

UPORABA RAČUNALNIŠKIH PROGRAMOV ZA KONSTRUIRANJE ARMATURE V SLOVENIJI

USAGE OF SOFTWARE FOR REINFORCEMENT DESIGN IN SLOVENIA

Jerica Rihar, univ. dipl. inž. grad.
jerica.rihar@siol.net

Strokovni članek
UDK 004.2:624.04

Povzetek | Še ne tako dolgo nazaj se je armaturne risbe večinoma izdelovalo na risalnih deskah, le v redkih primerih so se izdelovale z računalniki in programi. Po prvih poskusih razvoja posebnih programov za risanje armature so se tudi za to delo začeli uporabljati programi, ki so bili namenjeni za tehnično risanje v katerikoli stroki. Najbolj razširjen izmed teh programov je AutoCAD, ki predstavlja nekakšno izhodišče razvoju programov za konstruiranje armature. Njihov napredek v zadnjem desetletju je bil velik, kar se odraža tudi v tem, da je danes pri nas na voljo več različnih tovrstnih programov, risalne deske pa je praktično v celoti zamenjal računalniški zaslon. V članku smo predstavili osnovne značilnosti treh programov za konstruiranje armature, ki se pri nas najbolj uporabljajo, in jih primerjali z AutoCAD-om.

Ključne besede: konstruiranje armature, armaturne risbe, opazne risbe, programi, standardi

Summary | Not so long ago reinforcement drawings were mostly created manually on drawing boards. In rare cases they were created with the help of a computer and software. After the first trials to develop special programs for the reinforcement drawings, software for technical drawing with wide spectrum of application (architecture, civil engineering, mechanical engineering, ...) was mostly used. The most widespread of these programs is AutoCAD, which represents a platform for development of the reinforcement design software. Their progress in the last decade has been significant, which is also reflected in the fact that today in our country there are several different types of software for reinforcement design and the drawing board is practically completely replaced by a computer screen. In the paper, the basic characteristics of the three most frequently used programs for reinforcement construction are presented and compared with AutoCAD.

Keywords: reinforcement design, reinforcement drawings, formwork drawings, software, standards

1 • UVOD

Konstruiranje armature je bilo do začetka uporabe računalniških programov zamudno in drago. Cena armaturnih načrtov je bila za petdeset odstotkov višja od cene računa konstrukcije. Hkrati z uveljavitvijo programskega okolja AutoCAD kot »standarda« za različne vrste tehničnih risb pa so se začeli pojavljati tudi programi, ki so bili namenjeni risanju oziroma konstruiranju armature. Neka-

teri so bili zasnovani kot del okolja AutoCAD in so imeli le dodatne knjižnice in baze tipskih oblik armaturnih palic ter tipov mrež, drugi so bili celoviti programi z lastnim naborom ukazov, ki pa so delovali v okolju AutoCAD, tretji so bili zasnovani kot popolnoma samostojni programi na lastni platformi. V članku so predstavljeni trije programi, ki so najbolj razširjeni v Sloveniji. Namen članka je more-

bitnemu uporabniku (inženirju konstruktorju) pregledno predstaviti osnovni koncept dela s posameznim programom in glavne razlike med njimi. Posebna pozornost je namenjena tudi implementaciji standardov, ki jih je treba upoštevati pri konstruiranju armature. Vsi izmed obravnavanih programov omogočajo tudi interakcijo s programi za analizo konstrukcij, zato so na koncu predstavljene tudi prednosti in pomanjkljivosti takšnega načina konstruiranja armature z vidika neposrednih uporabnikov, tistih, ki analizirajo konstrukcijo, in tistih, ki izdelujejo armaturne risbe.

2 • STANDARDI

Pravila za konstruiranje armature so zapisana v različnih standardih, kjer so podana najpomembnejša pravila, ki jih je treba uporabiti pri projektiranju betonskih konstrukcij.

