



INSTITUT IMS AD
БЕОГРАД

Institut za ispitivanje materijala a.d. Beograd
Laboratorijska konstrukcija
Beograd, Bulevar vojvode Mišića 43
tel: (011) 369-15-59
fax: (011) 369-27-72, 369-27-82
e-mail: zeljko.flajs@institutims.rs
www.institutims.rs

Институт ИМС АД
Бр. 444-529
17 JAN 2014 ГОД
Београд, Булевар војводе Мишића 43

IZVEŠTAJ O ISPITIVANJU

Br. IKH 1100/14

Predmet ispitivanja: Ispitivanje drvenih stubova na savijanje

Naručilac: „Impregnacija“ d.o.o. Beograd - ogrankak Ćićevac
Karađorđeva br.58
37210 Ćićevac

Zahet/ponuda/Ugovor: ponuda br. 44-280 od 17.01.2014.

Sadržaj: Ukupno strana 13, od čega u prilozima 7

Izveštaj odobrio:

U Beogradu, 24.01.2014.



Rukovodilac laboratorije:

Željko Flajs, dipl.inž.građ.



**IZVEŠTAJ O ISPITIVANJU
BR. IKH 1100/14**

Podaci o uzorcima

Vrsta elementa: Drveni stub za elektrovodove

Izrada stubova: Naručilac

Izbor uzorka za ispitivanje: predstavnik Instituta IMS

Oznaka uzorka: UZ 2, UZ 3, UZ 4

UVOD

Na osnovu prihvaćene ponude, radnici Instituta IMS izvršili su dana 20.01.2014 i 21.01.2014. ispitivanje drvenih stubova za elektrovodove, za Naručioca „Impregnaciju“ iz Čićevca.

Ispitivanje je izvedeno na poligonu za ispitivanje stubova u krugu Betonjerke u Stalaću.

Ispitana su 3(tri) uzorka iz grupe stubova nazivne dužine 9.0m.

UZORKOVANJE

Izbor uzoraka za ispitivanje obavili su predstavnici Instituta IMS. Iz grupe stubava dužine 9.0m izabrana su tri stuba.

KARAKTERISTIKE UZORAKA

Karakteristike uzorkovanih stubova date su u Tabeli 1. Podaci su dobijeni od Naručioca.

Tabela 1.: Karakteristike uzorkovanih stubova

Karakteristika	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4
Vrsta drveta	smrča	crni bor	crni bor
Geografsko poreklo	Srbija	Crna Gora	
Tip zaštite od prodiranja vlage	Kreozotno ulje GX-plus (EN13991-tipC)		

Pre početka ispitivanja izvršeno je merenje karakterističnih dimenzija svakog od uzoraka. Rezultati merenja prikazani su u Tabeli 2.

Tabela 2.: Dimenzije uzoraka

Dimenzija		Nominalna vrednost	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4
Dužina stuba (m)	l	9.00	9.04	9.08	9.08
Prečnik dna stuba (cm) d ₁	d _{1,min} d _{1,max} d _{1,nom}	22.5	22.0 22.5 22.3	22.0 22.8 22.4	23.5 24.0 23.8
Prečnik stuba na mestu usvojenog nivoa terena (cm) d _g	d _{g,min} d _{g,max} d _{g,nom}	-	22.0 22.0 22.0	20.0 21.0 20.5	22.1 23.0 22.6
Prečnik stuba na mestu dejstva sile (cm) d _q	d _{q,min} d _{q,max} d _{q,nom}	-	15.9 16.0 16.0	17.0 17.5 17.3	15.8 16.3 16.1
Prečnik vrha stuba (cm) d ₂	d _{2,min} d _{2,max} d _{2,nom}	16	15.9	17.5	16.0

Položaj dimenzija iz tabele 2 videti u Prilogu 1.



POSTUPAK ISPITIVANJA

Ispitivanje je obavljeno prema tački C.4. Aneksa C standarda EN 14229. Manja odstupanja navedena su u daljem opisu.

Pre ispitivanja određen je položaj uzorka pri ispitivanju prema postupku C4.1 standarda EN14229. Uzorak je oslonjen na oba kraja i podstaknut da se kotrlja, a zatim ostavljen da sam zauzme ravnotežni položaj. Pri ovom položaju zabeležena je donja strana stuba. Pri postavljanju u položaj za ispitivanje stub je okretan tako da obeležena strana bude zategnuta pri zadavanju sile.

