

ГРАЂЕВИНСКИ МАТЕРИЈАЛИ 2

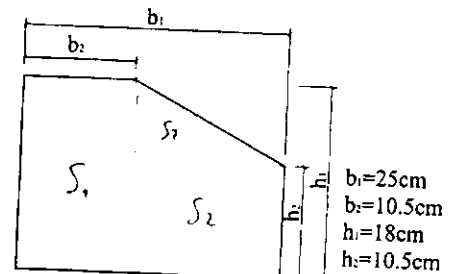
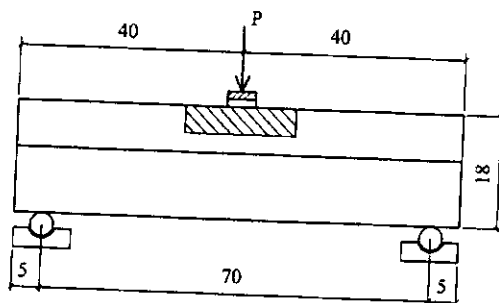
Писмени испит, 17. 06. 2008.

- 1) На пет узорака бетонских ивичњака извршено је испитивање чврстоће при затезању савијањем. Диспозиција испитивања и димензије ових ивичњака приказани су на слици, а граничне силе лома у табели. У складу са условима стандарда, опетерећење (концентрисана сила) је деловало на средини распона, у тежишту попречног пресека, преко челичне плочице пречника 50 mm и дебљине 15 mm. Испод челичне налазила се картонска плочица пречника 50 mm. Да би концентрисана сила деловала у тежишту пресека, на самом ивичњаку, на месту деловања силе израђен је изравњавајући слој од малтера у дужини од 21 cm.

Потребно је:

- Одредити геометријске карактеристике попречног пресека ивичњака (површина попречног пресека, моменат инерције и отпорни моменат).
- Израчунати вредности чврстоће при савијању сваког појединачног узорка, а затим и просечну вредност.
- Извести закључак да ли испитивани ивичњаци задовољавају услове стандарда, ако на основу стандарда просечна вредност резултата испитивања не сме да буде мања од 5 MPa, а минимална од 4 MPa.

Узорак број	P_{gr} [kN]
1	34
2	35
3	34
4	38
5	37



Напомена: Све коте су у cm. Сопствени моменат инерције правоугаоника $I = \frac{bh^3}{12}$; сопствени моменат инерције троугла $I = \frac{bh^3}{36}$.

- 2) Жица пречника 10 mm, израђена од високовредног челика, испитивана је путем затезања, уз праћење деформације издужења. Највећој вредности силе одговарала је деформација од 14‰. Након прекида епрувете измерено је процентуално издужење (издужење при лому) $\delta=1.9\%$. Приликом овог испитивања утврђено је да се након достизања оптерећења од 102.2 MPa (измерена дилатација која одговара овом нивоу оптерећења је 6.5‰) и растерећења, узорак деформише у износу од 0.01%.
- a) На бази претпоставке да σ - ϵ дијаграм након достизања конвенционалне границе еластичности $\sigma_{0.01}$ има облик параболе 2. реда, чија тангента се у тој тачки поклапа са праволинијским делом дијаграма, као и на бази измерених величина сила, односно дилатација, одредити одговарајуће аналитичке изразе за оба дела σ - ϵ дијаграма. При овоме се претпоставља да се конвенционална граница еластичности $\sigma_{0.01} = \sigma_e$ поклапа са границом пропорционалности σ_p . Код прорачуна: дилатације у ‰, напони у MPa!
- b) Одредити модул еластичности предметног челика E (заокружен на целе GPa), а затим и конвенционалну границу великих издужења $\sigma_{0.2}$, чврстоћу σ_m челика, као и напон σ_k који одговара кидању епрувете.
- c) Нацртати σ - ϵ дијаграм датог челика у целом напонском подручју – до кидања, са прецизним назнакама свих карактеристичних тачака дијаграма и одговарајућих напона и дилатација. На дијаграму представити и начин дефинисања границе $\sigma_{0.2}$ са укупном, еластичном и пластичном дилатацијом која одговара овој тачки. За цртање дијаграма пожељно је усвојити следећу размеру:
- за дилатације: 0.2 % = 2 ‰ = 1 cm,
 - за напоне: 200 MPa = 1 cm, ili 200 MPa = 0.75 cm.

1) Једнако као зависност чврстоћа – водоцементни фактор ($f_{bp} - \omega$), истраживачи на пољу бетона такође проучавају и зависност чврстоћа – порозност бетона ($f_{bp} - P_b$). Како, међутим, на порозност бетона осим водоцементног фактора значајан утицај има и количина цемента у бетону, то се ова друга зависност углавном проучава као зависност $f_{bp} - P_b/m_c$. Задатком који ће бити дат у наставку овог текста, у ову врсту истраживања укључујемо и наше студенте.

$$\frac{1}{\omega} = \frac{54,28}{A_1 + P_c} + 6,5 \quad ?$$

- a) - Користећи израз Болемеја за чврстоћу коцке на 28 дана $f_{k,28}$ у функцији водоцементног фактора ω , а за случај примене цемента класе 42,5 и за усвојено $A = 0,60$, написати израз за водоцементни фактор $\omega = m_v/m_c$ у функцији чврстоће бетонске коцке $f_{k,28}$.
- Написати израз за укупну порозност бетона P_b која потиче само од укупне порозности цементне пасте (дакле за случај да је бетон уграђен без заосталих мехурића ваздуха), а за усвојен степен хидратације $\alpha_h = 0,80$, у облику $\omega = \omega(P_b/m_c)$.
- Изједначавањем оба напред наведена израза за водоцементни фактор ω , као и његовим потребним сређивањем, написати крајњи израз за везу између чврстоће бетонске коцке и укупне порозности бетона, тј израз облика $f_{k,28} = f_{k,28}(P_b/m_c)$.
- b) - На бази «правила о непроменљивој количини воде» за бетон одређене конзистенције и са одређеним агрегатом, затим чињенице да се уобичајене количине цемента у пракси крећу у распону $200 - 450 \text{ kg/m}^3$, најпре срачунати количину воде m_v за бетон пластичне конзистенције, са речним агрегатом ($k_0 = 360$, $D = 31,5 \text{ mm}$), а затим и распон у коме се креће $\omega = m_v/m_c$ (реч је о бетону без адитива пластификатора – суперпластификатора). Количину воде m_v заокружити на најближих 5 kg/m^3 .
- Одредити распон (интервал) у коме се крећу укупне порозности бетона P_b , базиран на чињеницама из тач. а), при чему водити рачуна које вредности m_c одговарају појединим вредностима ω , а затим и интервал вредности P_b/m_c (за $\alpha_h = 0,80$).
- За све вредности P_b/m_c , од $0,020$; $0,025$ итд., све до $0,080$, користећи крајњи израз из тачке а), срачунати вредности чврстоћа $f_{k,28}$.
- c) - Под претпоставком да се додавањем неког суперпластификатора количина воде у бетонима из тачке б) може смањити за 20% без мењања конзистенције свежег бетона, срачунати нову количину воде m_v , затим распон у коме ће се тада кретати водоцементни фактор $\omega = m_v/m_c$, распон (интервал) укупне порозности бетона P_b , као и нове интервале вредности P_b/m_c , односно чврстоћа бетона $f_{k,28}(P_b/m_c)$.
- Срачунати и на цртежу из тачке d) задатка назначити процентуално повећање најниже, односно највише чврстоће, из интервала добијеног под тачком б).
- d) Прецизно – лењиром, у размери, нацртати дијаграм $f_{k,28} = f_{k,28}(P_b/m_c)$, којим треба обухватити како све вредности P_b/m_c из тачке б), тако и нове, додатне вредности P_b/m_c , добијене у тачки c), а које леже изван наведеног интервала $0,020$; $0,025$ итд., све до $0,080$. Означити на дијаграму интервале чврстоћа према тачки б), односно c). (За цртање дијаграма усвојити следећу размеру: за $P_b/m_c - 2 \text{ cm} = 0,01 (\% \cdot \text{kg/m}^3)$; за $f_{k,28} - 2 \text{ cm} = 10 \text{ MPa}$. У дијаграму означити подручје у срачунатом опсегу вредности P_b/m_c)

$$\omega_v = 80\% \omega$$

да м м м м

ГРАЂЕВИНСКИ МАТЕРИЈАЛИ 2

Писмени испит, 12.04.2007.