Standard SIST EN 1992-1-1:2005 – Evrokod

2: Projektiranje betonskih konstrukcij – 1-1. del: Splošna pravila in pravila za stavbe: je trenutno veljaven in obvezen standard v Sloveniji za projektiranje betonskih konstrukcij, kjer lahko najdemo poleg splošnih pravil in pravil za projektiranje stavb tudi pravila za konstruiranje armature (SIST, 2005).

V tem standardu so podana pravila za armiranje betonskih elementov stavb in mostov, ki so izpostavljeni večinoma statičnim vplivom in so armirani z rebasto armaturo, mrežami ali pa s prednapetimi kabli. Ta pravila ne veljajo za elemente, obremenjene z dinamičnimi vplivi, kot so potres, vibracije zaradi strojev in udarci vozil, ter elemente, ki so armirani z armaturnimi palicami, ki so posebej pobarvane z epoksi-premazom ali so pocinkane.

Med splošna pravila za armiranje betonskih elementov spadajo:

- razporejanje armature v betonskih elementih,
 - medsebojni razmak armaturnih palic,
 - dolžina sidranja armaturnih palic in armaturnih mrež,
 - preklap armaturnih palic in armaturni mrež,
 - dovoljeni krivinski radij za krivljenje armature,
 - najmanjša debelina zaščitnega sloja betona.
- Med dodatna pravila pa spadajo pravila za rebasto armaturo s premerom armaturnih palic $d_s > 32$ mm.
- Osnovna pojma, ki se uporabljata pri pravilih za armiranje, sta:
- **jeklo za armiranje** označuje jeklo za armiranje betona, ki ni prednapeto in je lahko v obliki gladkih, rebastih ali profiliranih palic, zvarjenih mrež in rešetkastih nosilcev;
 - **armatura** označuje proizvode, narejene iz jekla za armiranje na gradbišču ali v obratih za izdelavo armature; to so lahko ravne ali ukrivljene palice določene oblike s kljukami ali brez njih, na mero odrezane armaturne mreže, armaturni koši in podobno.

Standard SIST EN ISO 3766:2004

V Sloveniji je uveljavljen standard z oznako SIST EN ISO 3766:2004 – Gradbeniške risbe – Poenostavljeno prikazovanje armature (SIST, 2004). Določa poenostavljeno prikazovanje in označevanje armature v armiranobetonskih in prednapetih betonskih konstrukcijah za uporabo v armaturnih risbah. V standardu so opisani in grafično prikazani simboli označevanja armature v različnih primerih (npr. v tlorisih, vzdolžnih in prečnih prerezih), vključno s prikazom kotiranja različnih oblik (ravne palice, stremena, poševno krivljene palice, spiralna armatura, loki itd.). V 7. točki standarda pa sta predpisani tudi oblika in vsebina seznama armature (npr. oznaka pozicije, oblika in mere posamezne pozicije, premer armaturne palice, skupna dolžina, število kosov, kvaliteta jekla za armiranje). Za kvalitetno izdelavo armaturnih risb zato ni pomembno le poznavanje standardov iz družine Evrokod, ampak tudi poznavanje določil omenjenega standarda.

Z izjemo AutoCAD-a, kjer mora uporabnik pri risanju armature sam upoštevati zahteve tega standarda, je pri drugih treh obravnavanih programih to povsem samodejno (vključeno v programski kod).

3 • PREGLED STANJA UPORABE RAČUNALNIŠKIH PROGRAMOV ZA KONSTRUIRANJE ARMATURE V SLOVENIJI

Za konstruiranje armature in armaturnih risb z uporabo računalnika so v Sloveniji večinoma v uporabi naslednji programi:

- **AutoCAD**,
- **Graitec Advance Concrete**,
- **Allplan Inženirstvo in**
- **ArmCAD**.

V nadaljevanju so navedeni osnovni koncepti konstruiranja armature z vsakim izmed naštetih programov.