Po postavljanju uzorka u položaj za ispitivanje, izvršeno je njegovo ukljinjavanje pomoću dve hidrauličke prese. Ukupna dužina uklještenja iznosila je $lg=1.5m$.

Ispitivanje je izvršeno povlačenjem vrha stuba pomoću užeta i uređaja za povlačenje. Sila je aplicirana na rastojanju $lq=0.15m$ od vrha stuba. Udaljenost oslončice tačke užeta od napadne tačke sile bila je $4.3m$, čime je ugao promene pravca sile tokom ispitivanja sveden na minimum. Dispozicija ispitivanja data je u Prilogu 2.

Merene su sledeće veličine:

- na mernom mestu Q - sila Q
- na mernom mestu $U1'$ - pomeranje t_a vrha stuba u pravcu dejstva sile,
- na mernom mestu $U1''$ - pomeranje s_a vrha stuba upravno na pravac dejstva sile,
- na mernom mestu $U2$ - pomeranje stuba u uklještenju upravno na osu stuba, na rastojanju $(1.5m+a)$ od donjeg kraja stuba, $a=6-8cm$, zavisno od uzorka,
- na mernom mestu $U3$ - pomeranje stuba u uklještenju upravno na osu stuba, na rastojanju (b) od donjeg kraja stuba, $b=26-30cm$, zavisno od uzorka.

Sila je merena dinamometrom opsega 10kN, proizvodnje IMS, koji je etaloniran u Metričkoj laboratoriji za mehaničke veličine Instituta IMS. Očitavanje je vršeno kontinualno, uz pomoću akvizicionog uređaja SPIDER 8, HBM.

Veličine t_a i s_a merene su očitavanjem na milimetarskoj hartiji. Očitavanja je vršeno u koracima od po $0.4kN$.

Pomeranja stuba u uklještenju merena su pomoću induktivnih ugibomera. Očitavanje je vršeno kontinualno, uz pomoću akvizicionog uređaja SPIDER 8, HBM.

Opterećivanje je aplicirano tako da je sila od 0 do loma naneta u intervalu od 3min-7min, zavisno od uzorka.

Režim sile bio je sledeći:

Kod uzorka br.2 sila je aplicirana od 0 do loma uzorka.

Kod uzorka br.3 sila je aplicirana od 0 do $2kN$, zatim je izvršeno rasterećenje, a zatim ponovno opterećenje do prestanka prirasta sile. Nije došlo do loma uzorka.

Kod uzorka br.4 sila je aplicirana od 0 do $2kN$, zatim je izvršeno rasterećenje, a zatim ponovno opterećenje do prekida vlakana u zoni zatezanja, posle čega je izvršeno rasterećenje i zabeležen zaostali otklon rasterećenog stuba.



REZULTATI ISPITIVANJA

Dijagrami *Sila - Otklon vrha stuba*, za pravac upravno na osu stuba i pravac paralelan osi stuba prikazani su u Prilogu 3.

Na osnovu dobijenih podataka sračunate su vrednosti modula elastičnosti i savojne čvrstoće za sva tri uzorka.

Modul elastičnosti sračunat je prema obrascu:

$$E = (Q * (I - I_q - I_g - (s_a - s_0))^3 * d^3) / (3 * I_q * (t_a - t_0)) * d^3$$

Savojna čvrstoća sračunata je prema obrascu:

$$fm = (32 * Q * (I - I_q - I_{max} - (s_a - s_0))) / (3.14 * d_{max}^3)$$

Značenje pojedinih simbola i konkretnе vrednosti za ispitane uzorke dati su u Prilogu 4 ovog izveštaja.

Dobijene vrednosti prikazane su u Tabeli 3. U zagradama su date tipične minimalne karakteristične vrednosti za drvene stubove, navedene u Aneksu E standarda EN 14229. Standardom date vrednosti su statističke veličine, dobijene obradom većeg broja rezultata, pa upoređenje sa pojedinačnim vrednostima nije adekvatno, ali se ovde daje radi orientacionog sagledavanja dobijenih rezultata.