1)

- a) - На основу емпиријске формуле Скрамтајев-а (за цемент класе 42,5 и »нормалан« квалитет цемента и агрегата), написати израз за водоцементни фактор $\omega = m_v/m_c$ у функцији чврстоће бетонске коцке на 28 дана ($f_{k,28}$).
- Написати израз за укупну порозност бетона P_b која потиче само од гелске и капиларне порозности цементне пасте, а за усвојен степен хидратације $\alpha_h = 0,80$, па из њега извести зависност облика $\omega = \omega(P_b/m_c)$.
- Изједначавањем оба напред наведена израза за водоцементни фактор написати крајњи израз за везу између чврстоће бетонске коцке и укупне порозности бетона, тј израз облика $f_{k,28} = f_{k,28}(P_b/m_c)$.
- b) - Користећи »правило о непроменљивој количини воде« (за бетон одређене конзистенције и са одређеним агрегатом), најпре срачунати количину воде m_v (заокружене на најближих 5 kg/m^3) за бетон пластичне конзистенције, са речним агрегатом номинално најкрупнијег зрна од $31,5 \text{ mm}$ ($k_D = 360$), а затим за уобичајене количине цемента у пракси (од 200 до 450 kg/m^3) дефинисати подручје у коме се креће водоцементни фактор $\omega = m_v/m_c$ (реч је о бетону без адитива пластификатора – суперпластификатора).
- Одредити интервал у коме се крећу укупне порозности бетона P_b , дефинисане у тач. а/., а за наведени интервал количина цемента (при чему водити рачуна које количине цемента одговарају вишим, а које нижим вредностима водоцементног фактора ω), а затим и интервал у коме се крећу вредности односа P_b/m_c (за степен хидратације $\alpha_h = 0,80$).
- За све вредности P_b/m_c , почев од најниже па до највише које се добијају према крајњем изразу из тачке а), срачунати вредности чврстоћа $f_{k,28}$.
- c) У следећој размери: за $P_b/m_c - 2 \text{ cm} = 0,01 (\% \cdot \text{m}^3/\text{kg})$; за $f_{k,28} - 2 \text{ cm} = 10 \text{ MPa}$ (по могућству помоћу лењира), нацртати дијаграм $f_{k,28} = f_{k,28}(P_b/m_c)$, којим обухватити све вредности P_b/m_c (у подели на апсциси од по 0,005, тј.: 0,020; 0,025 итд., све до 0,080) израчунате у оквиру тачке b/.

GRAĐEVINSKI MATERIJALI 2

Računski deo ispita, 19.06.2007. godine

- 1) Ispitivanje čvrstoće betona jedne gotove armiranobetonske konstrukcije vršeno je kombinovanjem metode površinske tvrdoće – sklerometrom (Šmitovim čekićem), primenjene na 60 mernih mesta, sa vađenjem i ispitivanjem ukupno 7 betonskih cilindara (kernova), na mernim mestima «osenčenim» u priloženoj Tabeli 1. Rezultati ispitivanja sklerometrom – vrednosti «indeksa sklerometra» I_s prikazani su u Tabeli 1, a rezultati ispitivanja izvađenih betonskih cilindara – čvrstoće pri pritisku f_p (svedene na čvrstoće kocki ivica 20 cm), sa mernim mestima na kojima su izvađeni i dobijenim indeksima sklerometra na tim mestima, u priloženoj Tabeli 2.

Tabela 1 – Rezultati ispitivanja sklerometrom

M. mesto	I_s	M. mesto	I_s	M. mesto	I_s	M. mesto	I_s
1	29,8 ✓	16	34,7	31	35,3	46	34,3
2	31,4 ✓	17	37,5	32	35,0	47	38,3
3	31,1 ✓	18	29,5 ✓	33	35,0	48	34,1
4	31,5 ✓	19	39,0	34	30,1 ✓	49	36,5
5	30,4 ✓	20	34,5	35	31,9 ✓	50	31,7 ✓
6	32,9	21	39,9	36	33,3	51	33,1
7	32,4 ✓	22	36,5	37	34,1	52	25,8 ✓
8	32,5 ✓	23	34,0	38	33,8	53	34,0
9	30,5 ✓	24	36,8	39	34,5	54	29,2 ✓
10	32,4 ✓	25	30,2 ✓	40	35,3	55	27,8 ✓
11	33,7	26	37,5	41	36,0	56	31,8 ✓
12	29,7 ✓	27	36,3	42	37,5	57	28,0 ✓
13	31,7 ✓	28	34,8	43	35,0	58	29,4 ✓
14	29,5 ✓	29	39,5	44	35,3	59	29,0 ✓
15	32,1 ✓	30	36,3	45	33,6	60	29,9 ✓

Tabela 2 – Rezultati ispitivanja betonskih cilindara (kernova)

Redni broj	1	2	3	4	5	6	7
Merno mesto →	59	18	56	6	33	47	29
I_s (mm) →	29,0	29,5	31,8	32,9	35,0	38,3	39,5
f_p (MPa) →	15,8	17,2	20,2	21,1	24,6	31,2	34,8

Potrebno je uraditi sledeće:

- Nacrtati histogram dobijenih vrednosti I_s , usvajajući 6 intervala veličine od po 2,5 mm (25,1-27,5 mm; 27,6-30,0 mm; i.t.d., do 37,6-40,0 mm).
- Koristeći podatke iz tabele 2, metodom najmanjih kvadrata odrediti zavisnost $f_p = f_p(I_s)$ u log. obliku $f_p = a \cdot e^{b \cdot I_s}$ (Preporučuje se da se u proračun funkcije vrednosti I_s unose u cm).
- Koristeći dobijenu funkciju, odrediti računске vrednosti čvrstoće f_p koje odgovaraju vrednostima I_s na svakih 2,5 mm (27,5 mm; 30,0 mm; 32,5 mm; i.t.d., sve do 40,0 mm i uneti ih u dijagram $f_p = f_p(I_s)$ nacrtan u pogodnoj razmeri, zajedno sa tačkama koje odgovaraju izvađenim cilindrima.

- 1) Ispitivanje čvrstoće betona jedne gotove armiranobetonske konstrukcije vršeno je kombinovanjem metode površinske tvrdoće – sklerometrom (Šmitovim čekićem), primenjene na 30 mernih mesta, sa vađenjem i ispitivanjem ukupno 6 betonskih cilindara (kernova). Rezultati ispitivanja sklerometrom – vrednosti «indeksa sklerometra» I_s prikazani su u Tabeli 1. Na osnovu ispitivanja na 6 izvađenih kernova određene su čvrstoće pri pritisku f_p (svedene na čvrstoće kocki ivica 20 cm) na datim intervalima. Rezultati ovog ispitivanja dati su u Tabeli 2.

Tabela 1: Rezultati ispitivanja sklerometrom

Mer. mesto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I_s (mm)	37.8	33.7	32.6	30.5	28.4	26.7	35.9	33.9	33.2	30.1	28.4	32.9	27.7	25.8	37.8
Mer. mesto	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
I_s (mm)	32.6	30.6	32.7	36.0	35.1	28.3	35.9	33.2	31.2	27.8	38.2	35.8	30.5	30.8	33.9

Tabela 2: Rezultati ispitivanja čvrstoće pri pritisku

Interval (mm)	25.0-27.5	27.6-30.0	30.1-32.5	32.6-35.0	35.1-37.5	37.6-40.0
f_p (MPa)	12.8	15.4	19.3	22.9	25.6	28.6

Potrebno je uraditi sledeće:

- Nacrtati histogram dobijenih vrednosti I_s , usvajajući 6 intervala veličine od po 2,5 mm (25,1-27,5 mm; 27,6-30,0 mm; i.t.d., do 37,6-40,0 mm) i odrediti prosečne vrednosti I_s za svaki od ovih intervala.
- Metodom najmanjih kvadrata odrediti zavisnost $f_p = f_p(I_s)$ u linearnom obliku, usvajajući za I_s prosečne vrednosti dobijene u prethodnoj tački. Preporučuje se da se u proračun funkcije f_p vrednosti I_s unose u cm).
- Koristeći dobijenu funkciju, odrediti računске vrednosti čvrstoće f_p koje odgovaraju vrednostima I_s na svakih 2,5 mm (27,5 mm; 30,0 mm; 32,5 mm; i.t.d., sve do 40,0 mm i uneti ih u dijagram $f_p = f_p(I_s)$ nacrtan u pogodnoj razmeri, zajedno sa tačkama koje odgovaraju izvađenim cilindrima.

2) Pet uzoraka – gredica standardnih dimenzija («male epruvete»), izrađenih od jedne vrste drveta u stanju prirodne vlažnosti podvrgnuto je ispitivanju na savijanje, silom u sredini raspona (propisanog za date dimenzije uzoraka), u cilju određivanja modula elastičnosti i čvrstoće pri savijanju. Vrednosti sila u elastičnom području P_e , sa odgovarajućim uigibima u sredini gredica f_e , sila loma P_{gr} , kao i masa prirodno vlažnih uzoraka m_{ov} i masa potpuno osušenih uzoraka nakon ispitivanja m_o , date su u priloženoj tabeli.

Uzor. Br.	P_e (kN)	f_e (mm)	P_{gr} (kN)	m_{ov} (g)	m_o (g)
1	0.32	0.13	0.89	58.6	49.9
2	0.40	0.16	0.93	57.9	49.5
3	0.31	0.13	0.90	58.5	49.8
4	0.28	0.11	0.91	58.3	49.6
5	0.35	0.14	0.92	58.1	49.7

Odrediti pojedinačne i prosečne vrednosti: prirodne, apsolutne vlažnosti uzoraka H_a , a zatim modula elastičnosti E i čvrstoće pri savijanju f_s , koje odgovaraju prirodnoj vlažnosti, stanju tzv. «standardne vlažnosti» i potpuno suvom stanju ispitanih uzoraka. Preporučuje se da se čitav postupak proračuna sprovede tabelarno.

GRAĐEVINSKI MATERIJALI 2

Računski deo ispita, 08.09.2007. godine

1) Ispitivanje čvrstoće betona jedne gotove armiranobetonske konstrukcije vršeno je kombinovanjem metode površinske tvrdoće – sklerometrom (Šmitovim čekićem), sa vađenjem i ispitivanjem tri betonska kerna (cilindra visine 30 cm i prečnika osnove 15 cm) na tri karakteristična merna mesta. Rezultati ispitivanja sklerometrom – vrednosti «indeksa sklerometra» I_s , zatim sile loma P_{gr} (dobijene na ovim kernovima), kao i mase uzoraka, prikazani su u tabeli.

