



G.H. inženjering d.o.o.
Hum Zabočki 3c
49210 ZABOK

Program za dimenzioniranje betonskih poligonalnih i kružnih presjeka

prema Eurokodu 2 i hrvatskim normama

Priručnik

listopad, 2009.

Autor programa: **Horvat Jadranko** d.i.g.
Tvrтка: **G.H. inženjering** d.o.o.
Hum Zabočki 3c
49210 **ZABOK**



UPUTSTVO ZA KORIŠTENJE PROGRAMA EC2 Poligonalni presjeci

SADRŽAJ:

1. UVJETI KORIŠTENJA	list 2
2. UVOD	list 3
3. SADRŽAJ PROGRAMSKOG PAKETA	list 4
4. AUTORIZACIJA KORIŠTENJA PROGRAMA	list 5
5. UNOS OSNOVNIH PARAMETARA	list 7 - 10
6. ANALIZA, DIMEZIONIRANJE I ISPISI	list 11 - 17

Autor programa: **Horvat Jadranko d.i.g.**
Tvrтка: **G.H. inženjering d.o.o.**
Hum Zabočki 3c
49210 **ZABOK**



1. UVJETI KORIŠTENJA

Računalni program (u daljnjem tekstu: softver): "EC2 Poligonalni presjeci" vlasništvo je tvrtke **G.H. inženjering d.o.o.**

Sva prava su pridržana.

Ovaj softver može se koristiti isključivo na jednom računalu.

Zabranjeno je u cjelosti ili u pojedinim dijelovima mijenjati, dekompilirati (reverse engineering), kopirati, distribuirati ili davati u najam ovaj softver, kao i omogućiti drugim osobama da učine isto.

Ovaj softver zaštićen je propisima o intelektualnom vlasništvu (Zakon o autorskom pravu i srodnim pravima (NN 167/03, 79/07)). Kupnjom ovog softvera korisnik je kupio isključivo pravo na korištenje softvera, ali ne može na njega polagati nikakva autorska, intelektualna ili druga prava.

Sva vlasnička prava, kao i prava intelektualnog vlasništva vezana uz ovaj softver vlasništvo je tvrtke **G.H. inženjering d.o.o.**

Korisnik upotrebljavai softver isključivo na vlastiti rizik. **G.H. inženjering d.o.o.** ne snosi odgovornost za izravni ili neizravni gubitak, štetu ili izgubljenu dobit uzrokovanu nestručnom uporabom ili neodgovarajućim računalom.

G.H. inženjering d.o.o. garantira da će ovaj softver raditi na računalima koja odgovaraju minimalnim tehničkim preduvjetima za pokretanje ovog softvera, navedenim u poglavlju **2. UVOD**.

Korisnik dokazuje svoj status i licencu izvornim računom za kupljeni softver.

Napomena

Programi u DEMO verziji (freeware) mogu se besplatno isprobati u vlastitim uvjetima i na neograničeno vrijeme kako bi korisnik osobno utvrdio kako programi rade na njegovoj računalnoj opremi. Pune verzije programa dolaze s autorizacijom i licencom za svako pojedino računalo. Kupnjom i autorizacijom prihvaćaju se ovi uvjeti korištenja.

Autor programa: **Horvat Jadranko d.i.g.**
Tvrтка: **G.H. inženjering d.o.o.**
Hum Zabočki 3c
49210 **ZABOK**



2. UVOD

Programom se provodi dimenzioniranje betonskih simetričnih i nesimetričnih poligonalnih presjeka, punih i cijevnih kružnih presjeka na jednoosno ili dvoosno savijanje sa ili bez uzdužne sile. Metoda dimenzioniranja presjeka zasniva se na osnovnim pravilima dimenzioniranja prema HRN ENV 1992-1-1, za tipične dijagrame napon - deformacija:

- parabola - pravac u betonskom dijelu presjeka ($\epsilon_{c1}=2\text{‰}$; $\epsilon_c=3.5\text{‰}$)
- i bilinearnom za armaturu ($\epsilon_{uk}=20\text{‰}$) .

Za određivanje granične nosivosti presjeka primijenjena su *načela i pravila primjene* poglavlja 4.3 Eurokoda 2 - ENV 1992-1-1:1991.

Za detaljnije proračunske osnove ili obrazloženja nazovite autora programa na telefonski broj **049 223 447**, ili pošaljite pitanja na e-mail adresu info@ghinz.hr .

Radi jednostavnosti korištenja program Vas praktički vodi kroz unošenje potrebnih parametara za dimenzioniranje, a potom Vam daje mogućnosti za dimenzioniranje, izmjene, preglede i ispise.

Za korištenje ovog programa trebaju biti ispunjeni slijedeći minimalni zahtjevi:

- postavljen operativni sustav **Windows XP**,
- PC sa radnim taktom procesora 300 MHz ili više;
- 128 MB RAM ili više,
- 2 MB slobodnog prostora na tvrdom disku,
- Super VGA grafička kartica i monitor s razlučivošću radne površine od 1280 x 1024 px,
- CD-ROM ili DVD optički uređaj,
- tipkovnica i miš.

Bilo bi nam dobrodošlo i drago da nam iskažete Vaše dojmove, primjedbe ili prijedloge za poboljšanje ovog programskog paketa. U razvoju programa su eliptični puni i šuplji presjeci, te direktno generirani programom specifični presjeci **U**, **V** i drugi presjeci.

Zahvaljujemo Vam što ste nam iskazali povjerenje kupovinom ovog programskog paketa.

Autor programa: **Horvat Jadranko** d.i.g.
Tvrтка: **G.H. inženjering** d.o.o.
Hum Zabočki 3c
49210 **ZABOK**



3. SADRŽAJ PROGRAMSKOG PAKETA

Cjelokupni program koristi datoteke koje dobivate kupnjom programa. Datoteke su grupirane i sažete u osnovnoj datoteci: "**EC2_PP.zip**", Navedenu datoteku kopirajte u "folder" s proizvoljnim nazivom (preporučamo da formirate "folder" u kojem će se nalaziti samo ovaj program s pripadnim datotekama). Na primjer naziv "Poligonalni_Presjeci" ili slično.

U programskom paketu nalaze se slijedeće datoteke:

- **EC2_Poligonalni_Presjeci.exe**,
- **konzola_43x100.exe**,
- **momenti.bmp**,
- **PPresjeci.ico**,
- **PPresjeci.pbr**,
- **PPRESJECI.RES**, i
- **Uputstvo_Poligonalni_Presjeci.pdf**

Sve ove datoteke sastavni su dio programa i moraju biti u jednom "folderu". U slučaju da neka od datoteka nedostaje (osim **Uputstvo_Poligonalni_Presjeci.pdf**) program ne možete koristiti!

Nakon autorizacije programa dodatno će se kreirati i datoteka **License.003** koja je isto tako nužna za nesmetan rad programa.