Tabela 3.: Dobijene vrednosti E i fm

	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4
Modul elastičnosti E (N/mm ²)	9 603 (8 000*) (20%***)	10 532 (10 000**) (5%)	11 385 (10 000) (14%)
Savojna čvrstoća fm (N/mm ²)	42 (31*) (35%***)	61 (50.1**) (22%)	55 (50.1) (10%)

(*) minimalne karakteristične vrednosti za *smrču*, prema Aneksu E, standarda EN14229.

(**) minimalne karakteristične vrednosti za *cmi bor*, prema Aneksu E, standarda EN14229.

(***) razlika ispitivanjem dobijene vrednosti i vrednosti date standardom, izražena u %

Način i mesto lom uzorka dati su u Tabeli 4.

Tabela 4.: Način i mesto loma

	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4
Način loma	Potpuni prekid vlakana u poprečnom preseku, kako u zoni zatezanja tako i u zoni pritiska. Potpuni gubitak nosivosti stuba	Nije došlo do loma	Prekid vlakana u zoni zatezanja Stub je zadržao nosivost
Mesto loma	~3.5m od dna stuba	-	~3.5m od dna stuba
Karakteristike debla u zoni loma	Dva čvora u samom preseku	-	Nema karakteristika koje bi uticale na lom



REZIME REZULTATA

Na osnovu izvršenog ispitivanja drvenih stubova za naručioca „Impregnacija“ d.o.o. iz Čićevca, konstatujemo sledeće:

Ispitivanjem dobijeni pojedinačni rezultati modula elastičnosti i savojne čvrstoće za tri ispitana uzorka stuba nazivne dužine 9.0m veći su od tipičnih minimalnih karakterističnih vrednosti navedenih u Aneksu E standarda EN 14229, i to za modul elastičnosti 5% do 20%, a za savojnu čvrstoću 10% do 35%.

Ispitivanje obavili:

Svetlana Rakić-Mihailović, dipl.inž.građ.
Bogdan Vukoje, tehn.

Rukovodilac ispitivanja:

Svetlana Rakić-Mihailović, dipl.inž.građ.

U Beogradu, 24.01.2014.

Izloženi rezultati se odnose isključivo na ispitivane uzorke.

Izveštaj se ne sme umnožavati, izuzev u celini, bez odobrenja Laboratorije za ispitivanje konstrukcija.

SPISAK PRILOGA

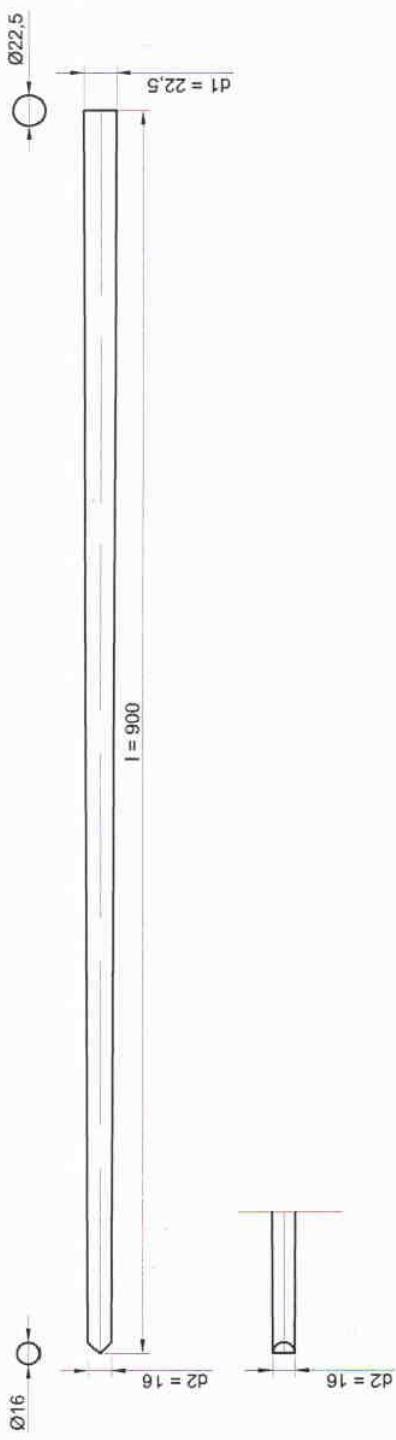
- Prilog 1: Dimenzije (str.8)
- Prilog 2: Dispozicija pri ispitivanju (str.9)
- Prilog 3: Dijagrami (str.10)
- Prilog 4: Proračun vrednosti E i fm (str.11)
- Prilog 5: Fotodokumentacija (str.12. i 13)