Merno mesto	I_s (mm)	Sila loma (kN)	Masa (g)
1	26.8	194	11986
2	31.2	355	12246
3	39.0	406	12559

Potrebno je uraditi sledeće:

- Odrediti čvrstoće pri pritisku ovih kernova, a zatim na osnovu odgovarajućeg koeficijenta korelacije (videti Praktikum, strana 99) preračunati ih na čvrstoće pri pritisku kocke ivice 20 cm. Izračunati i zapreminske mase ova tri kerna. Proračun sprovedi tabelarno.
- Metodom najmanjih kvadrata odrediti zavisnost između čvrstoće pri pritisku (na kockama ivice 20 cm) i indeksa sklerometra, u linearnom obliku: $f_p = a_1 \cdot I_s + a_2$. U ovom proračunu vrednosti f_p unositi u MPa, a vrednosti I_s u cm.
- Koristeći dobijenu funkciju, odrediti računске vrednosti čvrstoće f_p koje odgovaraju vrednostima I_s na još tri merna mesta u konstrukciji (merna mesta 4, 5 i 6), na kojima su dobijene sledeće vrednosti indeksa sklerometra I_s - 25.1 mm, 33.7 mm i 38.1 mm. Nacrtati dobijenu funkciju u pogodnoj razmeri i uneti u crtež parove vrednosti koji odgovaraju svim mernim mestima, od 1 do 6.

2) Tri uzorka – gredice standardnih dimenzija («male epruvete»), izrađenih od jedne vrste drveta u stanju prirodne vlažnosti podvrgnuto je ispitivanju na savijanje, silom u sredini raspona (propisanog za date dimenzije uzoraka), u cilju određivanja čvrstoće pri savijanju. Vrednosti sila loma P_{gr} , kao i masa prirodno vlažnih uzoraka m_{ov} i masa potpuno osušenih uzoraka nakon ispitivanja m_o , date su u priloženoj tabeli.

Uzorak Broj	P_{gr} (N)	m_{ov} (g)	m_o (g)
1	915	57.9	49.5
2	925	57.6	49.3
3	932	58.2	49.7

- Odrediti pojedinačne i prosečne vrednosti: prirodne, apsolutne vlažnosti uzoraka H_a , a zatim čvrstoće pri savijanju f_s , koje odgovaraju prirodnoj vlažnosti, stanju tzv. "standardne vlažnosti", potpuno suvom stanju ispitanih uzoraka i tački zasićenja vlakana. Preporučuje se da se čitav postupak proračuna sprovede tabelarno.
- Na osnovu prosečnih vrednosti dobijenih u prethodnoj tački, skicirati dijagram zavisnosti čvrstoće pri savijanju od vlažnosti drveta i na dijagramu označiti sve prosečne vrednosti čvrstoće pri savijanju.
- Odrediti vrednosti čvrstoća pri savijanju koje odgovaraju vlažnostima od 21% i 42%.

10

GRAĐEVINSKI MATERIJALI 2 Računski deo ispita, 23.09.2007.

- 1) Ispitivanje čvrstoće betona jedne gotove armiranobetonske konstrukcije vršeno je kombinovanjem metode površinske tvrdoće – sklerometrom (Šmitovim čekićem), sa vađenjem i ispitivanjem tri betonska kerna (cilindra visine 30 cm i prečnika osnove 15 cm) na tri karakteristična merna mesta. Rezultati ispitivanja sklerometrom – vrednosti «indeksa sklerometra» I_s , zatim sile loma P_{gr} (dobijene na ovim kernovima), kao i mase uzoraka, prikazani su u tabeli.

$$a) f_{cp} = \frac{P_{gr}}{F} \quad F = \frac{\pi d^2 L}{4} = \frac{\pi \cdot 15^2 \cdot 30}{4} = 5.017671 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$3 \times 100 = 30$$

$$f = \frac{W}{V}$$

$$b) f_{cp} = a_1 I_s + a_2$$

$$\epsilon_{ls} a_1 - \epsilon_{ls} a_2 = \epsilon_{ls} \cdot P$$

$$\epsilon_{ls} a_1 + a_2 = \epsilon P$$

Potrebno je uraditi sledeće:

Merno mesto	I_s (mm)	Sile loma (kN)	Masa (kg)
1	25.3	315	12.564
2	32.5	542	12.649
3	37.8	605	12.724

- a) Odrediti čvrstoće pri pritisku ovih kernova, a zatim na osnovu odgovarajućeg koeficijenta korelacije (videti Praktikum, strana 99) preračunati ih na čvrstoće pri pritisku kocke ivice 20 cm. Izračunati i zapreminske mase ova tri kerna. Proračun sprovesti tabelarno.
- b) Metodom najmanjih kvadrata odrediti zavisnost između čvrstoće pri pritisku (na kockama ivice 20 cm) i indeksa sklerometra, u linearnom obliku: $f_p = a_1 I_s + a_2$. U ovom proračunu vrednosti f_p unositi u MPa, a vrednosti I_s u cm.
- c) Koristeći dobijenu funkciju, odrediti računске vrednosti čvrstoće f_p koje odgovaraju vrednostima I_s na još tri merna mesta u konstrukciji (merna mesta 4, 5 i 6), na kojima su dobijene sledeće vrednosti indeksa sklerometra I_s - 25.1 mm, 33.7 mm i 38.1 mm. Nacrtati dobijenu funkciju u pogodnoj razmeri i uneti u crtež parove vrednosti koji odgovaraju svim mernim mestima, od 1 do 6.

- 2) Tri uzorka – gređice standardnih dimenzija («male epruvete»), izrađenih od jedne vrste drveta u stanju prirodne vlažnosti podvrgnuto je ispitivanju na savijanje, silom u sredini raspona (propisanog za date dimenzije uzoraka), u cilju određivanja čvrstoće pri savijanju. Vrednosti sila loma P_{gr} , kao i masa prirodno vlažnih uzoraka m_{ov} i masa potpuno osušenih uzoraka nakon ispitivanja m_o , date su u priloženoj tabeli.

2 x 2 x 4 m

Uzorak Broj	P_{gr} (N)	m_{ov} (g)	m_o (g)
1	935	53.4	47.2
2	932	53.7	47.6
3	934	54.3	48.0

- a) Odrediti pojedinačne i prosečne vrednosti: prirodne, apsolutne vlažnosti uzoraka H_a , a zatim čvrstoće pri savijanju f_s , koje odgovaraju prirodnoj vlažnosti, stanju tzv. «standardne vlažnosti», potpuno suvom stanju ispitanih uzoraka i tački zasićenja vlakana. Preporučuje se da se čitav postupak proračuna sprovede tabelarno.
- b) Na osnovu prosečnih vrednosti dobijenih u prethodnoj tački, skicirati dijagram zavisnosti čvrstoće pri savijanju od vlažnosti drveta i na dijagramu označiti sve prosečne vrednosti čvrstoće pri savijanju.
- c) Odrediti prosečne vrednosti čvrstoća pri savijanju koje odgovaraju vlažnostima od 26% i 39%.

$$c = 2.04 \text{ zona osuše u tipu osak}$$

$$c = 0.03 \text{ suvanje}$$

$$c = 0.02 \text{ labijanje}$$

23.9.2007. ✓

REŠENJA.

1) keru : $H=30\text{ cm}$, $R=15\text{ cm}$

NISU SVI REŠENI ALI
IMA POŠ NEKI

a) $f_p = \frac{P_{gr}}{F}$

$F = \frac{R^2 \pi}{4} = 176,71\text{ cm}^2$ - površina osnove keru

$f_{pB} \cdot k = f_{pD}$, $k=1,20$

$\gamma = \frac{m}{V}$

$V = F \cdot H = 176,71\text{ cm}^2 \cdot 30\text{ cm} = 5301,3\text{ cm}^3$

$V = 5,3 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3$

	cilindar	kocka	
	$f_{pC} [\text{MPa}]$	$f_{pK} [\text{MPa}]$	$\gamma [\frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}]$
1	17,82	21,38	$2,3706 \cdot 10^3$
2	30,67	36,80	$2,3866 \cdot 10^3$
3	34,24	41,09	$2,400 \cdot 10^3$

b) $f_p = a_1 \cdot I_s + a_2$

Kocka 20×20

	$f_{pK} [\text{MPa}]$	$I_s [\text{cm}^2]$
1	21,38	2,53
2	36,80	3,25
3	41,09	3,75

$\sum I_s^2 = 31,25$

$\sum I_s = 9,56$

$\sum I_s \cdot f_p = 329,01$

$\sum f_p = 99,27$

$a_1 \cdot \sum I_s^2 + a_2 \cdot \sum I_s = \sum I_s \cdot f_p$
 $a_1 \cdot \sum I_s + n \cdot a_2 = \sum f_p$

$31,25 a_1 + 9,56 a_2 = 329,01$

$9,56 a_1 + 3 a_2 = 99,27$

$\Rightarrow a_1 = 16,67$, $a_2 = -20,03$

$f_p = 16,67 I_s - 20,03$

c)

	$l_s [\text{cm}]$	$f_p [\text{MPa}]$
1	2,53	24,38
2	3,25	36,80
3	3,78	41,09
4	2,51	21,81
5	3,37	36,15
6	3,81	43,48