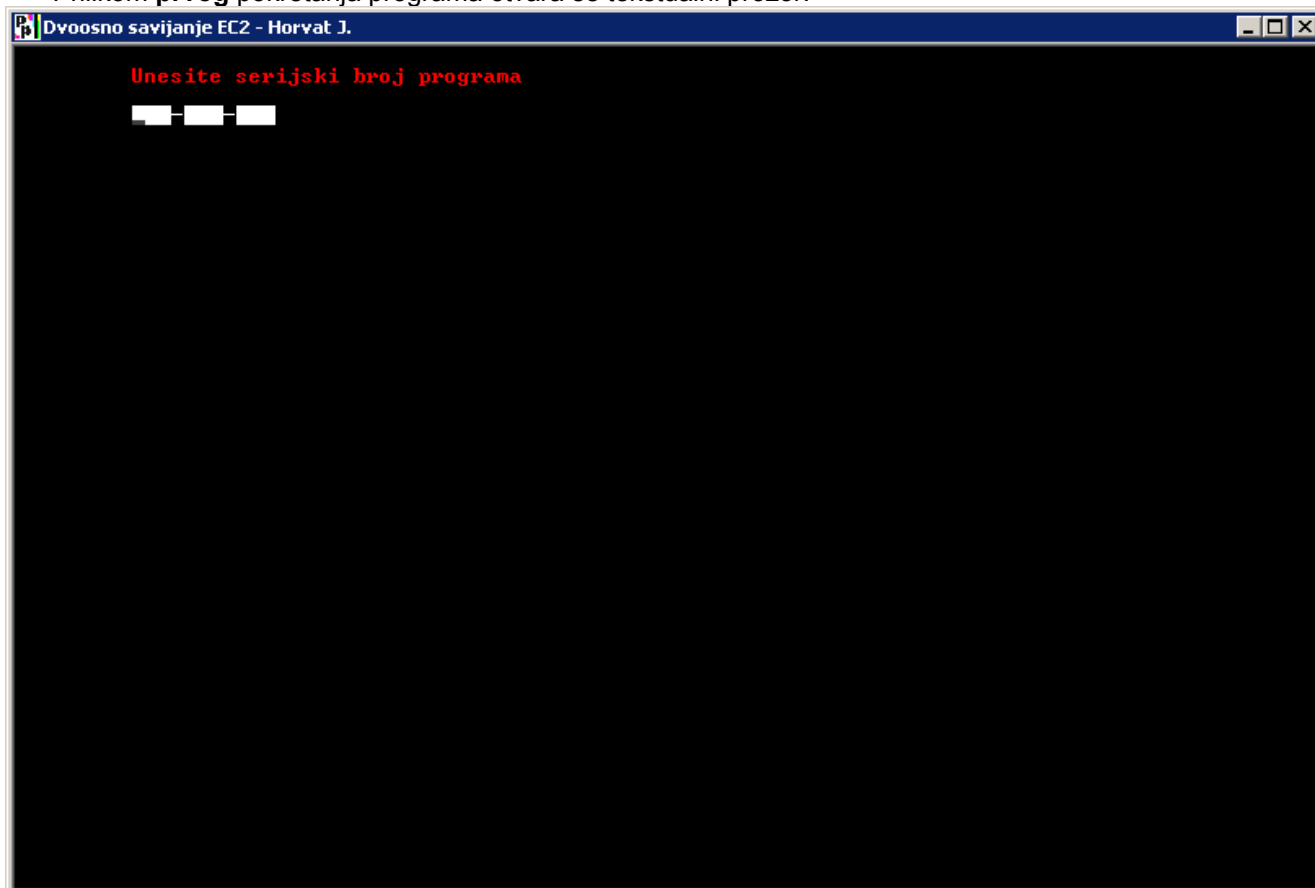
U slučaju da navedene datoteke mijenjate ili dopunjavate ne garantiramo siguran rad programa.

Autor programa: **Horvat Jadranko d.i.g.**
Tvrtka: **G.H. inženjering d.o.o.**
Hum Zabočki 3c
49210 **ZABOK**



4. AUTORIZACIJA KORIŠTENJA PROGRAMA

Prilikom **prvog** pokretanja programa otvara se tekstualni prozor:

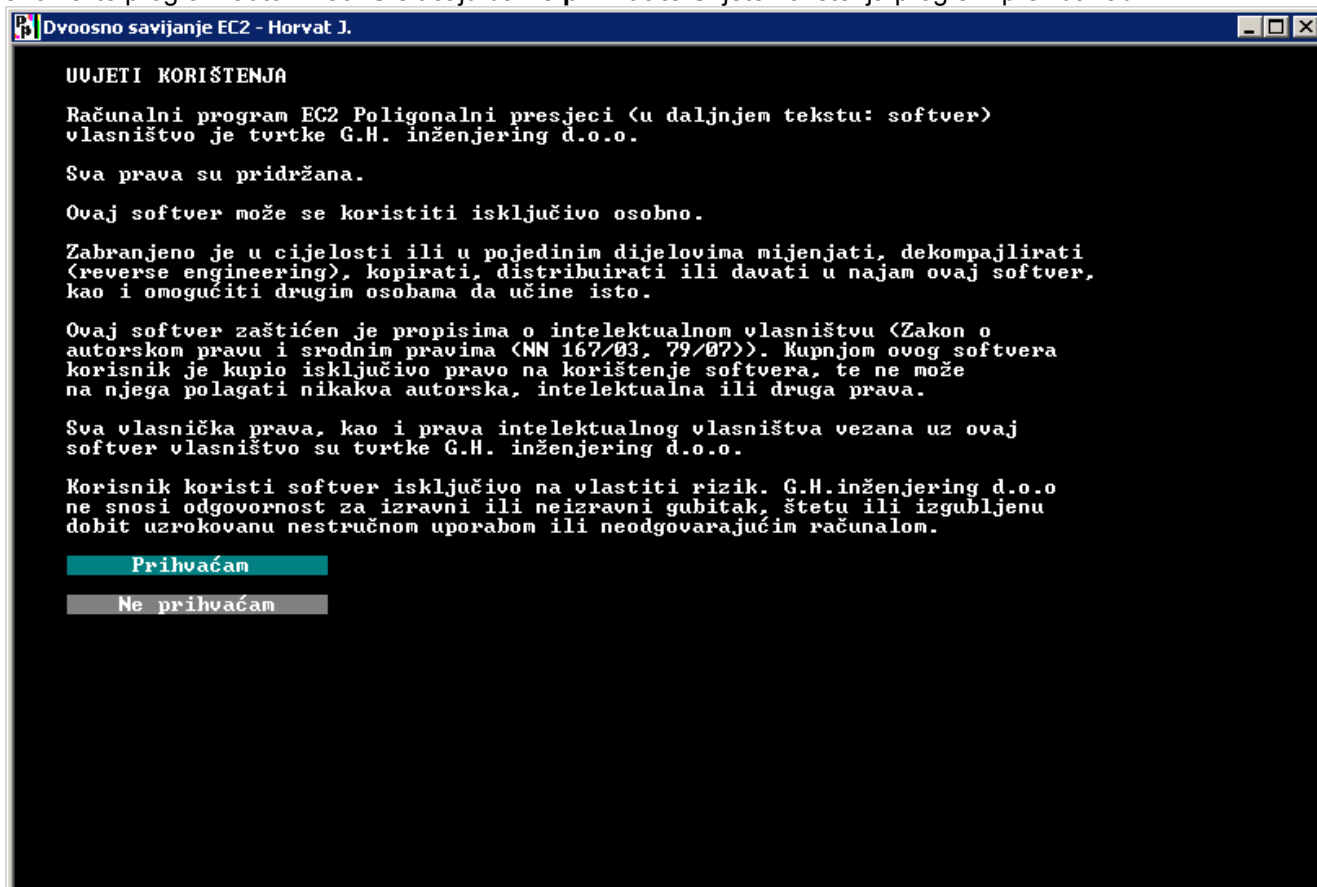


Jednostavno unesite Vaš serijski broj programa koji se sastoji od devet brojki međusobno odvojenih znakom "-". Vaš serijski broj dobili ste kupnjom programa. Program Vam daje mogućnost unosa **samo brojeva**, **bez** znaka "-". Ako nakon 3 (tri) uzastopna unosa niste ispravno unijeli serijski broj program prekida rad.

Autor programa: **Horvat Jadranko d.i.g.**
Tvrтка: **G.H. inženjering d.o.o.**
Hum Zabočki 3c
49210 **ZABOK**



Nakon unosa točnog serijskog broja program će otvoriti prozor s Uvjetima korištenja koje morate **prihvatiti** ako želite program autorizirati. U slučaju da **ne prihvatite** Uvjete korištenja program prekida rad.