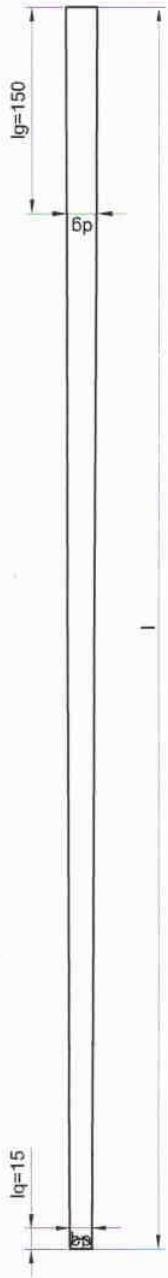
INSTITUT IMS RD
BEOGRAD

PRILOZI

NAZIVNE DIMENZIJE STUBA



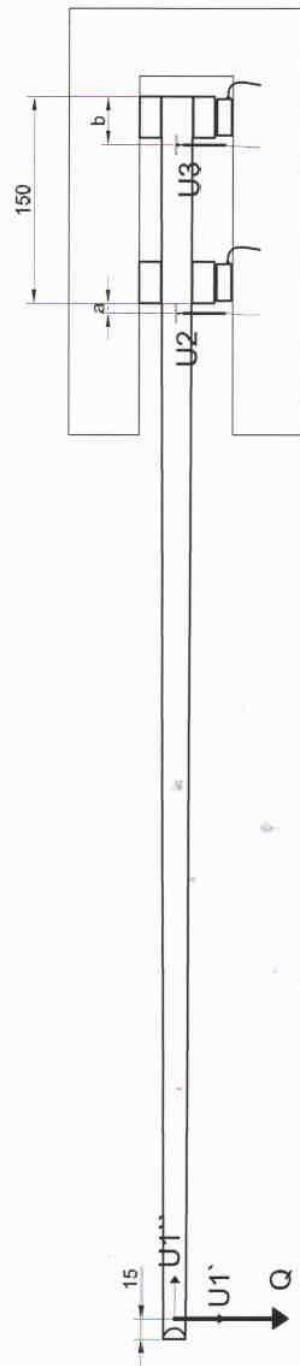
DIMENZIJE STUBA
za statički proračun



dimenzije u cm

IZVEŠTAJ O ISPITIVANJU
IKH 1100/14
PRILOG 1

DISPOZICIJA ISPITIVANJA
U OSNOVI

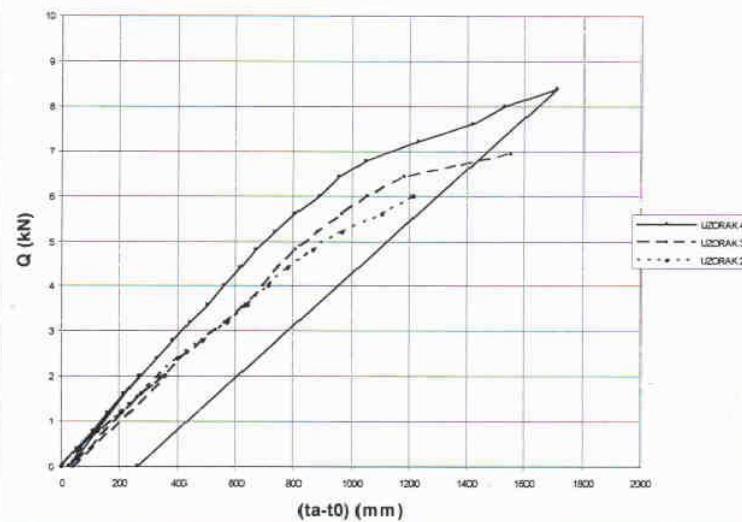


dimenzije u cm

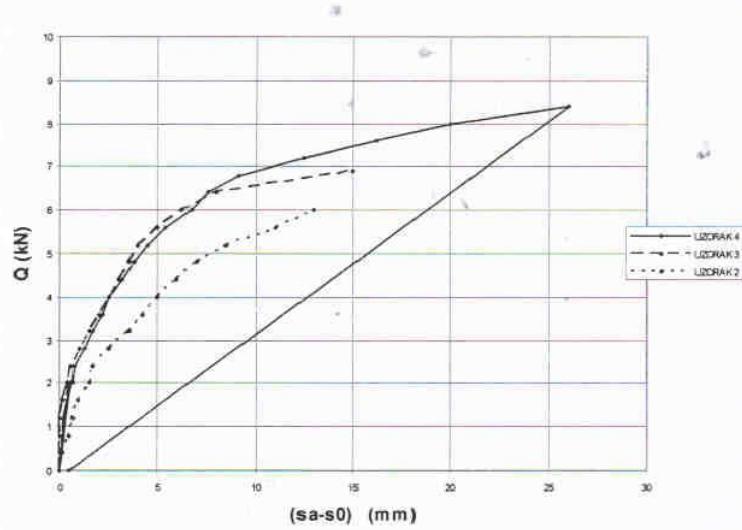
IZVEŠTAJ O ISPITIVANJU
IKH 1100/14
PRILOG 2

Prilog 3

Dijagram Sila - Otklon vrha stuba u pravcu sile



Dijagram Sila - Otklon vrha stuba upravno na pravac sile



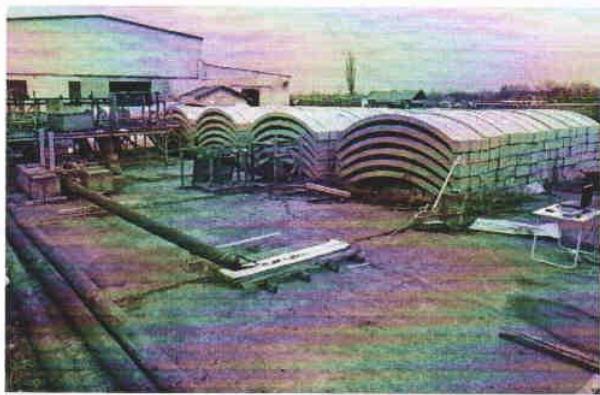
Prilog 4
Sračunati moduli elastičnosti

			Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4
sil	Q	N	2000	2000	2000
dužina stuba	I	mm	9040	9080	9080
rastojanje od dna stuba do usvojene linije terena	lg	mm	1500	1500	1500
rastojanje od vrha stuba do mesta dejstva sile	lq	mm	150	150	150