3.1 AUTOCAD 2013 (Autodesk)

AutoCAD je še vedno najbolj razširjen CAD-program in se je uveljavil kot nekakšen standard za računalniško podprto tehnično risanje. Ima možnost nadgrajevanja (LISP, VBA) in tako služi kot osnova za specialne programe za risanje armature (WIKIPEDIJA, 2013). Z njegovo uporabo se lahko izdelata armaturno risbo ob pomoči osnovnih AutoCAD-ovih ukazov za risanje črt, polilinij, lokov in osnovnih geometrijskih likov. Elemente armaturne risbe (palice, mreže) ureja preko ukazov, kot so

podaljševanje, skaliranje, in preko prijemališč. Bolj zamudni operaciji pa sta označevanje armature ter izdelava seznama in kosovnice armature. Uporabnik si lahko izdelata lastno bazo osnovnih elementov, ki mu skrajšajo čas izdelave armaturne risbe, za štetje elementov risbe pa si lahko pomaga z že vnaprej pripravljenimi Excelovimi preglednicami, s katerimi prešteje vso armaturo v risbi in določi skupno težo armaturnih palic in mrež. Kljub vsemu da je večina predvsem starejših konstruktorjev armature prve računalniške risbe izdelala ravno s programom AutoCAD, se ta danes vse manj uporablja. Obstajajo namreč programi, ki so namenjeni izključno za konstruiranje armature, zato je delo z njimi neprimerno hitrejše in udobnejše. Velik del teh programov sicer deluje v okolju AutoCAD.

3.2 GRAITEC ADVANCE CONCRETE

Računalniški program Advance Concrete podjetja Graitec je zmogljivo orodje za modeliranje in konstruiranje armiranobetonskih konstrukcij

(risanje opažnih in armaturnih risb) (GRAITEC, 2011). Advance Concrete je sicer eden izmed treh modulov celovitega programskega paketa, ki ga sestavljata še Advance Steel za risanje delavniških risb jeklenih konstrukcij in Advance Design, ki je namenjen statični in seizmični analizi jeklenih in armiranobetonskih konstrukcij. Ena izmed glavnih prednosti programskega paketa je t. i. GTC (Graitec Transfer Center), preko katerega poteka interakcija modulov za risanje opažnih in armaturnih risb (Advance Concrete) oziroma delavniških risb jeklenih konstrukcij (Advance Steel) z modulom za analizo in dimenzioniranje konstrukcij (Advance Design). Na ta način je omogočeno samodejno osveževanje izvedbenih risb v primeru spremembe dimenzij elementov v računskem modelu.