Nakon prihvaćanja Uvjeta korištenja program će formirati datoteku **License.003** koju trebate poslati na e-mail adresu info@ghinz.hr , i zatražiti autorizaciju programa. Mi ćemo Vam u roku od 48 sati vratiti usklađenu datoteku **Licence.003** koja Vam omogućava korištenje programa. Vraćenu datoteku jednostavno kopirajte u "folder" gdje se nalaze i ostale datoteke koje pripadaju programu. Pokretanjem glavnog programa - datoteka **EC2_Poligonalni_presjeci.exe** provodi se autorizacija korištenje programa, i možete nesmetano nastaviti s radom u programu.

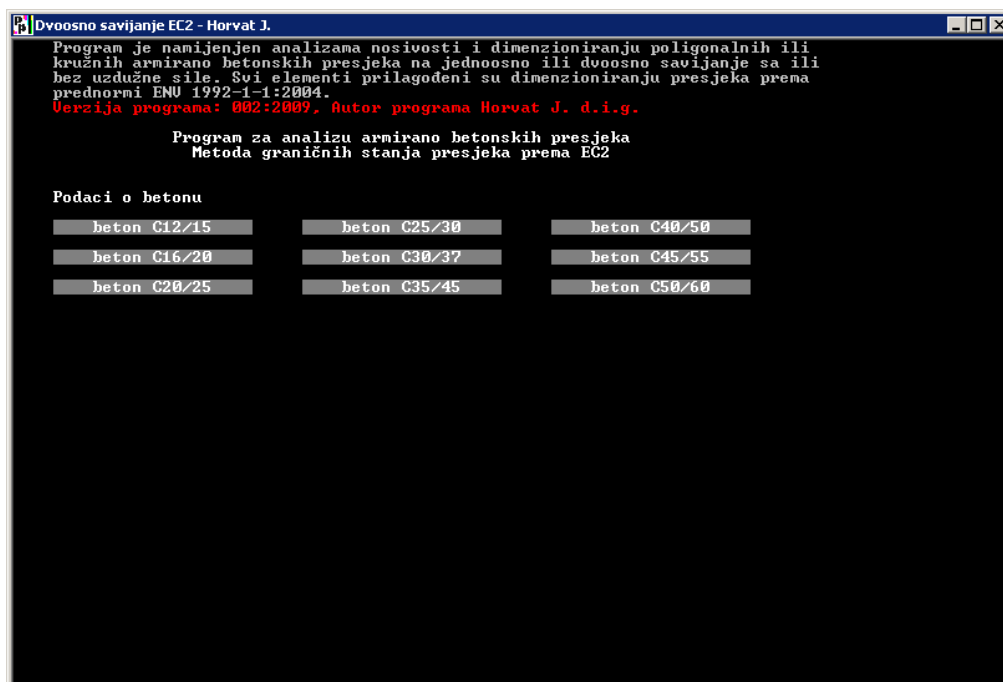
U slučaju da ste redovni korisnik programa datoteka **Licence.003**, ostaje nepromijenjena trajno, i za sve dopune ili korekcije osnovne verzije programa u roku od jedne godine od dana kupnje programskog paketa. Ova autorizacija ne vrijedi za daljnje verzije programa!

Autor programa: **Horvat Jadranko d.i.g.**
Tvrтка: **G.H. inženjering d.o.o.**
Hum Zabočki 3c
49210 **ZABOK**

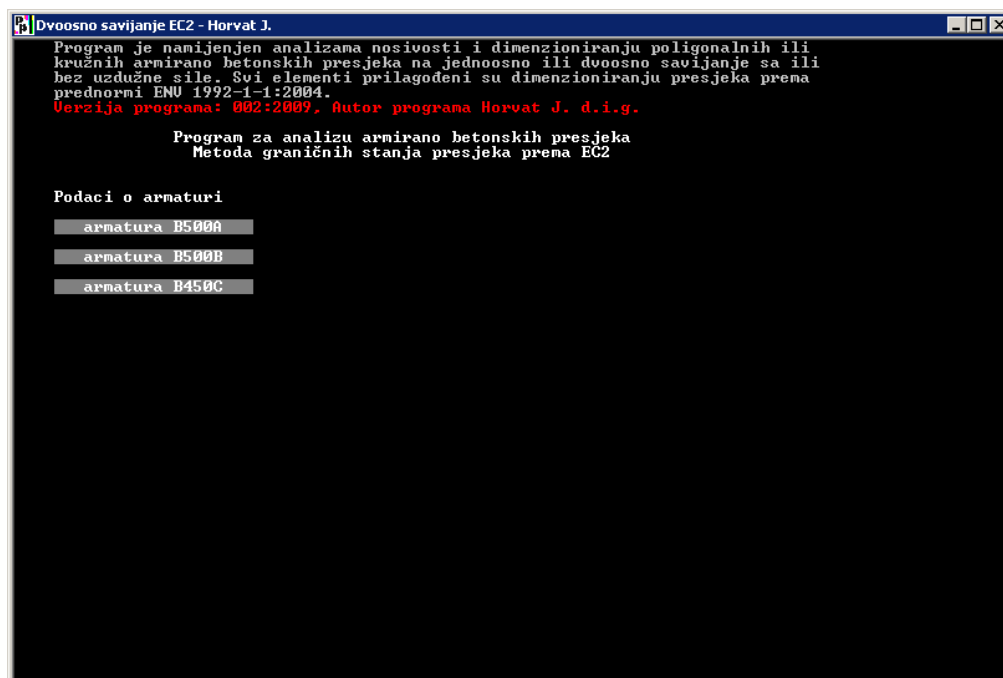


5. UNOS OSNOVNIH PARAMETARA

Nakon pokretanja datoteke **EC2_Poligonalni_presjeci.exe** otvara se prozor u lijevom gornjem uglu Vašeg monitora, na kojem izbor betona određujete klikom miša u području sivo označenih polja s bijelim tekstom oznake betona. Nakon izbora odabrano polje postaje bijelo, a slova crna.



U primjeru je odabran beton klase čvrstoće C25/30. Nakon izbora klase čvrstoće betona slijedi postupak izbora armature. Program otvara prozor za izbor armature.

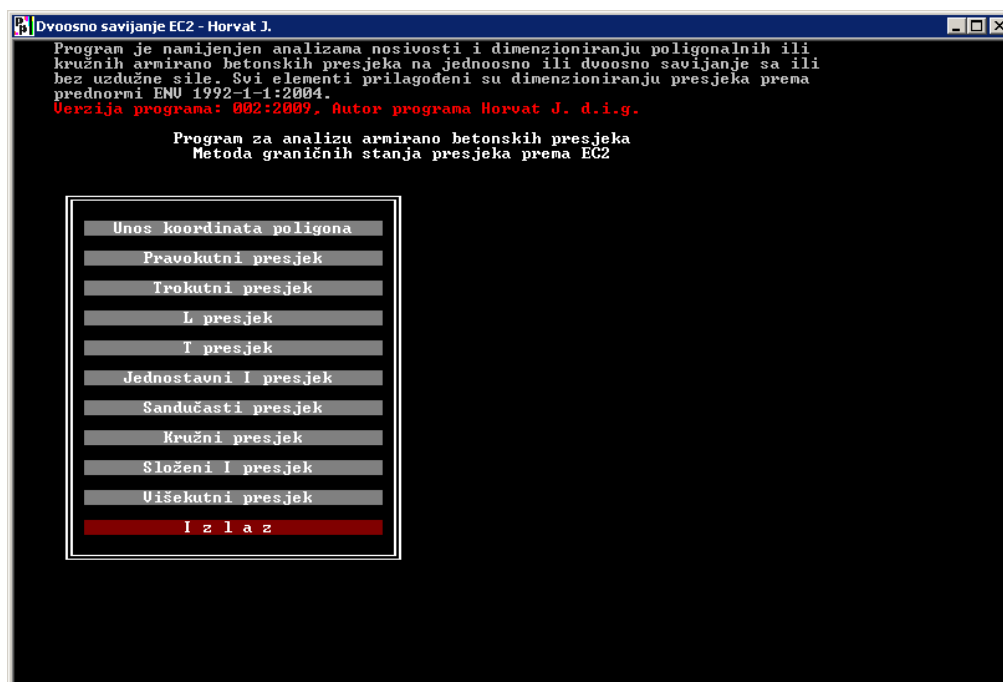


Autor programa: **Horvat Jadranko d.i.g.**
Tvrтка: **G.H. inženjering d.o.o.**
Hum Zabočki 3c
49210 **ZABOK**