pomeranje tačke dejstva sile paralelno podužnoj osi stuba	sa-s0	mm	1.5	0.4	0.6
nominalni prečnik na mesto dejstva sile	dq	mm	160	173	160
moment inercije poprečnog preseka na mesto dejstva sile	Iq	N/mm ⁴	32153600	43947491	32153600
pomeranje tačke dejstva sile upravno na podužnu osu stuba	ta-t0	mm	335	355	265
nominalni prečnik preseka stuba na usvojenoj liniji terena	dg	mm	220	205	226
modul elastičnosti	E	N/mm²	9603	10532	11385

Sračunate savojne čvrstoće

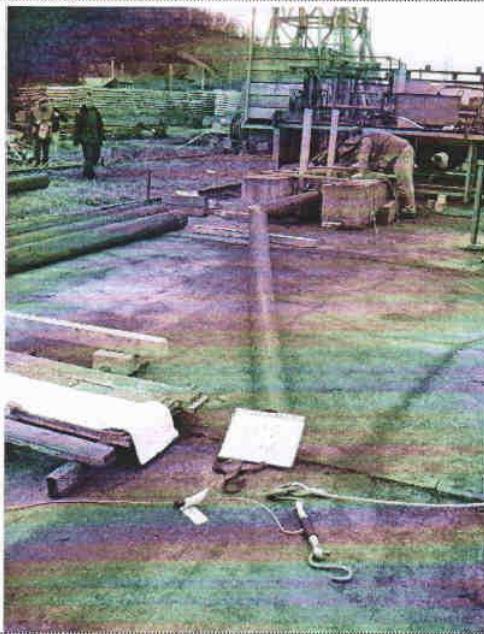
			Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4
sil	Q	N	6000	6900	8400
dužina stuba	I	mm	9040	9080	9080
rastojanje od dna stuba do usvojene linije terena	lg=lm̄ax	mm	1500	1500	1500
rastojanje od vrha stuba do mesta dejstva sile	lq	mm	150	150	150
pomeranje tačke dejstva sile paralelno podužnoj osi stuba	sa-s0	mm	13	15	26
nominalni prečnik preseka stuba na usvojenoj liniji terena	dg=d̄max	mm	220	205	226
savojna čvrstoća	fm	N/mm²	42	61	55