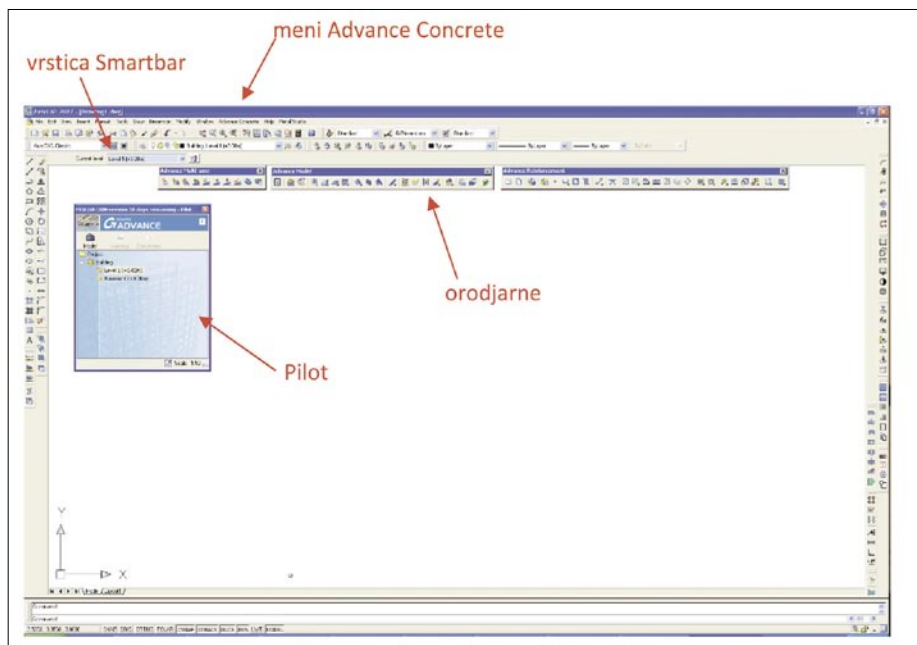
3.2.1 Uporabniški vmesnik

Program je popolnoma integriran v okolje AutoCAD, vsi ukazi so zbrani v posebnem meniju, ki se pojavi po namestitvi programa (slika 1). Uporabniški vmesnik programa je v angleškem jeziku. Najpomembnejši ukazi so zbrani v orodjarnah, ki jih lahko poljubno urejamo in dodajamo k obstoječim v AutoCAD-u. Program ima posebno navigacijsko okno, ki

se imenuje Pilot (slika 2). Z njim v drevesni strukturi urejamo vse tri faze izdelave projekta: model, risbe in dokumentacijo. Deluje na podoben način kot dobro znani Raziskovalec v okolju Windows. Poleg tega je dodana še posebna vrstica Smartbar, kjer lahko urejamo lastnosti posameznih predmetov (elementi modela, dimenzije, oznake, kote itd.). Struktura ukazov je v celoti usklajena z okoljem AutoCAD, pri risanju modela so dostopni vsi AutoCAD-ovi ukazi, kar olajša delo (npr. trim, extend, copy).

3.2.2 Delo s programom

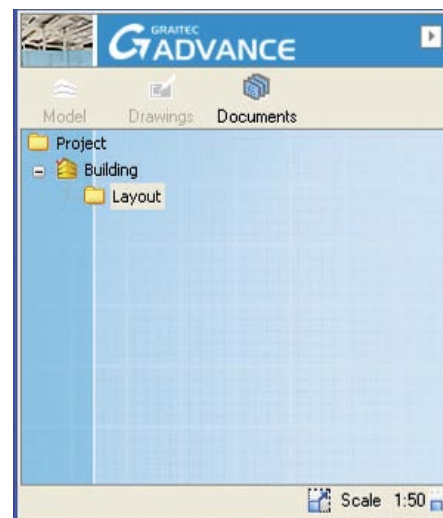
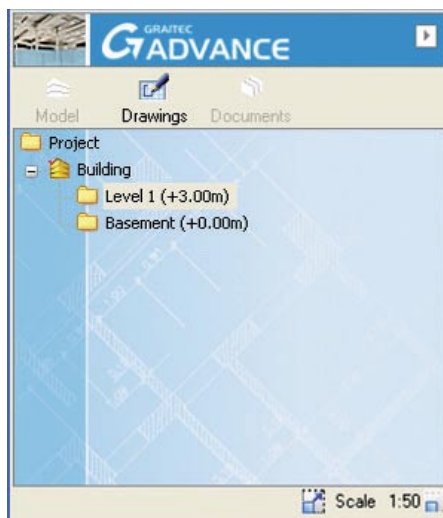
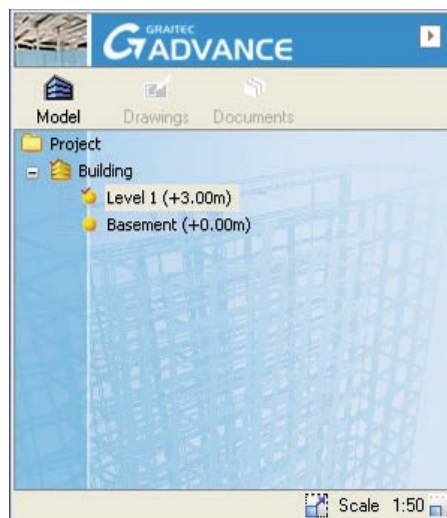
Kot že omenjeno, delo poteka v treh glavnih modulih (Model, Drawings in Documents). V prvem izdelamo prostorski model objekta z vsemi nosilnimi elementi, vključno z definiranjem armature, v drugem iz prostorskega modela izdelamo opazne načrte. Vse risbe se v realnem času samodejno osvežujejo glede na spremembe modela. V zadnjem modulu sestavimo risbe, detajle in kosovnice v obliko, ki je pripravljena za izris na papir. Delo v drugem in tretjem modulu zajema predvsem generiranje 2D-risb ter urejanje načrtov in detajlov za izris, zato bomo več pozornosti namenili prvemu modulu, kjer je glavina dela (koncipiranje modela in konstruiranje armature). Za lažjo izdelavo modela konstrukcije je na voljo celovit nabor ukazov, ki so v orodjarni Advanced Model in zajemajo definiranje in upravljanje nivojev oziroma etaž, nastavitve osi, kasnejše urejanje in popravljanje elementov, osrednji del pa je namenjen risanju nosilnih elementov konstrukcije. V orodjarni s konstrukcijskimi elementi lahko izbiramo med ploščo, nosilcem, stebrom in steno, ki jo vedno