 $f_p [\text{MPa}]$ $l_s [\text{cm}]$

24.8.2007. ✓

1)

a) 25,1 - 27,5: 26,7, 25,8

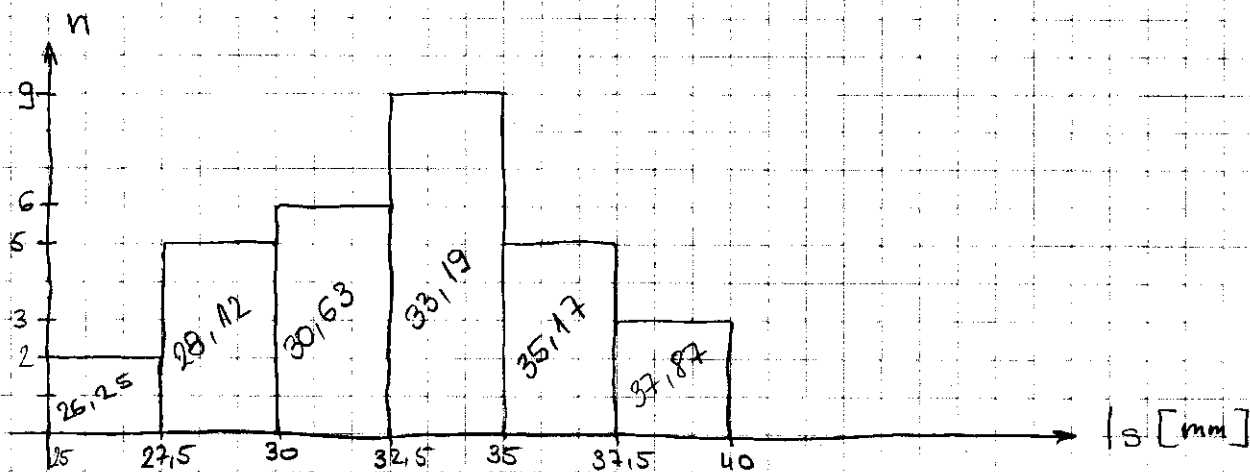
27,6 - 30,0: 28,4; 28,4; 27,7; 28,3; 27,8

30,1 - 32,5: 30,5; 30,1; 30,6; 31,2; 30,5; 30,8;

32,6 - 35,0: 33,7; 32,6; 33,9; 33,2; 32,9; 32,6;
32,7; 33,2; 33,9;

35,1 - 37,5: 35,9; 36,0; 35,1; 35,9; 35,6

37,6 - 40,0: 37,6; 37,8; 38,2



b) $f_p = a_1 I_s + a_2$

	$f_p [MPa]$	$I_s [cm]$
1	12,8	2,62
2	15,4	2,81
3	19,3	3,06
4	22,9	3,32
5	25,6	3,57
6	28,6	3,79

$$\sum I_s^2 = 62,28$$

$$\sum I_s = 19,175$$

$$\sum I_s f_p = 411,75$$

$$\sum f_p = 124,6$$

14

$$a_1 \cdot \sum I_s^2 + a_2 \cdot \sum I_s = \sum I_s f_p$$

$$a_1 \cdot \sum I_s + n \cdot a_2 = \sum f_p$$

$$62,28 a_1 + 19,175 a_2 = 411,75$$

$$19,175 a_1 + 6 a_2 = 124,6$$

$$\left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} a_1 = 13,58 \\ a_2 = -22,63 \end{array}$$

$$f_p = 13,58 I_s - 22,63$$

c)

	$I_s [cm]$	$f_p [MPa]$
1	2,75	14,71
2	3,00	18,11
3	3,25	21,50
4	3,50	24,9
5	3,75	28,29
6	4,00	31,69

19.6.2007

11

a) $25,1 - 27,5: 25,8$

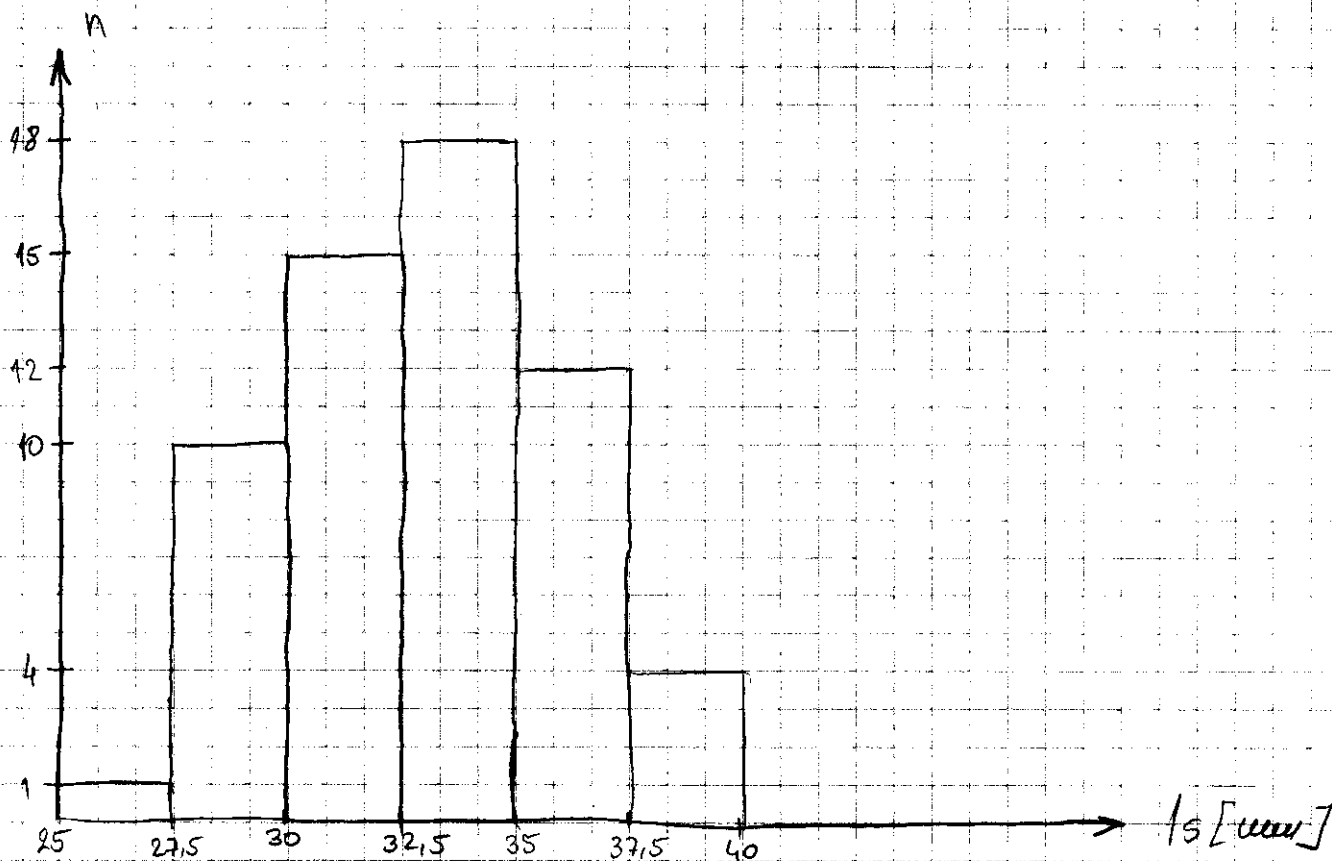
$27,6 - 30,0: 29,8; 29,7; 29,5; 29,5; 29,2; 27,8; 28,0;$
 $29,4; 29,0; 29,9;$

$30,1 - 32,5: 31,4; 31,1; 31,5; 30,4; 32,4; 32,5; 30,5; 32,4;$
 $31,7; 32,1; 30,2; 30,1; 31,9; 31,7; 31,8$

$32,6 - 35,0: 32,9; 33,7; 34,7; 34,5; 34,0; 34,8; 35,0; 35,0;$
 $33,3; 34,1; 33,8; 34,5; 35,0; 33,6; 34,3; 34,1;$
 $33,1; 34,0;$

$35,1 - 37,5: 37,5; 36,5; 36,8; 37,5; 36,3; 36,3; 35,3;$
 $35,3; 36,0; 37,5; 35,3; 36,5;$