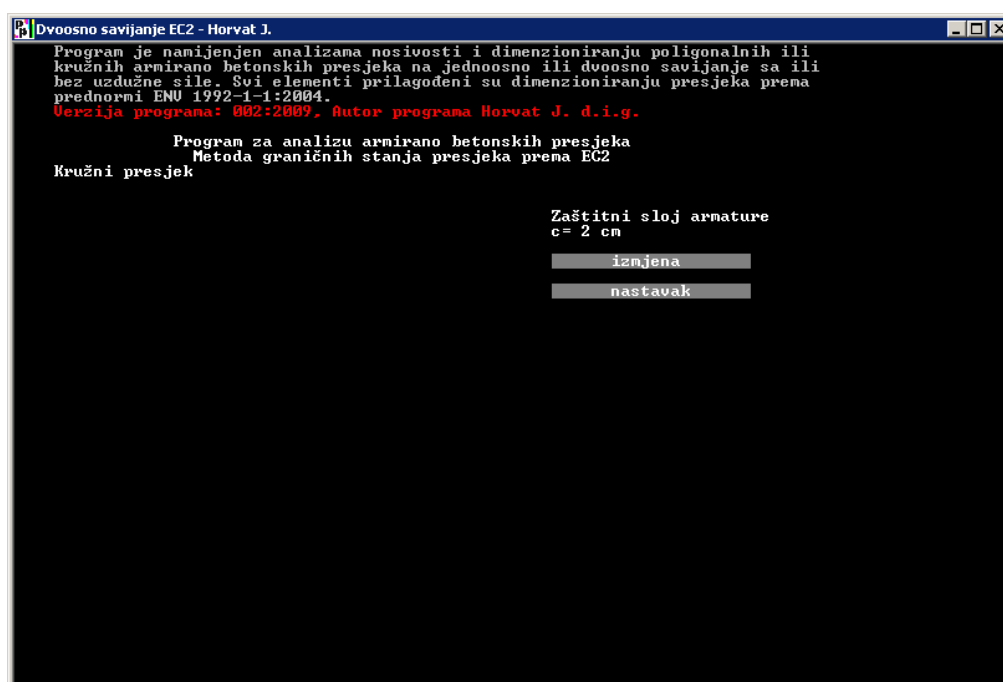


Izbor armature provodite klikom miša u području sivo označenih polja s oznakama armature. Izabrano polje postaje bijelo, a slova crna. U primjeru odabrana je armatura B500B.

Slijedi prozor izbora presjeka na kojem možete odabrati ponuđenu vrstu betonskog presjeka ili završiti rad u programu, klikom miša na polje izbora.



Svaka od odabranih opcija jednostavno Vas vodi do unosa i određivanja dimenzija presjeka, i postavljanja armaturnih šipki u presjek. Za svaki unos presjeka otvara se dodatno (desno od tekstualnog prozora) i grafički prozor na kojem je prikazan presjek i oznake dimenzija, koje morate unijeti da se u programu mogu generirati potrebni podaci. Za primjer daje se izabrani kružni presjek.



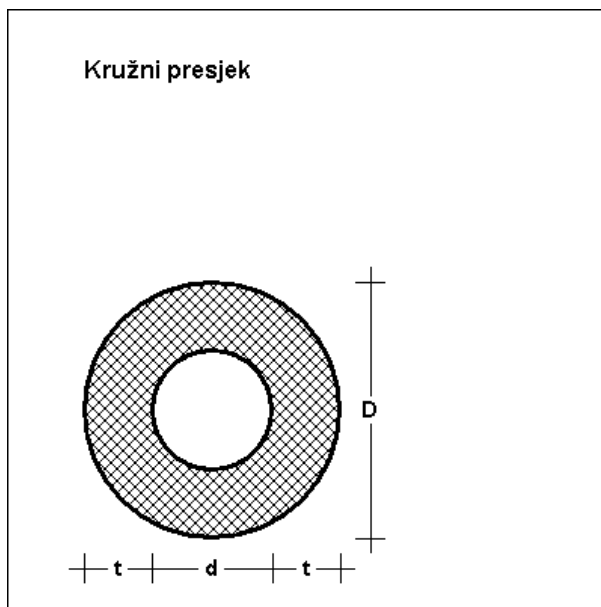
Autor programa: **Horvat Jadranko d.i.g.**

Tvrtka: **G.H. inženjering d.o.o.**
Hum Zabočki 3c
49210 **ZABOK**

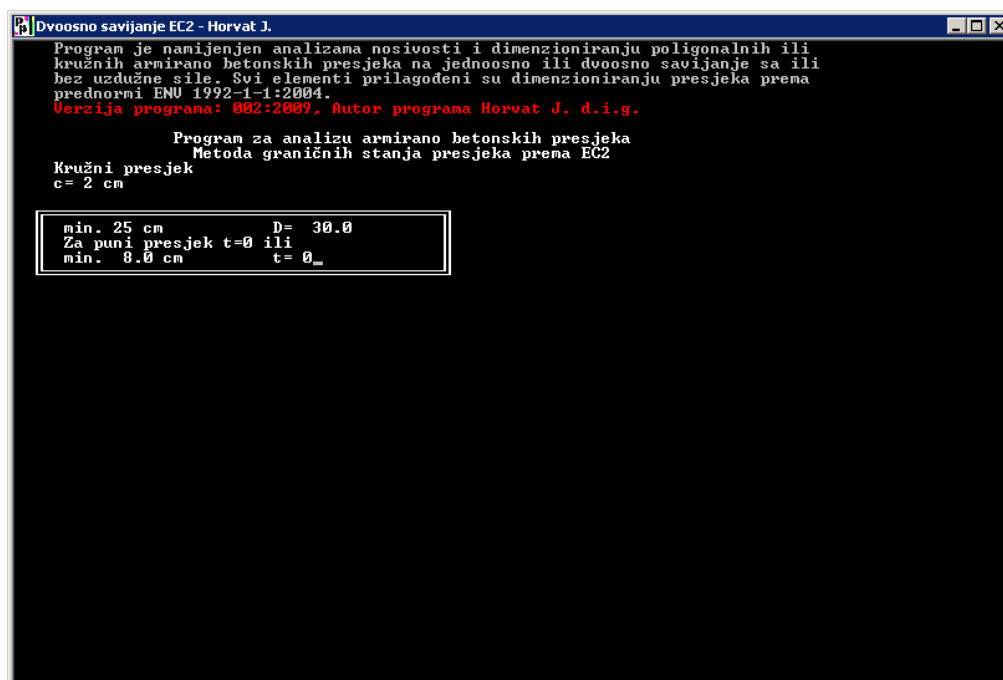


Sve dimenzije presjeka unose se u centimetrima [cm], a sile u [kN] i [kNm]!

Prvi parametar je čisti zaštitni sloj armature koji možete prihvatiti **nastavak**, ili promijeniti **izmjena**. Uz tekstualni - radni i aktivni - prozor nalazi se i grafički prozor. U primjeru je odabran čisti ponuđeni zaštitni sloj $c=2$ cm. U programu su ograničene veličine zaštitnog sloja $2 \text{ cm} \leq c \leq 7.5 \text{ cm}$, koje se ne mogu prekoračiti.



Nakon unosa zaštitnog sloja armature unosite dimenzije kružnog punog ili šupljeg presjeka. Program pretpostavlja zadane minimalne dimenzije ispod kojih ne možete unositi vrijednosti! Ujedno, ako se unutar zadanog promjera kružnog presjeka ne može postaviti šupljina promjera barem 5 cm, program Vam neće omogućiti unos debljine stijenke.