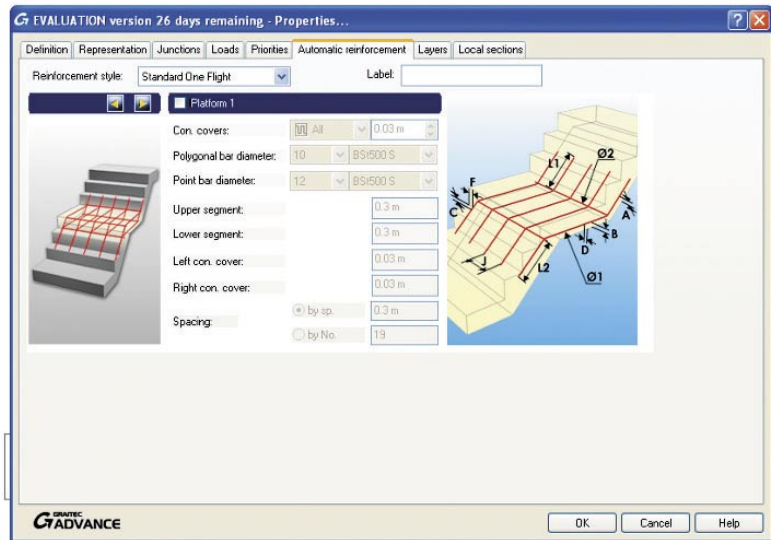
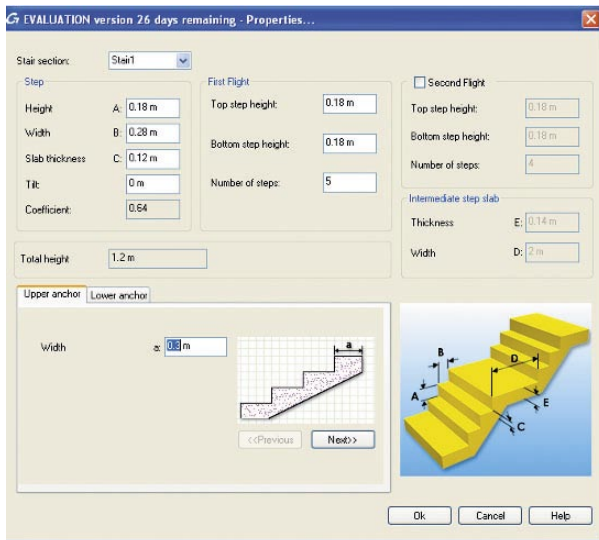
Slika 1 • Uporabniški vmesnik programa Graitec Advance Concrete