$37,6 - 40,0: 39,0; 39,9; 39,5; 38,3;$



$$b) \boxed{f_p = a_1 \cdot e^{a_2 I_s}} \quad / \ln$$

$$\ln f_p = \ln a_1 + a_2 I_s$$

$\parallel \quad \parallel$
 $z \quad \tilde{a}_1$

$$\underline{z = a_2 \cdot I_s + \tilde{a}_1}$$

$$\sum I_s^2 = 80,57$$

$$\sum I_s = 23,6$$

$$\sum I_s \cdot z = 74,39$$

$$\sum z = 21,85$$

$$a_2 \cdot \sum I_s^2 + \tilde{a}_1 \cdot \sum I_s = \sum I_s \cdot z$$

$$\underline{a_2 \sum I_s + n \cdot \tilde{a}_1 = \sum z}$$

$$80,57 a_2 + 23,6 \tilde{a}_1 = 74,39$$

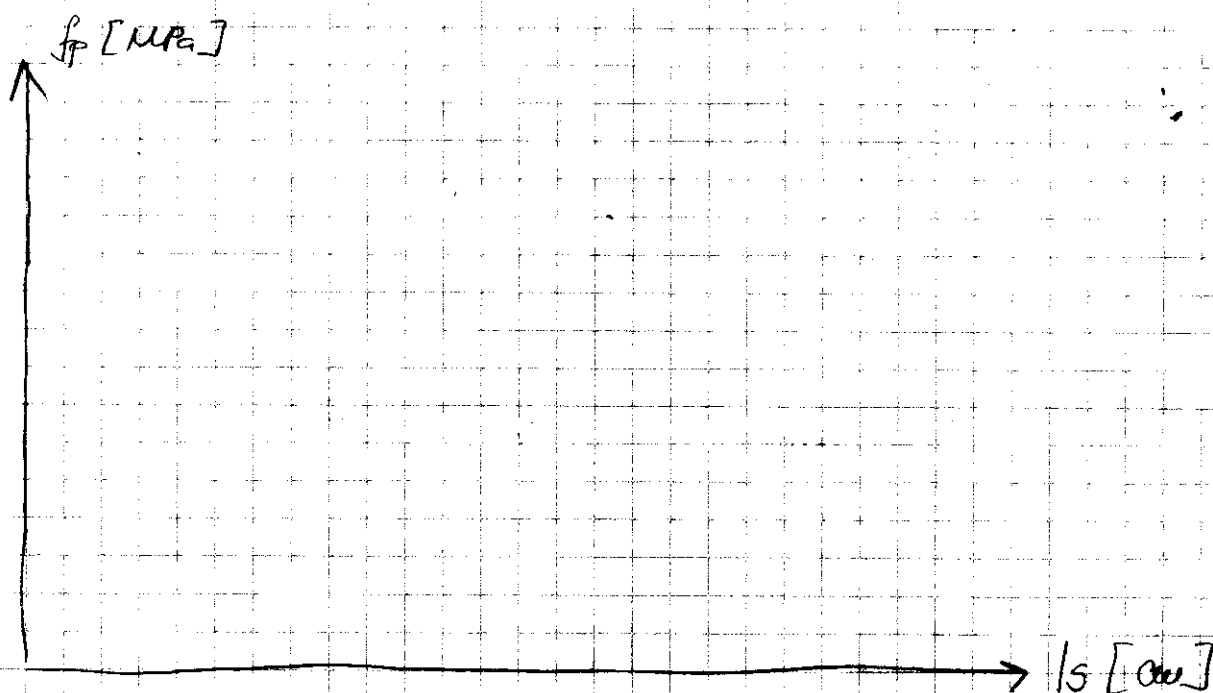
$$23,6 a_2 + 7 \tilde{a}_1 = 21,85$$

$$\left. \begin{array}{l} 80,57 a_2 + 23,6 \tilde{a}_1 = 74,39 \\ 23,6 a_2 + 7 \tilde{a}_1 = 21,85 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \tilde{a}_1 = 0,694 \\ a_2 = 0,72 \end{array} \Rightarrow a_1 = e^{\tilde{a}_1} = 2$$

$$\boxed{f_p = 2 \cdot e^{0,72 I_s}}$$

c)

	1	2	3	4	5	6
$I_s [\text{cm}]$	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
$f_p [\text{MPa}]$	14,48	17,34	20,76	24,86	29,76	35,63



17
18

$$d) |s_{sr} = 33,3 \text{ mm}$$

$$G_{n-1} = 3,12 \text{ mm}$$

$$p = 10\%$$

$$|s_{kar} = |s_{sr} - f(10\%) \delta_{n-1}$$

$$|s_{kar} = 28,1976 \text{ mm}$$

$$f_{pkar} = 2 e^{0,72 |s_{kar}} = 15,23$$

$$MB = 15$$

$$II \text{ krit: } |s_{sr} \geq MB + 1,2 G_{n-1} \Rightarrow 33,3 \geq 15 + 3,74 \quad \checkmark$$

$$|s_{min} \geq MB - 4 MP_d \Rightarrow 25,8 \geq 15 - 4 \quad \checkmark$$

12.4.2002

1) Formula Skrawitajewa:

$$\omega \geq 0,40 : \frac{1}{\omega} = \frac{f_{k,28}}{A_1 \cdot f_{pe}} + 0,5$$

klasacemenu

$$\omega \leq 0,40 : \frac{1}{\omega} = \frac{f_{k,28}}{A_2 \cdot f_{pe}} - 0,5$$

korwalau Getu:

$$A_1 = 0,60$$

$$A_2 = 0,40$$

$$* \text{ za } \omega \geq 0,40 : \frac{1}{\omega} = \frac{f_{k,28}}{0,6 \cdot 42,5} + 0,5 = \frac{f_{k,28} + 12,75}{25,5}$$

$$\omega = \frac{25,5}{f_{k,28} + 12,75}$$

$$\text{za } \omega \leq 0,40 : \frac{1}{\omega} = \frac{f_{k,28}}{0,4 \cdot 42,5} - 0,5 = \frac{f_{k,28} - 8,5}{17}$$

$$\omega = \frac{17}{f_{k,28} - 8,5}$$

$$* P_E = P_G + P_K, \quad \alpha_h = 0,8, \quad \Delta p = 0$$

$$P_E = 0,022 w_c \alpha_h + 0,1 w_c (\omega - 0,4 \alpha_h) =$$

$$= 0,0176 w_c + 0,1 \omega w_c - 0,032 w_c = 0,1 \omega w_c - 0,0144 w_c \quad | : w_c$$

$$\boxed{\frac{P_E}{w_c} = 0,1 \omega - 0,0144}$$

$$* 0,1 \omega = \frac{P_E}{w_c} + 0,0144 \quad | : 0,1$$

$$\boxed{\omega = \frac{10 P_E}{w_c} + 0,144}$$

$$\frac{25,5}{f_{k,28} + 12,75} = \frac{10 P_E}{w_c} + 0,144 = \frac{10 P_E + 0,144 w_c}{w_c}$$

$$25,5 w_c = f_{k,28} (10 P_E + 0,144 w_c) + 127,5 P_E + 1,836 w_c$$

$$f_{k,28} = \frac{23,66 w_c - 127,5 P_E}{10 P_E + 0,144 w_c} \quad | : w_c$$

$$| : w_c$$

$$\boxed{f_{k,28} = \frac{23,66 - 127,5 \frac{P_E}{w_c}}{10 \frac{P_E}{w_c} + 0,144}}$$

$$b) D = 31,5 \text{ mm}$$

$$k_0 = 360$$

$$w_v = \frac{k_0}{\sqrt{D}} = \frac{360}{1,99} = 18,9 \approx 180 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$w_c = (200 - 400) \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\omega_1 = \frac{w_v}{w_c} = \frac{180}{200} = 0,9$$

$$\omega_2 = \frac{180}{450} = 0,4$$

$$\boxed{\omega = 0,4 - 0,9}$$

$$P_B(\omega=0,4) = 0,1 \cdot 0,4 \cdot 450 - 0,0144 \cdot 450 = 11,52$$

$$P_B(\omega=0,9) = 0,1 \cdot 0,9 \cdot 200 - 0,0144 \cdot 200 = 15,12$$

$$P = 11,52\% - 15,12\%$$

$$\frac{P_B}{w_c} = 0,0256 - 0,0256$$

23.1.2007.

a) Formula Bolowega:

$$\frac{1}{w} = \frac{f_{k,28}}{A \cdot f_{pc}} + 0,15$$

$$f_{pc} = 42,5$$

$$A = 0,60$$

$$\frac{1}{w} = \frac{f_{k,28}}{0,60 \cdot 42,5} + 0,15 = \frac{f_{k,28} + 12,75}{25,5}$$

$$w = \frac{25,5}{f_{k,28} + 12,75}$$

$$P_B = P_g + P_e \quad \alpha_h = 0,80$$

$$P_B = 0,022 w_c \alpha_h + 0,1 w_c (\omega - 0,4 \alpha_h) = 0,0176 w_c + 0,1 w_c \omega - 0,032 w_c$$

$$P_B = 0,1 w_c \omega - 0,0144 w_c \quad | : w_c \Rightarrow \frac{P_B}{w_c} = 0,1 \omega - 0,0144$$

$$\omega = \frac{P_B + 0,0144 w_c}{0,1 w_c} \quad | : w_c$$

$$\omega = \frac{\frac{P_B}{w_c} + 0,0144}{0,1} \Rightarrow \omega = 10 \frac{P_B}{w_c} + 0,144$$

$$\frac{25,5}{f_{k,28} + 12,75} = 10 \frac{P_B}{w_c} + 0,144 \Rightarrow f_{k,28} + 12,75 = \frac{25,5}{10 \frac{P_B}{w_c} + 0,144}$$

$$f_{k,28} = \frac{25,5}{10 \frac{P_B}{w_c} + 0,144} - 12,75$$

$$8) \omega_v = \frac{K_0}{\sqrt[5]{D}} = \frac{360}{\sqrt[5]{31,5}} = 180,9 \approx 180 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\omega_c = (200 - 450) \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\omega_1 = \frac{180}{200} = 0,9$$

$$\omega_2 = \frac{180}{450} = 0,4$$

$$\omega = (0,4 - 0,9)$$

$$P_B = 0,1 \omega_c \omega - 0,0144 \omega_c$$

$$P_B(\omega=0,4) = 0,1 \cdot 450 \cdot 0,4 - 0,0144 \cdot 450 = 11,52$$

$$P_B(\omega=0,9) = 0,1 \cdot 200 \cdot 0,9 - 0,0144 \cdot 200 = 15,12$$

$$P_B = (11,52 - 15,12) \%$$

$$\frac{P_B}{\omega_c} = (0,0256 - 0,0756)$$

$$f_{k,28} = \frac{25,5}{10 \frac{P_B}{\omega_c} + 0,144} = 12,75$$

P_B/ω_c	0,020	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050	0,055	0,060	0,065	0,070	0,075	0,080
$f_{k,28}$	61,38												