Za primjer je odabran puni kružni presjek promjera 30 cm. **Svaki brojčani ili tekstovni unos podataka provodi se upisom vrijednosti i potvrdom [Enter].** Zadani podaci crtaju se u grafičkim prozoru odmah iza unosa, s ispisom karakteristika zadanog presjeka (površina, koordinate težišta presjeka od najniže i kranje lijeve

Autor programa: **Horvat Jadranko d.i.g.**

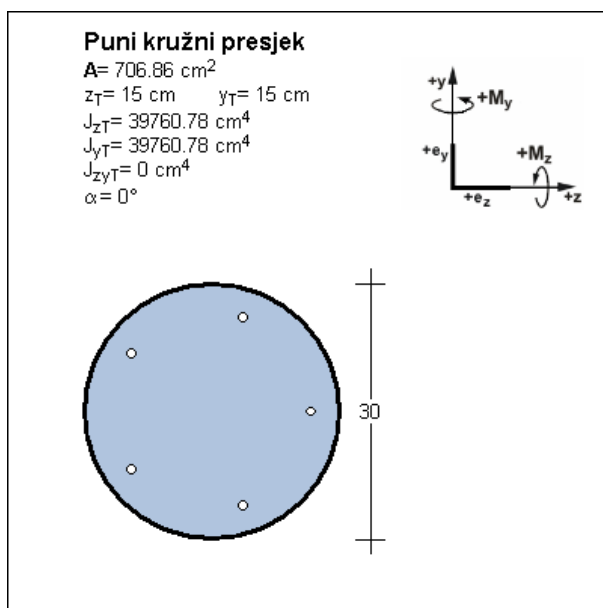
Tvrtka: **G.H. inženjering d.o.o.**
Hum Zabočki 3c
49210 **ZABOK**



točke presjeka, momenti inercije i kut glavnih osi) i ucrtanom raspoređenom armaturom unutar presjeka. Unutar kružnog presjeka automatski se postavlja minimalno **5** šipki. Za eventualno veće promjere presjeka maksimalni razmak šipki od 30 cm određuje broj šipki u presjeku.

Kod svih vrsta presjeka dovoljno je jasno koje podatke o presjeku treba unijeti u toku rada, pa se ne daju dodatna objašnjenja postupka. Ako imate dodatna pitanja pošaljite upit na e-mail adresu: info@ghinz.hr.

Izgled grafičkog prozora nakon unosa podataka o presjeku (osnovni podaci o karakteristikama presjeka s nacrtanim presjekom i armaturom u proporcionalnom mjerilu. Moramo napomenuti da će, za presjeke koji imaju dimanzije veće od ~120 cm, crtež presjeka biti jako umanjen (da stane na grafički prozor), pa eventualno veliki broj armaturnih šipki neće biti grafički dobro prikazane obzirom na proporcije presjeka. Naime, sve šipke biti će ucrtane, ali mogu zbog umanjivanja crteža biti nacrtane jedna preko druge, ili preko konture presjeka. Uvo naravno ne utječe na rezultate dimenzioniranja.

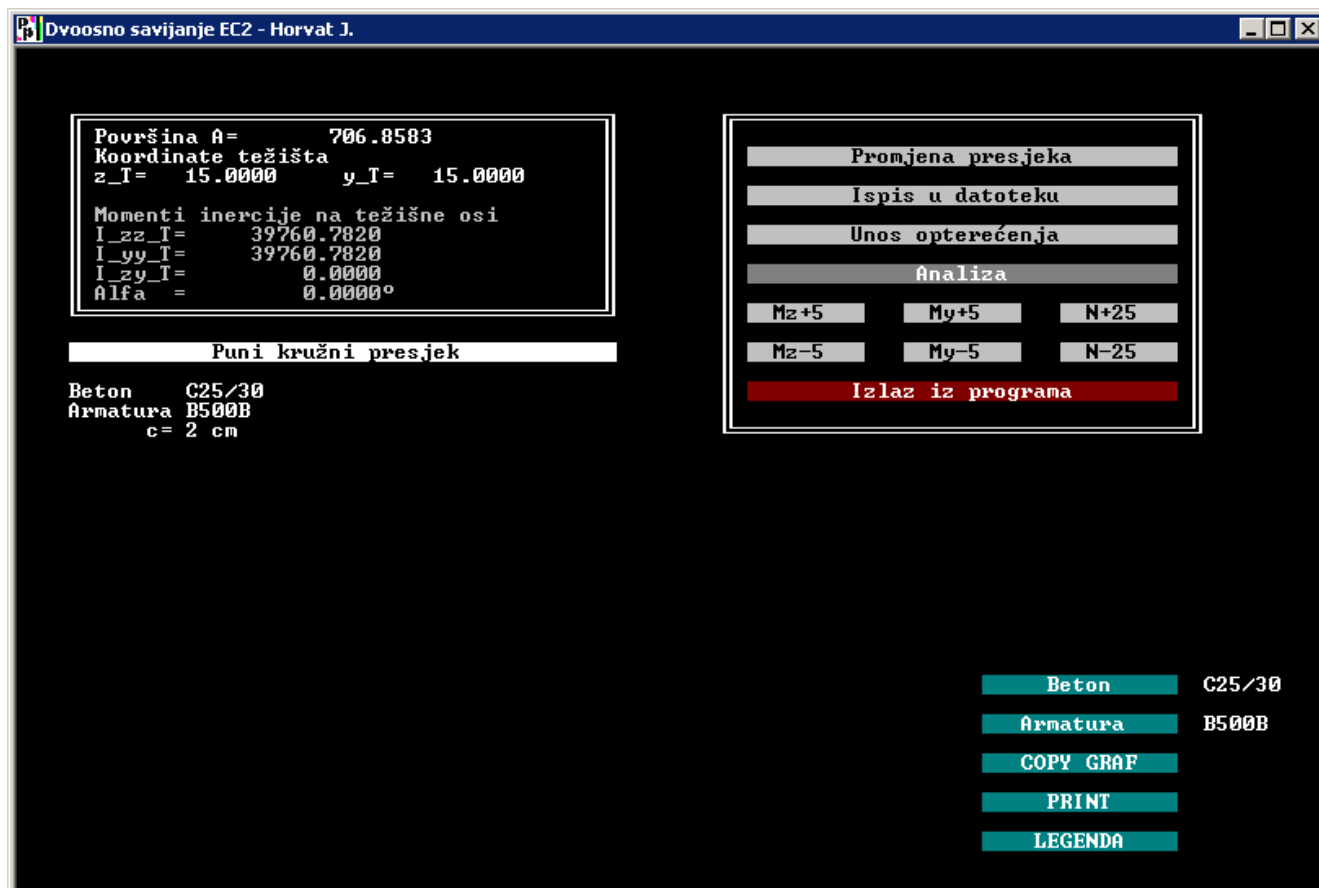


Autor programa: **Horvat Jadranko d.i.g.**
Tvrtka: **G.H. inženjering d.o.o.**
Hum Zabočki 3c
49210 **ZABOK**



6. ANALIZA, DIMEZIONIRANJE I ISPISI

Uz grafički prozor se na tekstualnom prozoru otvaraju mogućnosti za nastavak ili prekid rada, odnosno početak dimenzioniranja presjeka, pregleda i ispisa i konačno izlaza iz programa.



Na gornjoj desnoj strani prozora su izborna polja (izbor se provodi klikom miša na željeno polje):

Promjena presjeka

Vraćate se na izbor novog presjeka, a podaci o dimenzijama i armaturnim šipkama su izbrisani. Zadano vanjsko granično opterećenje ostaje nepromijenjeno, kao i podaci o zaštitnom sloju, armaturi i betonu.

