m zbog elektromagnetnog polja, dobiju se stubovi osnovne visine od 35 m. Takvi ugibi će na trasi prouzrokovati veliki broj stubova i komplikovana tehnička rešenja na ukrštanjima sa drugim objektima infrastrukture, što će kasnije biti i dokazano.

Kako bi se ovakav problem izbegao, usvajana su povećana naprezanja provodnika. Kako bi se postigli optimalni ugibi, razmotren je provodnik Al/Če 490/110. Provodnik je odabran na način da se zarži ista količina aluminijuma zbog strujne opteretljivosti voda 400 kV, dok je presek čeličnog dela 110 mm² umesto 65 mm². U narednoj tabeli dat je uporedni prikaz parametra lančanice „c“ za provodnike Al/Če 490/65 i Al/Če 490/110.

Tabela 9: Parametar lančaniće „c“ za provodnik

	Al/Če 490/65 $\sigma_{\text{radno}}=8 \text{ daN/mm}^2$	Al/Če 490/110 $\sigma_{\text{radno}}=12.5 \text{ daN/mm}^2$
Dodatno opterećenje 6 daN/m	565.82m	914.22m

Sa standardnim naprežanjem za provodnik Al/Če 490/65 je računato imajući u vidu da su postojeći tipovi stubova projektovani upravo za to naprežanje. Provodnik Al/Če 490/110 nije razmatran za postojeće stubove jer je većeg preseka od provodnika Al/Če 490/65. Takav izbor bi dodatno smanjio naprežanje kako bi se ostalo u granicama sila za koje su postojeći stubovi projektovani, a time bi se povećao ugib (naravno, uz smanjenje raspoloživog srednjeg rasona usled povećanog prečnika provodnika).

Ukoliko se sada ponovo proveriti ugib za raspon od 300m pri istom dodatnom opterećenju (u daN/m), za provodnik Al/Če 490/110, dobija se ugib od 12.3m. Poredeći sa poznatim lančanicama, ovako odabrani parametri po ugibima najviše liče na lančanicu provodnika Al/Če 490/65, za led 2.5 x ODO i naprežanje $\sigma_{\text{radno}} = 7.845 \text{ daN/mm}^2$.

2.5.3 Karakteristike zaštitnih užadi u zoni sa povećanim dodatnim opterećenjem

Po ugledu na objašnjenje u prethodnom poglavlju, u narednoj tabeli su dati podaci za parametar lančaniće „c“ za standardno i pojačano zaštitno uže:

Tabela 9: Parametar lančaniće „c“ za zaštitno uže

	OPGW tip B $\sigma_{\text{radno}}=24 \text{ daN/mm}^2$	OPGW tip P $\sigma_{\text{radno}}=40 \text{ daN/mm}^2$
Dodatno opterećenje 6 x ODO	629.42m	987.17m

2.6 Oblast primene stubova za odabrane klimatske parametre

Uzevši u obzir navedeno o stubovima i provodnicima u prethodnim poglavljima, u narednim tabelama su dati karakteristični rasponi za postojeće i novoprojektovane stubove za „teške“ klimatske parametre.

Za standardne stubove i za odabrane parametre:

- Provodnik Al/Če 490/65, $\sigma_{\text{radno}}=8 \text{ daN/mm}^2$,
 - Zaštitno uže OPGW tip B,
 - Pritisak vetra 90/110 daN/m²,
 - Dodatno opterećenje od leda 6 x 0,18 $\sqrt{d} = 6 \text{ daN/m}$,
- dobijena je tabela sa karakterističnim rasponima:

Tabela 10: Karakteristični rasponi za postojeće tipove stubova u zoni leda 6xODO

Tip stuba	Srednji raspon	Gravitacioni raspon
Noseći stub, projekat br. EE-400J-N00-104	250m	300m
Zatezni stub 0-30° projekat. br. EE-400J-Z30-105	350m	400m
Zatezni stub 30°-60° projekat. br. EE-400J-Z60-106	350m	400m

Za stubove za „teške“ klimatske uslove i za odabrane parametre:

- Provodnik Al/Če 490/110, $\sigma_{\text{radno}}=12.5 \text{ daN/mm}^2$,
- Zaštitno uže OPGW tip P,
- Pritisak vetra 90/110 daN/m²,
- Dodatno opterećenje od leda $6 \times 0,18 \sqrt{d} = 6.1 \text{ daN/m}$,

dobijena je tabela sa karakterističnim rasponima:

Tabela 11: Karakteristični rasponi za „teške“ stubove u zoni leda 6xODO

Tip stuba	Srednji raspon	Gravitacioni raspon
Noseći stub, projekat br. EE-400J-N00-120	550m	900m
Zatezni stub 30°-60° projekat. br. EE-400J-Z60-121	550m	900m

2.7 Izolacija na dalekovodu

Odabir izolatora na dalekovodu i koordinacija izolacije su kritične tačke u projektantskoj i izvođačkoj praksi na dalekovodima i često predmet diskusija. Kroz ovaj rad akcenat je stavljen i na uticaj odabira ovesne opreme na projektovanje stubova. Na osnovu pomenutog odabrana je osnovna izolacija za svaku varijantu, odnosno osnovna noseća i osnovna zatezna izolacija. Na ovaj način izvršeno je uprošćenje za potrebe rada.

Tako je, na osnovu Tabela 10 i 11 u poglavlju 2.6 *Oblast primene stubova za odabrane klimatske parametre*, određena izolacija za varijantu sa postojećim tipovima stubova i sa pojačanim stubovima za „teške“ klimatske parametre. Izbor izolacije je usklađen sa članovima Pravilnika [1] koji se odnose na odabir izolacije. Za potrebe studije uzeta je druga zona zagađenja (20mm/kV). Odgovarajuće sile su određene na osnovu sledećih izraza:

$$G = n \times a_{\text{gravitacioni}} \times (g_{\text{prov}} + g_{\text{dod}}), \quad (1)$$

$$F_{\text{max}} = n \times \delta_{\text{max}} \times S, \quad (2)$$

gde su:

G - vertikalna sila od provodnika i dodatnog opterećenja,

F_{max} - maksimalna sila zatezanja,

g_{prov} - podužna težina provodnika,

g_{dod} - podužna težina dodatnog opterećenja,,

n - broj provodnika u snopu

δ - naprezanje provodnika,

S - presek provodnika,

$a_{gravitacioni}$ – gravitacioni raspon

Za varijantu sa postojećim tipovima stubova (Tabela 10), odabran je izolator U160BS. Na osnovu ulaznih parametara izolatorski lanci bi imali 21 članak, osnovna noseća izolacija je jednostruka, dok je osnovna zatezna dvostruka.

Za varijantu sa pojačanim stubovima za „teške“ klimatske parametre usvojen je izolator U300BP. Na osnovu ulaznih parametara, izolatorski lanci bi imali 17 članaka, osnovna noseća izolacija je dvostruka, dok je osnovna zatezna takođe dvostruka. Izolacija za „teške“ klimatske parametre je odabrana tako da budu izbegnuti trostruki lanci za osnovnu izolaciju.

3 REZULTATI PRORAČUNA

3.1 Raspored stubova

Kako bi se doneo bilo kakav zaključak o mogućnosti primene postojećih tipova stubova odnosno opravdanosti projektovanja novih tipova stubova, bilo je potrebno uraditi preliminarni raspored stubova i izračunati preliminarne količine upotrebljenog materijala za obe opcije. Za potrebe ove studije uzet je profil terena dužine oko 10km sa realnog projekta planiranog dalekovoda 400kV. Teren je pretežno brdskog tipa, postoje useci od bujičnih vodotokova, kotline, zaravnjeni delovi terena, valoviti delovi, kao i delovi sa velikim strminama. Teren je tako odabran da bi bilo moguće stvarno sagledati prednosti i mane oba tehnička rešenja. Raspored stubova je urađen pomoću softverskog paketa PLS-CADD [2].

3.2 Predmer količina materijala

Na osnovu rasporeda stubova za obe varijante urađen je predmer količina upotrebljenog materijala, i to za čelične profile, vezni materijal, beton, armaturu, provodnik, zaštitnu užad, izolaciju. Osim pomenutih, dati su i opisni parametri koji mogu prikazati određene karakteristike svake varijante. O samim ekonomskim rezultatima nije diskutovano u brojevima, već u okviru zaključka opisno.

4 POREĐENJE DOBIJENIH REZULTATA

Na osnovu rasporeda stubova za obe varijante na istom terenu izvršene su odgovarajuće analize, a u narednoj tabeli su prezentovani rezultati.