23. 9. 2007 ✓

2. mala epruveta $2 \times 2 \times 30 \text{ cm}$
velika epruveta $5 \times 5 \times 80 \text{ cm}$ } za savijanje $l = 28 \text{ cm}$
 $l = 70 \text{ cm}$

$$f_s = \frac{3}{2} \cdot \frac{P_{gr} \cdot l}{a^3 (6L^2)} \quad \text{— kad je sila u sredini raspona}$$

$$f_s = \frac{P_{gr} \cdot l}{a^3 (6L^2)} \quad \text{— dve sile na trećinama}$$

priručnik
vlastiti

	$P_{gr} [N]$	$M_{ov} [g]$	$m_0 [g]$	$H_0 [MPa]$	$f_{s, pv} [MPa]$	$f_{15} [MPa]$	$f_0 [MPa]$	$f_{30} [MPa]$	$f_{20} [MPa]$
1	935	53,4	47,2	13,13	49,08	47,24	67,49	36,34	38,72
2	932	53,7	47,6	12,81	48,93	46,79	66,84	35,99	38,35
3	934	54,3	48,0	13,12	49,03	47,19	67,14	36,3	38,68
sr	/	/	/	13,02	49,01	47,07	67,25	36,21	38,58

$$H_a = \frac{M_{ov} - m_0}{m_0} \cdot 100$$

$C = 0,02$ savijanje

$C = 0,03$ savijanje

$C = 0,04$ zatezanje i pritisak

$$f_s = \frac{3}{2} \cdot \frac{P_{gr} \cdot l}{a^3 \cdot L^2} = f_{s, 13,13}$$

$$f_{15} = f_H [1 + C \cdot (H - 15)]$$

$$f_{13,13} = \frac{3}{2} \cdot \frac{935 \cdot 28}{2^3} = 4908 \frac{N}{cm^2} = 4,908 \frac{kN}{cm^2} = 49,08 MPa$$

$$f_{12,81} = \frac{3}{2} \cdot \frac{932 \cdot 28}{2^3} = 48,93 MPa$$

$$f_{13,12} = \frac{3}{2} \cdot \frac{934 \cdot 28}{2^3} = 49,03 MPa$$

$$f_{15} = f_{13,13} [1 + 0,02 (13,13 - 15)] = 47,24 MPa$$

$$f_{15} = f_{12,81} [1 + 0,02 (12,81 - 15)] = 46,79 MPa$$

$$f_{15} = f_{13,12} [1 + 0,02 (13,12 - 15)] = 47,19$$

staje

"standardne
vlastosti"

22

potpuno suvo stanje: f_0

$$H=0$$

$$f_{15} = f_0 [1 + 0,02 (0 - 15)] \Rightarrow f_0 = \frac{f_{15}}{1 - 0,02 \cdot 15}$$

$$f_{0,13,13} = \frac{47,24 \text{ MPa}}{1 - 0,3} = 67,49 \text{ MPa}$$

$$f_{0,12,11} = \frac{46,79}{1 - 0,3} = 66,84 \text{ MPa}$$

$$f_{0,13,12} = \frac{47,19}{1 - 0,3} = 67,14 \text{ MPa}$$

tačka zasićenja: f_{30}

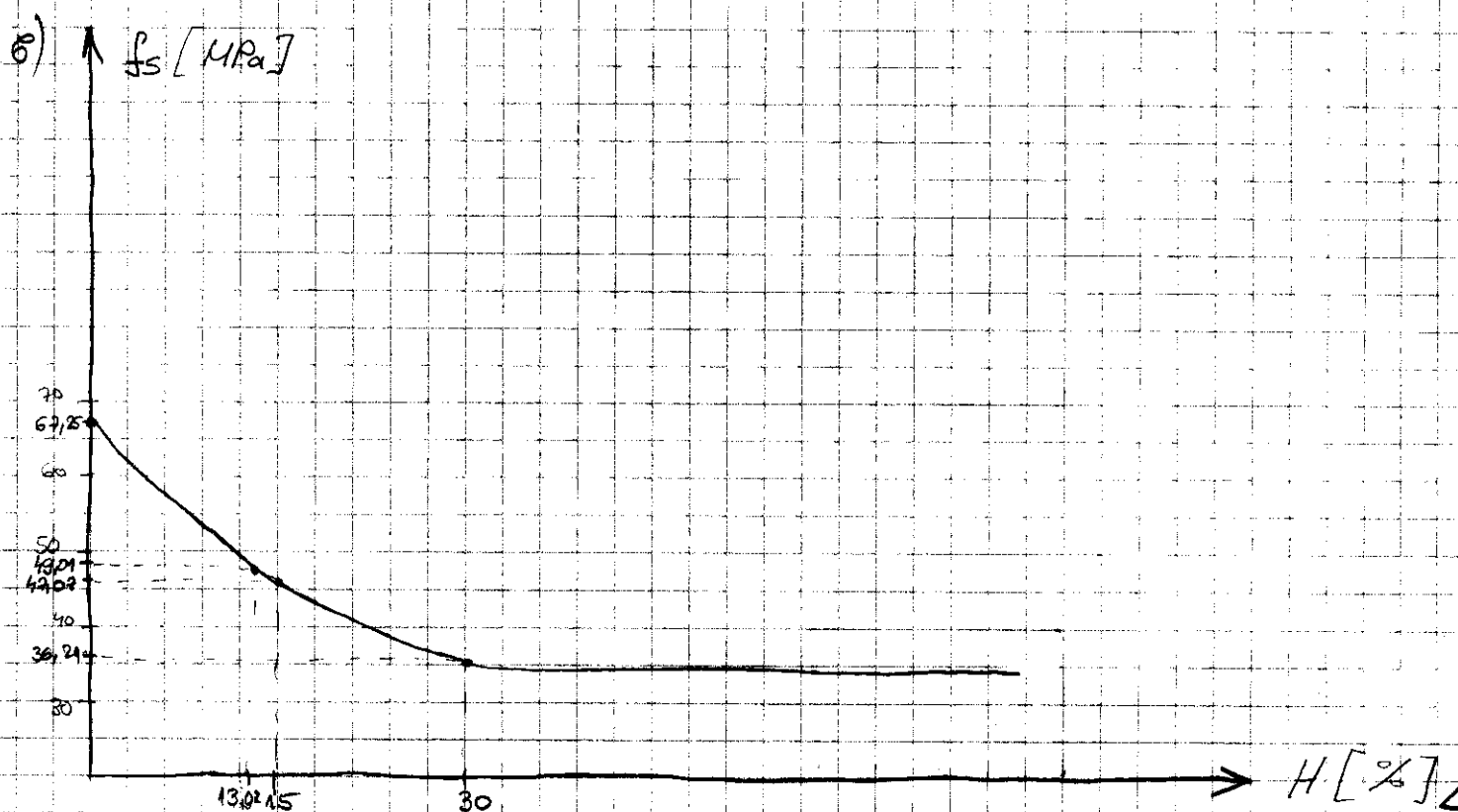
$$H=30\%$$

$$f_{15} = f_{30} [1 + 0,02 (30 - 15)] \Rightarrow f_{30} = \frac{f_{15}}{1 + 0,02 \cdot 15}$$

$$f_{30}(13,13) = 36,34$$

$$f_{30}(12,81) = 35,99$$

$$f_{30}(13,12) = 36,3$$



$$d) H_1 = 26\%$$

$$H_2 = 39\%$$

$$f_{26} = \frac{f_{15}}{1 + 0,02(26 - 15)}$$

$$f_{39} = f_{30}$$

$$f_{26}(13,13) = \frac{47,24}{1 + 0,02 \cdot 11} = 38,72 \text{ MPa}$$

$$f_{26}(12,81) = \frac{46,79}{1 + 0,02 \cdot 11} = 38,35 \text{ MPa}$$

$$f_{26}(13,12) = \frac{47,19}{1 + 0,02 \cdot 11} = 38,68 \text{ MPa}$$

$$f_{sr} = 38,58$$

24.8.2007.

✓

[2] wale cpruwete ua savijanju: $2 \times 2 \times 30 \text{ cm}$, $l = 28 \text{ cm}$

	P_e [kN]	f_c [mm]	P_{pr} [kN]	u_{ov} [g]	u_o [g]	H_1 [%]	E [GPa]	f_{sr} [MPa]	f_{15} [MPa]	E_{15} [GPa]	f_o [MPa]	E_o [GPa]
1	0,32	0,13	0,89	58,6	49,9	17,43	84,64	46,7	48,93	88,75	69,98	126,78
2	0,40	0,16	0,93	57,9	49,5	16,97	85,96	48,82	50,74	89,35	72,49	103,56
3	0,31	0,13	0,90	58,5	49,8	17,47	81,89	47,25	49,58	86,04	70,83	101,18
4	0,28	0,11	0,91	58,3	49,6	17,54	87,52	47,77	50,20	91,97	71,71	102,44
5	0,35	0,14	0,92	58,1	49,7	16,9	85,86	48,3	50,13	89,28	71,61	102,3
sr:	17,26	85,21	47,77	48,93	89,07	71,32						

$$H_1 = \frac{u_{ov} - u_o}{u_o} \cdot 100\%$$

$$E = \frac{P_e \cdot l^3}{48 I \cdot f_c}$$

$$I = \frac{a^4}{12} [\text{cm}^4] = \frac{2^4}{12} = 1,33 \text{ cm}^4$$

$$f_{sH} = \frac{3}{2} \frac{P_{gr} \cdot e}{a^3} \quad - \text{prirodna (sa H iz tabele)}$$

$$E_{f15} = E_{fH} (1 + C(H-15)) \quad C=0,02$$

$$f_{15} = f_H (1 + C(H-15)) \quad - \text{standardna vlažnost}$$

$$f_0 = \frac{f_{15}}{1 + C(0-15)}$$



$$E_0 = \frac{E_{f15}}{1 + 0,02(0-15)} = \frac{E_{f15}}{0,7}$$

od 412 - 417 str
se ve uči

12.4.2007.