Ispis u datoteku

Svi podaci koji su zadani, uključivo i podatke dimenzioniranja upisuju se u tekstualnu datoteku pod nazivom **Dimen_eks_sav.txt**. Datoteku možete otvarati, pregledavati, kopirati, ili dorađivati nakon svakog ispisa u datoteku, kao i po završenom radu s programom. Datoteka je u istom "folderu" kao i sve programske datoteke.

Unos opterećenja

Izborom ovog polja unosite **granično** opterećenje presjeka. Ako u toku rada niste zadali opterećenje na tekstualnom prozoru **nema** ispisa opterećenja. Ako ste odabrali provođenje analize i dimenzioniranja, a opterećenje nije zadano, program će prije nastavka rada tražiti unos opterećenja. Opterećenje se unosi kao uzdužna tlačna sila **N** [kN], ekscentricitet od težišta presjeka **e_z** i **e_y** [cm] i Momenti oko osi z - **M_z** i osi y - **M_y** [kNm]. Sve brojčane vrijednosti možete unosti s decimalnim zarezom ",", ili decimalnom točkom ".". To znači da će program prihvatiti kao brojčani istovrijedni podatak 3,55 i 3.55. Ovo vrijedi za sve unose brojčanih podataka. Za unos opterećenja otvaraju se u desnom gornjem uglu tekstualnog prozora polja za unos opterećenja.

Autor programa: **Horvat Jadranko d.i.g.**
 Tvrtka: **G.H. inženjering d.o.o.**
 Hum Zabočki 3c
 49210 ZABOK



Dvoosno savijanje EC2 - Horvat J.

Površina A= 706.8583 Koordinate težišta z _T = 15.0000 y _T = 15.0000 Momenti inercije na težišne osi I _{zz_T} = 39760.7820 I _{yy_T} = 39760.7820 I _{zy_T} = 0.0000 Alfa = 0.0000°	Uzdužna sila [kN] + tlak N= 1500.00 Ekscentricitet [cm] z= 11.00 Ekscentricitet [cm] y= 3.00 Momenti [kNm] oko osi z - M _z = 0.00 oko osi y - M _y = 0
--	---

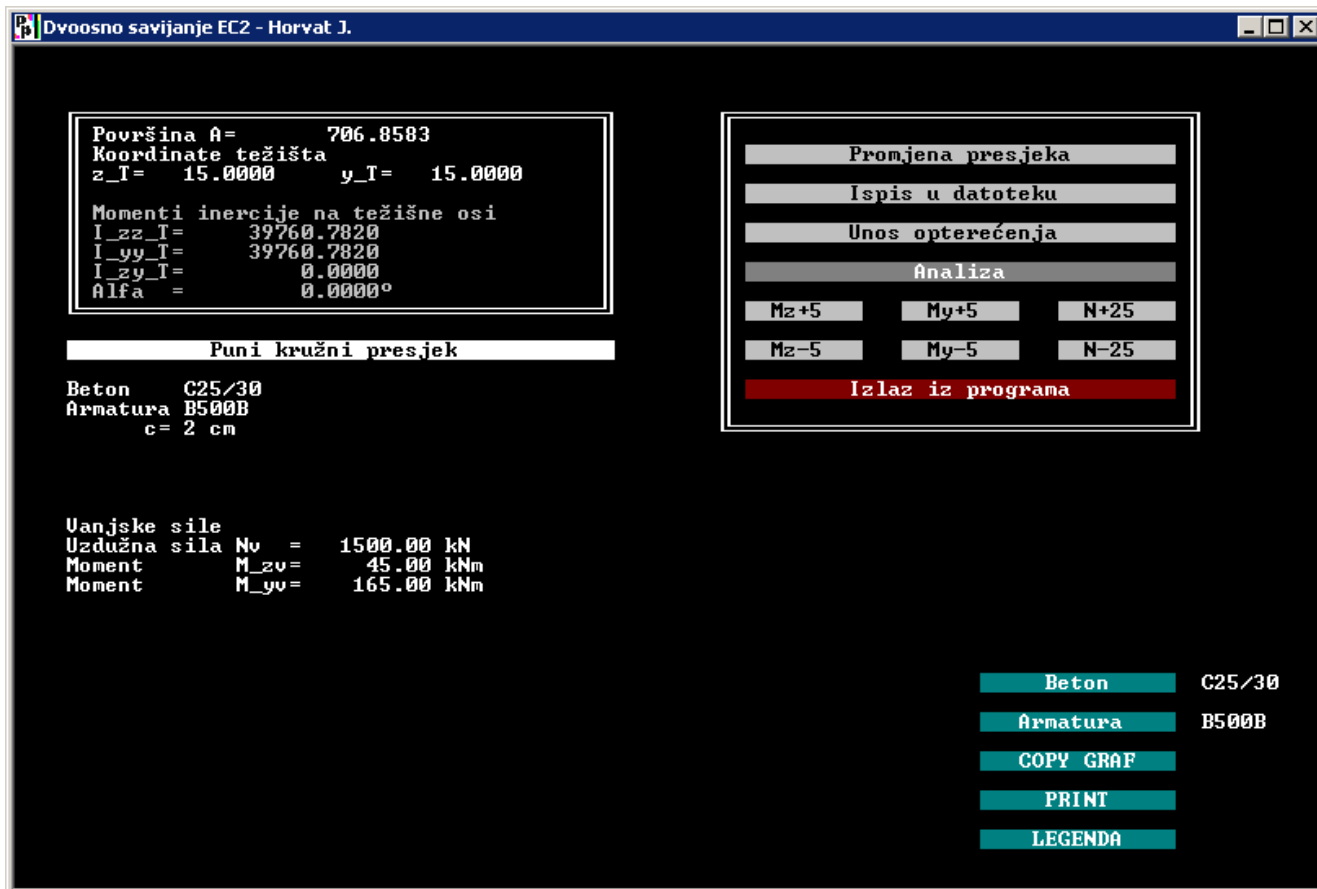
Puni kružni presjek

Beton C25/30
 Armatura B500B
 c= 2 cm

C25/30
 B500B

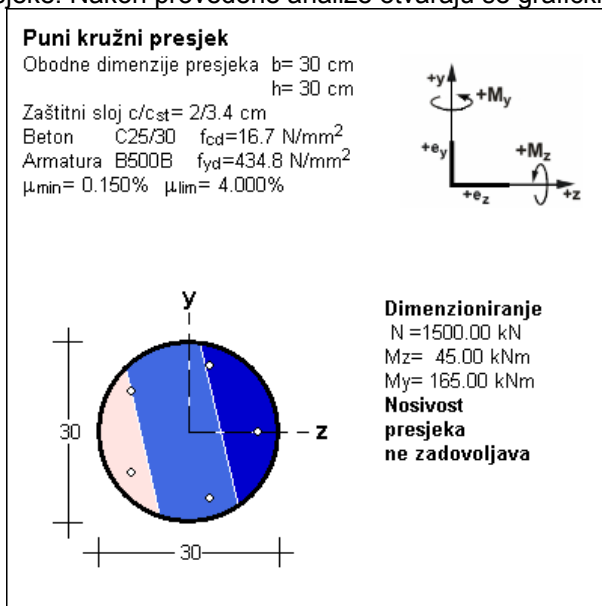
Za primjer je odabrana tlačna uzdužna sila **N=1500** kN, s pripadnim ekscentricitetima **e_z=11** cm, **e_y=3** cm. Nakon unosa zadanih vrijednosti program se "vraća" na prethodni prozor, na kojem će i ispisati novo zadano opterećenje preneseno u vrijednosti pripadnih momenata (**M_z=45** kNm, a **M_y=165** kNm), bez posebnog ispisa ekscentriciteta, i "čeka" daljnje naredbe.