Prilog 5

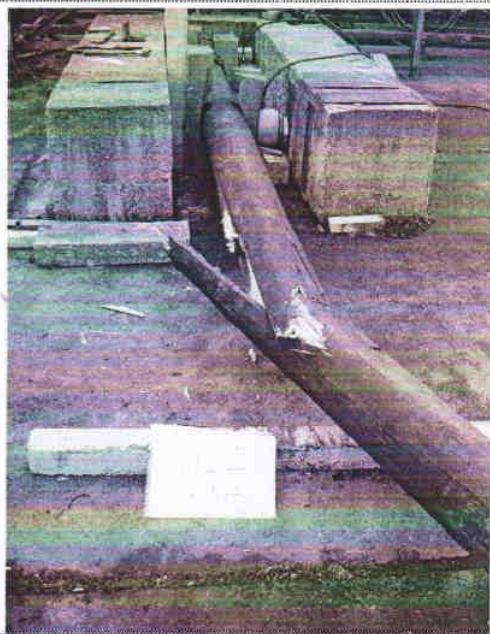


Fotografija br. 1 - Dispozicija

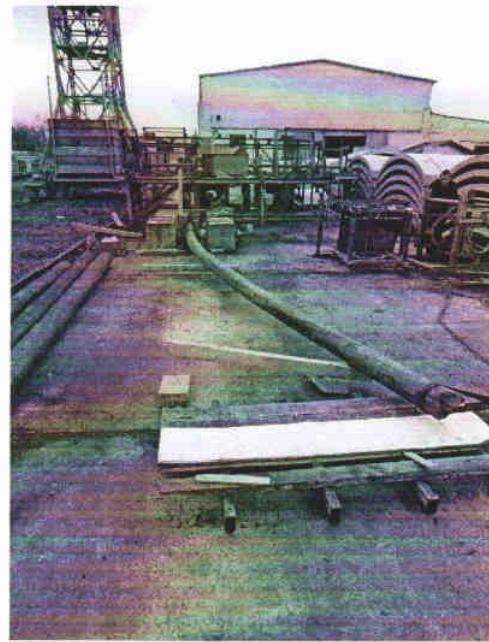
Fotografija br. 2 - Detalj uklještenja



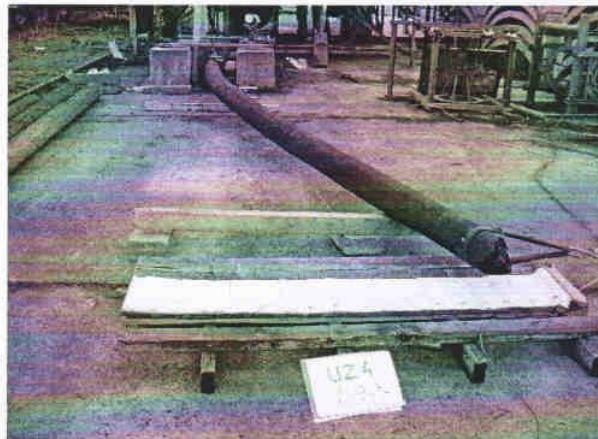
Fotografija br. 3 - Lom uzorka br.2



Fotografija br. 4 - Detalj loma uzorka br.2



Fotografija br. 5 - Uzorak br.3 pri maksimalnoj zabeleženoj deformaciji



Fotografija br. 6 - Uzorak br.4 pred lom



Fotografija br. 7 - Uzorak br.4 – prekid drvenih vlakanua u zoni zatezanja na 3.5m od dna stuba