2) $\varnothing 3,5 \text{ mm}$

$$\epsilon_H = 0,1 \%$$

$$\text{za } P_{gr} = 11,72 \text{ kN}$$

$$\epsilon_{uk1} = 5,94 \%$$

$$\epsilon_{el} = \epsilon_{uk} - \epsilon_{pl} = 5,84 \%$$

$$\epsilon = 16 \%$$

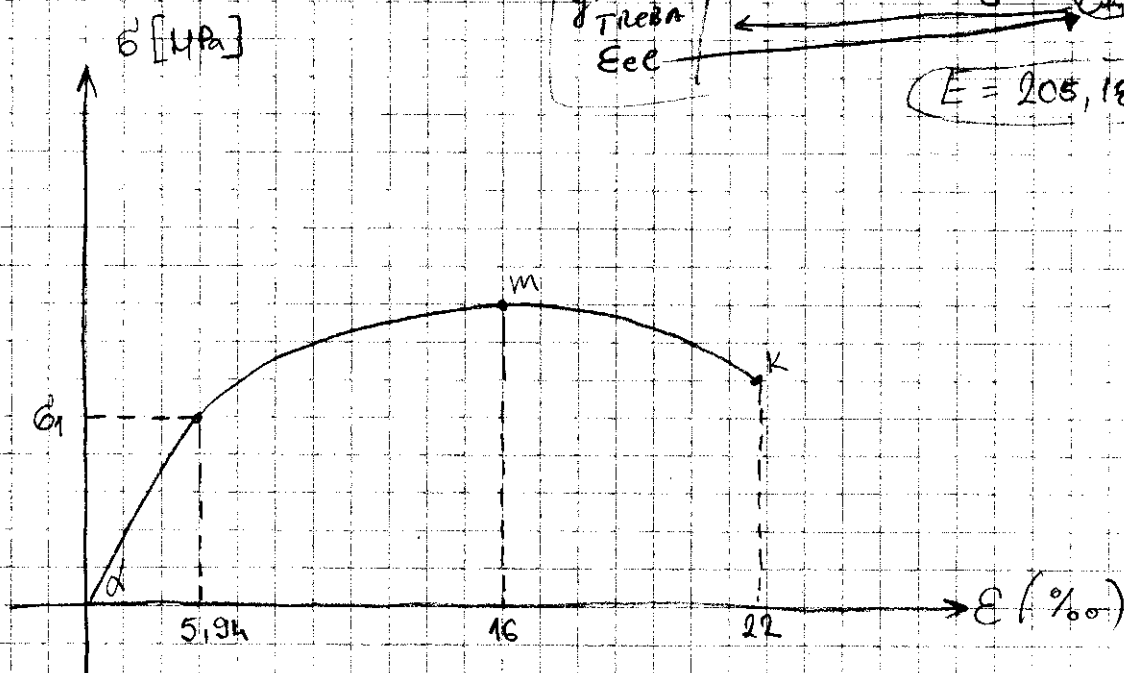
za

$$\sigma_1 = \frac{P_{gr}}{A} = \frac{11,72 \text{ kN}}{\left(\frac{0,35 \text{ cm}}{2}\right)^2 \cdot 3,14}$$

$$\sigma_1 = 1218,77 \text{ MPa}$$

$$E = \tan \alpha = \frac{\sigma_1}{\epsilon_H} = \frac{1218,77 \text{ MPa}}{5,94 \%$$

$$E = 205,18 \text{ GPa}$$



$$\sigma = a\varepsilon^2 + b\varepsilon + c$$

$$E = 2a \varepsilon_{uk,1} + b$$

$$E \cdot \varepsilon_{uk,1} = a \cdot \varepsilon_{uk,1}^2 + b \varepsilon + c$$

$$2a \varepsilon_k + b = 0$$

$$2a \cdot 5,94 + b = 205,18$$

$$a \cdot 35,28 + b \cdot 5,94 + c = 1218,77$$

$$44a + b = 0 \Rightarrow b = -44a$$

$$11,88a - 44a = 205,18$$

$$a = -6,39$$

$$\Rightarrow b = 281,16$$

$$c = 1218,77 - 35,28a - 5,94b = > c = -225,88$$

+ 225,44 1670,1

$$\sigma = -6,39\varepsilon^2 + 281,16\varepsilon - 225,88$$

$$6) \sigma_{0,2} = E = 2\%$$

$$\sigma_{0,2} = 310,88 \text{ MPa}$$

σ_k

23.1.2002

9. $R = 7 \text{ mm}$

$P_{gr} = 49,87 \text{ kN} \rightarrow E_{pl} = 1\text{‰} ; E_{ek} = 5,94\text{‰}$

$P_{max} \Rightarrow E_{ek} = 16\text{‰}$

$E_{kdeup} = 2,2\text{‰} = 22\text{‰}$

$E_{el} = E_{ek} - E_{pl} = 5,94 - 1 = 4,94\text{‰}$

$A = \frac{R^2 \pi}{4} = 0,385 \text{ cm}^2$

$G = \frac{P_{gr}}{A} = \frac{49,87 \text{ kN}}{0,385 \text{ cm}^2} \cdot 10 = 1295,85 \text{ MPa}$

$G' = E \cdot E_{el} , E = \frac{G}{E_{el}}$

$E = 262,31 \text{ GPa}$

- pravolinijski deo: $G' = 262,31 \text{ E}$

- parabolični deo:

(1) $G' = A \cdot E_{ek}^2 + B \cdot E_{ek} + C$

$1295,85 = A \cdot 5,94^2 + B \cdot 5,94 + C$

(2) $G' (E_{ek}) = 0$

$2A E_{ek} + B = 0$

(3) $G_A = 262,31 \text{ EA}$

GRAĐEVINSKI MATERIJALI 2

Računski deo ispita, 22. 01. 2008.

1) Zbog sumnje u ostvareni kvalitet betona ugrađenog u temelje-samce (T1, T2, ..., T12) jednog objekta, odlučeno je da se na predmetnim temeljima sprovede kombinovana (nedestruktivno-destruktivna) metoda naknadnog utvrđivanja kvaliteta ugrađenog betona. U konkretnom slučaju, to je podrazumevalo da se na svakom od ovih 12 temelja-samaca izvrši nedestruktivno ispitivanje putem sklerometra (na po tri merne mesta), a nakon toga je iz temelja sa oznakama T3, T7 i T8 izvađen po jedan cilindar-kern (dimenzija: prečnik $\varnothing 100\text{mm}$, visina $H=100\text{mm}$) radi ispitivanja čvrstoće betona pri pritisku. Rezultati sprovedenih ispitivanja prikazani su u narednoj tabeli. U istoj tabeli data su i vremena (izražena u danima), koja približno odgovaraju starosti betona u vreme ispitivanja.

Temelj	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Starost betona t (dani)	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68
Visina odskoka h (mm)	32	30	29	29	36	30	33	46	36	35	41	31
	36	32	27	33	42	31	36	40	33	40	32	30
	31	37	26	30	41	30	32	41	37	41	37	39
Sila loma kerna P (kN)			210,5				279,0	388,0				

a) Sračunati srednje vrednosti indeksa sklerometra (h_i) za svaki od ispitivanih temelja. Nakon toga, sračunati čvrstoće pri pritisku betona dobijene na cilindrima-kernovima (T3, T7 i T8), kao i odgovarajuće čvrstoće betona svedene na uzorak oblika kocke ivice 20cm (f_k). Na bazi tako dobijenih rezultata, definisati zavisnost: $f_k = f_k(h_i)$ pomoću metode najmanjih kvadrata, pretpostavljajući da je predmetna funkcija linearna.

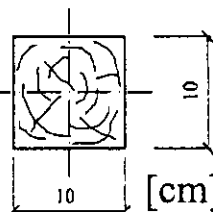
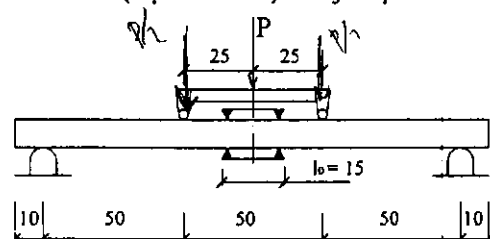
b) Na bazi funkcije definisane pod a) izračunati čvrstoće betona f_k i za sve ostale temelje-samce (kod kojih nisu vađeni kernovi).

c) Za svih 12 temelja odrediti vrednost čvrstoće pri pritisku betona za starost od 28 dana ($f_{k,28}$), uzimajući u obzir sledeće pretpostavke:

- odnos $f_k(t)/f_{k,28}$ predstavlja veličinu koja se menja po eksponencijalnom zakonu oblika $f_k(t)/f_{k,28} = a \cdot (1 - e^{-bt})$;
- za dovoljno veliku vrednost starosti betona (t) ovaj odnos teži ka vrednosti 1,25;
- za starost $t=60$ dana ovaj odnos ima vrednost 1,21.

Na bazi rezultata dobijenih pod tačkom c), zaključiti koji od temelja-samaca ne zadovoljavaju projektovanu marku betona MB30.