Autor programa: **Horvat Jadranko d.i.g.**
 Tvrtka: **G.H. inženjering d.o.o.**
 Hum Zabočki 3c
 49210 ZABOK



Analiza

Ako je opterećenje zadano program provodi analizu, i dimenzioniranje presjeka na zadano opterećenje. Ako opterećenje nije zadano traži se unos opterećenja i potom se provodi analiza i dimenzioniranje. Ovisno o kutevima vanjskog opterećenja i složenosti opterećenja i presjeka program provodi analizu na savijanje sa ili bez uzdužne sile na veliki i mali ekscentricitet, ili na centrički pritisak. Ukoliko je zadano opterećenje u području malih ekscentriciteta proračun traje malo dulje. U pravilu analiza i dimenzioniranje traju približno 1 do 2 sekunde za jednostavnije presjeke. Nakon provedene analize otvaraju se grafički i glavni tekstualni prozor.



Autor programa: **Horvat Jadranko d.i.g.**

Tvrtka: **G.H. inženjering d.o.o.**
Hum Zabočki 3c
49210 **ZABOK**



Program će nacrtati presjek u grafičkom prozoru u proporcionalnom mjerilu i ispisati rezultate, kao i osnovne ulazne podatke. U danom primjeru **prekoračena** je vrijednost granične nosivosti presjeka, i nema rezultata dimezioniranja. Nacrtan je presjek s deformacijama za računsku vrijednost postotka armiranja presjeka, koja je veća od limitirane (najveće) dopuštene vrijednosti koeficijenta armiranja. U tekstualnom prozoru ispisani su praktički isti podaci uz dopunu do koje granice je variran koeficijent (postotak) armiranja presjeka.

Dvoosno savijanje EC2 - Horvat J.

Površina A= 706.8583
Koordinate težišta
z_T= 15.0000 y_T= 15.0000

Momenti inercije na težišne osi
I_{zz_T}= 39760.7820
I_{yy_T}= 39760.7820
I_{zy_T}= 0.0000
Alfa = 0.0000°

Puni kružni presjek

Beton C25/30
Armatura B500B
c= 2 cm

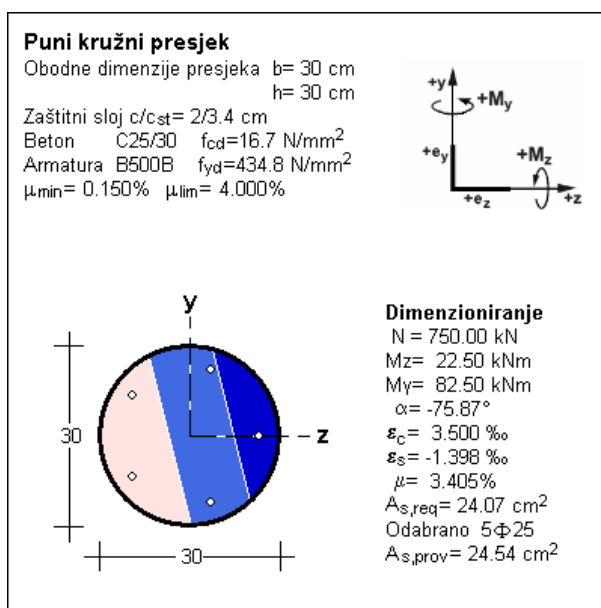
Uanjske sile
Uzdužna sila N_v = 1500.00 kN
Moment M_{zv} = 45.00 kNm
Moment M_{yv} = 165.00 kNm
Kut n.o. betona = -76.62°

Deformacije u presjeku
Beton e_c = 3.500 promila
Armatura e_s = -0.445 promila

Podaci o armaturi
Koeficijent armiranja presjeka = 5.202 [%] >= 4.000 [%]
Ukupna armatura A_s = 36.60 cm²
Broj šipki armature = 5
Omjer vlačne i tlačne armature = 1.00

Beton C25/30
Armatura B500B
COPY GRAF
PRINT
LEGENDA

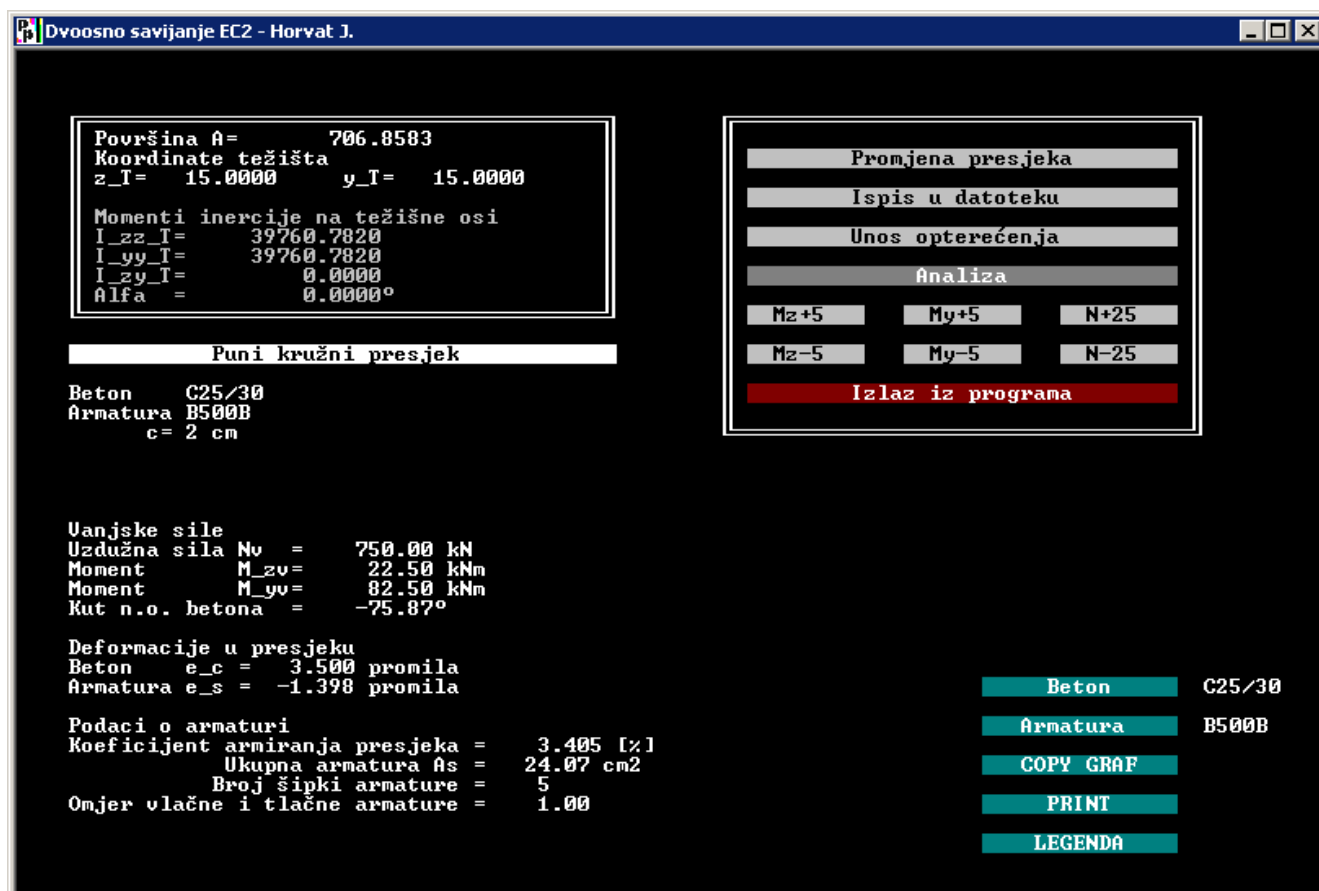
Ponavljamo postupak sa smanjenim opterećenjem **N=750 kN**, s pripadnim ekscentricitetima **e_z=11 cm**, **e_y=3 cm**, unosom opterećenja i potom provođenjem analize. Dimenzioniranje presjeka traje ~4 sekunde (ovisno o računalu). Rezultati su dani na grafičkom prozoru.



Autor programa: **Horvat Jadranko d.i.g.**
 Tvrtka: **G.H. inženjering d.o.o.**
 Hum Zabočki 3c
 49210 **ZABOK**



i glavnom tekstualnom prozoru.