Tabela 12: Poređenje rezultata

R.B.	Kriterijum	DV 400kV – Postojeći tipovi stubova	DV 400kV – Stubovi za “teške” klimatske parametre
1	Broj stubova:	47 Noseći stubovi – 27 Zatezni stubovi - 20	32 Noseći stubovi – 20 Zatezni stubovi - 12
2	Količina čelika:	625.5 t Noseći stubovi – 245.5 t Zatezni stubovi – 380 t	547.5 t Noseći stubovi – 212 t Zatezni stubovi – 335.5 t
3	Vezni materijal:	49 t	38 t
4	Beton:	1836 m ³	1950 m ³

R.B.	Kriterijum	DV 400kV – Postojeći tipovi stubova	DV 400kV – Stubovi za “teške” klimatske parametre
5	Armatura:	115 t	140 t
6	Provodnik:	114.26 t	136.72 t
7	Zaštitno uže:	OPGW tip B	OPGW tip P
8	Izolacija:	6741 komada U160BS	3128 komada U300BP
9	Srednja visina stuba:	32.76 m	32.78 m
10	Srednji raspon:	217.4 m	322.6 m
11	Srednja iskorišćenost nosećih stubova:	73% sa 7 stubova preko 80%, od toga 3 preko 90%	38% sa 0 stubova preko 80%
12	Težina dalekovoda po kilometru dužine:	67.45 t	58.50 t
13	Isto dodatno opterećenje na ZU kao na provodniku	Ne	Da
14	Ukrštanje druge infrastrukture, dugi rasponi	Nepovoljno – veliki ugibi i opterećenosti stubova	Povoljno
15	Istovremeno dejstvo leda i vetra	Nepovoljno	Povoljno, postoji rezerva u pogledu stepena iskorišćenja stuba
16	Eksploatacija	Korišćen u prenosnom sistemu	Nov projekat stuba, neophodno testiranje

5 ZAKLJUČAK

Za potrebe ove analize autori su razmatrali dve različite familije stubova. Naime, na realnom terenu upoređeni su postojeći tipovi stubova i pojačani stubovi za “teške” klimatske parametre:

- Za oblasti u kojima se javljaju veliki dodatni tereti od zaleđivanja provodnika, konkretno u ovom radu u zoni sa dodatnim opterećenjem 6 x ODO, dalekovod sa postojećim tipovima stubova ima skoro 50% više stubova na trasi nego što bi imao dalekovod sa stubovima koji bi se projektovani za specifične uslove. To u praksi znači više stubova za održavanje kako konstrukcije tako i izolacije, obimniji posao i troškove tokom eksproprijacije, veća dužina pristupnih puteva tokom izgradnje.
- Dalekovod koji je projektovan sa postojećim tipovima stubova je teži po jedinici dužine, i stepen iskorišćenosti pojedinih stubova je značajan. Zbog velikih ugiba se javlja nepovoljnost pri odabiru tehničkih rešenja na ukrštanju sa drugim infrastrukturnim objektima.

- Najveća mana novog projekta stuba je vreme potrebno da se stub isprojektuje i testira. Međutim, uz pravilno planiranje projekta u ranoj fazi, uzevši u obzir vreme neophodno za izradu planske dokumentacije i samo projektovanje, moguće je uklopiti projektovanje nove familije stubova u dinamički plan projekta.
- Sigurnost voda sa stubovima koji su projektovani za „teške“ klimatske parametre je višestruka, a to se ogleda u manjem broju stubova i njihovoj opterećenosti.

Za potrebe ove studije je razmatran dodatni teret od 6 x ODO. Nakon detaljne analize parametara postojećih stubova i njihovih mogućnosti za veća dodatna opterećenja od 6 x ODO, zaključeno je da takav pristup nije tehnički optimalan, odnosno da je ovako odabrano dodatno opterećenje od leda granica primenjivosti za postojeće tipove stubova.

Na osnovu svega pomenutog, može se izvesti zaključak da čak i za dalekovod od 10km ima smisla predvideti i projektovanje nove familije stubova kao stavku ukoliko su klimatski uslovi na trasi dalekovoda izuzetno teški. Iako u savremenom projektovanju i izgradnji ključnu ulogu igra faktor vreme, a zatim i finansije i isplativost investicije, ne treba zanemariti dugoročne benefite koji bi se dobili pažljivim i kvalitetnim postavljanjem polaznih pretpostavki.

6 LITERATURA

- [1] Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona od 1kV do 400kV ("Sl. list SFRJ", br. 65/88 i "Sl. list SRJ", br. 18/92)
- [2] PLS-CADD, Power Line System, Madison, Wisconsin, USA.
- [3] SRPS EN 50341-1:2015, Nadzemni električni Vodovi naizmenične struje iznad 1kV – Deo 1: Opšti zahtevi – Zajedničke specifikacije