2) Na drvenoj gredi dimenzija $10 \times 10 \times 170$ cm ispitivana je zavisnost σ - ϵ pri savijanju, saglasno dispoziciji prikazanoj na slici. Promene merne baze dužine $l_0=150$ mm merene su pomoću deformetra (podatak 0.001 mm) na gornjoj i donjoj površini grede, u sredini raspona. Sile u kN i čitanja na deformetru (u podeocima) dobijeni prilikom ovog ispitivanja prikazani su u tabeli.



P [kN]	Čitanja na deformetru	
	gore	dole
0	1012	2433
8	1233	2662
30	1859	3275
40	2135	3557
42.5	2336	3764
39	2448	3874

a) Izračunati napone i deformacije koji odgovaraju vrednostima sile datim u tabeli, a zatim nacrtati dijagram σ - ϵ . Prilikom crtanja ovog dijagrama usvojiti sledeću razmeru za napone: $10\text{MPa} = 1\text{cm}$ i za dilatacije: $1\text{‰} = 1\text{cm}$. Uz pretpostavku da pri naponima koji odgovaraju sili do 40 kN važi Hukov zakon, odrediti modul elastičnosti $E_{||}$ datog drveta.

b) Ako je greda u vreme ispitivanja imala masu od 8.5 kg, a nakon sušenja do konstantne mase 6.8 kg, odrediti njenu apsolutnu i relativnu vlažnost. Na osnovu najveće vrednosti napona dobijene prilikom ovog ispitivanja odrediti čvrstoću pri savijanju za standardnu vlažnost, a zatim i čvrstoću pri savijanju koja odgovara tački zasićenosti vlaknaca.

ТЕМЕР	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
СРЕДН	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68
ВНУТРИ	32	30	29	29	36	30	33	46	36	37	41	31
ОБЩЕГО	36	32	27	33	42	21	36	40	33	40	32	30
	31	37	26	30	41	30	32	41	37	41	37	35
УЛЛА НОМА			210,15				279,0	388,0				

СРЕДН ВНУТРИ УЛЛА	33	33	27,33	30,66	39,66	30,33	33,66	44,33	35,33	38,66	36,66	33,33	I _s
-------------------------	----	----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	----------------

$$d = 100 \text{ мм} = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м} = 1 \text{ дм}$$

$$H = 100 \text{ мм} = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

$$f_{T_3} = \frac{P}{A} = \frac{210,5 \cdot 10^3 \text{ Н}}{\frac{0,1^2 \pi \text{ м}^2}{4}} = 26,82 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = \underline{26,82 \text{ МПа}}$$

$$f_{T_7} = \frac{P}{A} = \frac{279,0 \cdot 10^3 \text{ Н}}{\frac{0,1^2 \cdot \pi}{4} \cdot \text{м}^2} = 35,54 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = \underline{35,54 \text{ МПа}}$$

$$f_{T_8} = \frac{P}{A} = \frac{388,0 \cdot 10^3 \text{ Н}}{\frac{0,1^2 \cdot \pi}{4} \cdot \text{м}^2} = 49,43 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = \underline{49,43 \text{ МПа}}$$

ОБОЗНАЧЕНИЕ МДВЕРЖИТЕ НА КОД КЧ И ТИПОВЕ РОД K = 1,02

$$\underline{f_{T_3}} = 26,82 \cdot 1,02 = \underline{27,36 \text{ МПа}}$$

$$\underline{f_{T_7}} = 35,54 \cdot 1,02 = \underline{36,25 \text{ МПа}}$$

$$\underline{f_{T_8}} = 49,43 \cdot 1,02 = \underline{50,42 \text{ МПа}}$$

$$f_k = f_k(h_i)$$

$$f_p = a_1 I_s + a_2$$

$$a_1 \sum I_s^2 + a_2 \sum I_s = \sum f_p I_s$$

$$a_1 \sum I_s + n a_2 = \sum f_p \quad \textcircled{1}$$

$$\sum I_s^2 = 3672,48$$

$$\sum I_s = 103,33$$

$$\sum f_p I_s = 4102,56$$

$$\sum f_p = 114,03$$

$$n = 3$$

$$672,43 a_1 + 103,33 a_2 = 4104,56$$

$$103,33 a_1 + 3 a_2 = 114,03$$

b) $a_1 = 1,54$ $a_2 = -15,14$

$$f_p = 1,54 I_s - 15,14$$

$$T_1 \rightarrow 1,54 \cdot 33 - 15,14 = 35,68$$

$$T_2 \rightarrow 1,54 \cdot 33 - 15,14 = 35,68$$

$$T_3 \rightarrow 1,54 \cdot 29,33 - 15,14 = 26,95$$

$$T_4 \rightarrow 1,54 \cdot 30,66 - 15,14 = 32,08$$

$$T_5 \rightarrow 1,54 \cdot 38,66 - 15,14 = 45,95$$

$$T_6 \rightarrow 1,54 \cdot 30,33 - 15,14 = 31,57$$

$$T_7 \rightarrow 1,54 \cdot 33,66 - 15,14 = 38,68$$

$$T_8 \rightarrow 1,54 \cdot 42,33 - 15,14 = 50,05$$

$$T_9 \rightarrow 1,54 \cdot 35,33 - 15,14 = 39,27$$

$$T_{10} \rightarrow 1,54 \cdot 38,66 - 15,14 = 44,40$$

$$T_{11} \rightarrow 1,54 \cdot 36,66 - 15,14 = 41,32$$

$$T_{12} \rightarrow 1,54 \cdot 33,33 - 15,14 = 36,19$$

3 A Δ 0 8 0 1 0 1 0 A B A M B = 30		
8	Δ A	H C
	✓	✓
	✓	✓
		✓
	✓	✓
	✓	
	✓	
	✓	
	✓	
	✓	
	✓	✓
	✓	✓
	✓	

$f_p = 8 \cdot M_B$

$$f_k(t) = a \cdot (1 - e^{-b \cdot t}) \quad t \rightarrow \infty \quad 1,25 = a \cdot (1 - e^{-0,057 \cdot \infty}) \Rightarrow a = 1,25$$

$$t=60 \quad 1,21 = a \cdot (1 - e^{-b \cdot 60})$$

$$1,21 = 1,25 - 1,25 \cdot e^{-b \cdot 60}$$

$$-0,04 = -1,25 \cdot e^{-b \cdot 60}$$

$$0,032 = e^{-b \cdot 60} \quad / \ln$$

$$-3,44 = -b \cdot 60$$

$b = 0,057$

$$f_k(t) / f_{k28} = 1,25 (1 - e^{-0,057 \cdot t})$$

$$f_{k28} = \frac{f_k(t)}{1,25 - 1,25 \cdot e^{-0,057 \cdot t}}$$

$$T_1 = 35,68 / 1,153 = 30,98$$

$T_2 = 30,52$	$T_3 = 22,88$	$T_4 = 27,66$	$T_5 = 38,53$
$T_6 = 26,34$	$T_7 = 30,69$	$T_8 = 41,30$	$T_9 = 32,36$
$T_{11} = 33,84$	$T_{12} = 29,56$	$T_{10} = 36,47$	

2/ $l = 150$
 $10 \times 10 \times 170 \text{ см}$
 $b = 150 \text{ мм} = 15 \text{ см}$ [ИСПИТ БАЗА]

ТАЧНОСТ ИСПЫТАНИЯ

1	2	3	4	5	6	7	8
Р	ЧИТАНКА			Δε			
	ГОРΕ	ΔΟΛΕ		ГОРΕ	ΔΟΛΕ	Δε	ε %
0	1012	2433	0	0	0	0	0
8	1233	2662	12	0,222	0,223	0,225	1,1
30	1859	3295	45	0,847	0,842	0,8445	5,63
40	2135	3557	60	1,123	1,124	1,123	7,45
42,5	2336	3764	63,75	1,324	1,132	1,3275	8,85
39	2448	3874	58,5	1,436	1,442	1,439	9,55

$$\frac{5+6}{2}$$

$$(7:150) \cdot 1000$$

$$\sigma = \frac{P_{gr} \cdot L}{a^3}$$

$$L = 150 \text{ см}$$

$$a = 10 \text{ см}$$

$$\sigma_1 = 0$$

$$\sigma_2 = \frac{8 \cdot 10^3 \cdot 11 \cdot 1,5}{0,1^3 \text{ м}^3} = 1200 \cdot 10^3 \text{ Па} = 12 \text{ МПа}$$

$$\Delta \epsilon = [\text{ЧИТАНКА} [I_P] - \text{ЧИТАНКА} [I_0]] \cdot \text{ТАЧНОСТ}$$

$$\epsilon = \frac{\Delta \epsilon}{l_0}$$

$$E = \text{tg } \alpha = \frac{\sigma}{\epsilon} = 8 \text{ МПа}$$

$$H_a = \frac{w_{ov} - w_0}{w_0} \cdot 100 = \frac{8,5 - 6,8}{6,8} \cdot 100 = 25\%$$

$$f_{s,1r} = f [1 + 0,02 (H_a - 15)]$$

$$H_r = \frac{w_{ov} - w_0}{w_{ov}} \cdot 100 = \frac{8,7 - 6,8}{8,7} \cdot 100 = 20\%$$

$$f_{s,2r} = 63,75 \text{ МПа} \rightarrow \text{НАЙМЕНЬШЕЕ ЗНАЧЕНИЕ}$$

$$f_{s,1r} = f_{s,2r} [1 + 0,02 (H_a - 15)] = 76,5 \text{ МПа}$$

$$f_{s,10} = \frac{76,5}{1 + 0,02 (30 - 15)} = 58,85$$