U daljnjem radu mogu se raditi analize, ispisi i promjene naredbama:

Mz+5

Program generira povećanje momenta oko osi **z** za 5.00 kNm ($M_z=M_z+5$), i automatski provodi novu analizu za zadano opterećenje.

Mz-5

Program generira smanjenje momenta oko osi **z** za 5.00 kNm ($M_z=M_z-5$), i automatski provodi novu analizu za zadano opterećenje.

My+5

Program generira povećanje momenta oko osi **y** za 5.00 kNm ($M_y=M_y+5$), i automatski provodi novu analizu za zadano opterećenje.

My-5

Program generira smanjenje momenta oko osi **y** za 5.00 kNm ($M_y=M_y-5$), i automatski provodi novu analizu za zadano opterećenje.

N+25

Program generira povećanje uzdužne sile za 25.00 kN ($N=N+25$), i automatski provodi novu analizu za zadano opterećenje.

N-25

Program generira smanjenje uzdužne sile za 25.00 kN ($N=N-25$), i automatski provodi novu analizu za zadano opterećenje. U slučaju da je uzdužna sila manja od minimalne uzdužne sile koja se uzima u proračunu prema

Autor programa: **Horvat Jadranko d.i.g.**

Tvrtka: **G.H. inženjering d.o.o.**
Hum Zabočki 3c
49210 **ZABOK**



Eurokodu 2, program će u proračunu "zapamtiti" zadanu silu, ali će računaska sila biti **N=0.00** kN! Novim povećanjem i dosizanjem vrijednosti minimalne uzdužne sile računaska sila će se uzeti u proračun.

Izlaz iz programa

Završava se rad u programu, i zatvaraju se svi prozori.

Beton

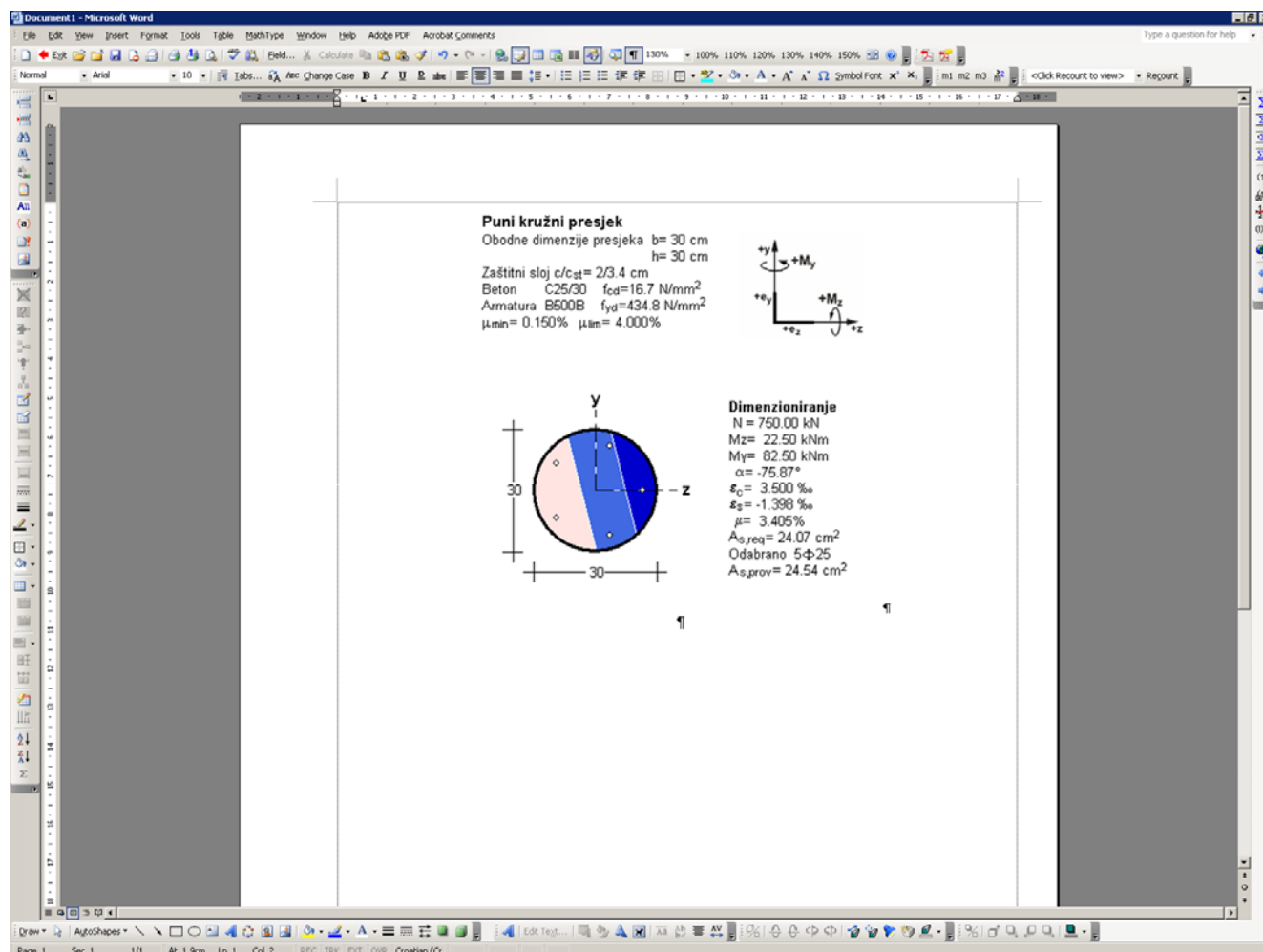
Ovim izborom mijenja se beton za dimenzioniranje sa svim pripadnim karakteristikama. Program nakon promjene betona automatski provodi analizu i dimenzioniranje, i potom ispisuje i crta nove rezultate.

Armatura

Ovim izborom mijenja se armatura za dimenzioniranje sa svim pripadnim karakteristikama. Program nakon promjene armature automatski provodi analizu i dimenzioniranje, i potom ispisuje i crta nove rezultate, uvažavajući promjenu čelika.

COPY GRAF

Ovim izborom kopirate prikazani grafički prozor (kao bitnu mapu) na Clipboard. Ovu bitnu mapu možete prenijeti u bilo koju aplikaciju korištenjem Windows opće naredbe "Paste". Ovaj oblik kopiranja dopušten je u bilo kojem dijelu rada s programom, odnosno kada je opcija otvorena na tekstualnom - glavnom prozoru. Kopirani grafički prozor po provedenom dimenzioniranju za opisani primjer u **MS Word**-u izgleda ovako:



PRINT

Praktički klasična Windows naredba kojom ispisujete na odabrani pisač (printer) osnovne podatke o presjeku, podatke dimenzioniranja, konture presjeka u proporcionalnom mjerilu s grafičkim (bojama označenim) stanjem

Autor programa: **Horvat Jadranko d.i.g.**
Tvrтка: **G.H. inženjering d.o.o.**
Hum Zabočki 3c
49210 **ZABOK**



deformacija u presjeku na odabrani printer. Ako imate instaliranu bilo koju aplikaciju za ispis u PDF formatu ili verziju **Adobe Acrobat Pro** programa možete navedene podatke ispisati i u PDF datoteku. Programom se može ova vrsta ispisa na pisač provoditi za dijelove programa kao i kod izbora **COPY GRAF**.

LEGENDA

Ovim izborom na grafičkom prozoru se uključuje ili isključuje prikaz oznaka deformacija u presjeku (samo za stanje poslije provedenog dimenzioniranja).

Program je namijenjen za profesionalno korištenje kod dimenzioniranja poligonalnih i kružnih formi presjeka. Može se koristiti za proračune konstrukcija i izrade projekata, a posebno je koristan za brze provjere nosivosti i analize izbora presjeka. Sve Vaše sugestije biti će nam dobrodošle, možete nas kontaktirati: info@ghinz.hr