rišemo v predhodno izbrani etaži. Temeljem je namenjena posebna orodjarna, v kateri so vsi osnovni tipi temeljev (točkovni, pasovni, temeljna plošča na pilotih itd.). Na enak način so razdelani še strešne konstrukcije in rampe ter različni tipi stopnišč. Z ukazi za izdelavo odprtin lahko oblikujemo različne vrste in oblike odprtin in prebojev (odprtine za okna in vrata, preboji v nosilcih, ploščah itd.). Za vsak element je na voljo veliko različnih parametrov (npr. dimenzije prečnih prerezov, vrsta materiala, poravnava osi elementa, zasuk prečnega prereza, ukrivljenost vzdolžne osi, oznake, šrafure, samodejno armiranje elementa – o slednjem več v nadaljevanju).

Vsem narisanim elementom je mogoče tudi kasneje spreminjati obliko in lastnosti. Na tem mestu je treba poudariti, da risanje modela poteka v florisu (2D), tretja dimenzija pa se generira avtomatsko glede na podane lastnosti posameznih elementov (npr. debeline plošč, višine nosilcev) in predhodno določene etažne višine. V programu je tudi možnost uvoza arhitekturne risbe (florisa), kjer lahko posamezne linije ali krivulje pretvarjamo v konstrukcijske elemente (zidove, nosilce, stebre itd.). To je zelo uporabna možnost, ki omogoča hitrejšo izdelavo modela konstrukcije, ne glede na to, s katerim programom so bile izdelane arhitekturne risbe.



Slika 2 • Navigacijsko okno Pilot s prikazom treh glavnih modulov

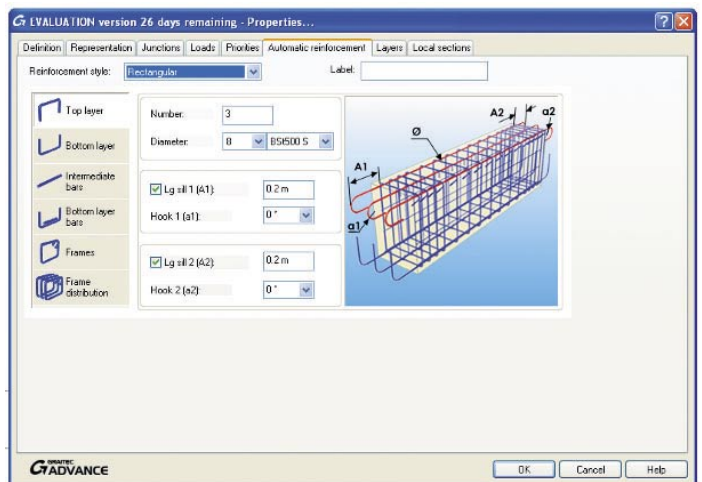
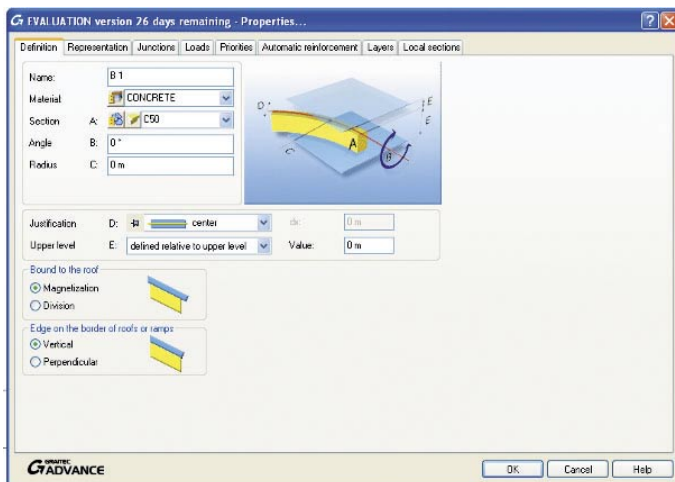


Slika 3 • Konstruiranje stopnišča in parametrično (samodejno) armiranje

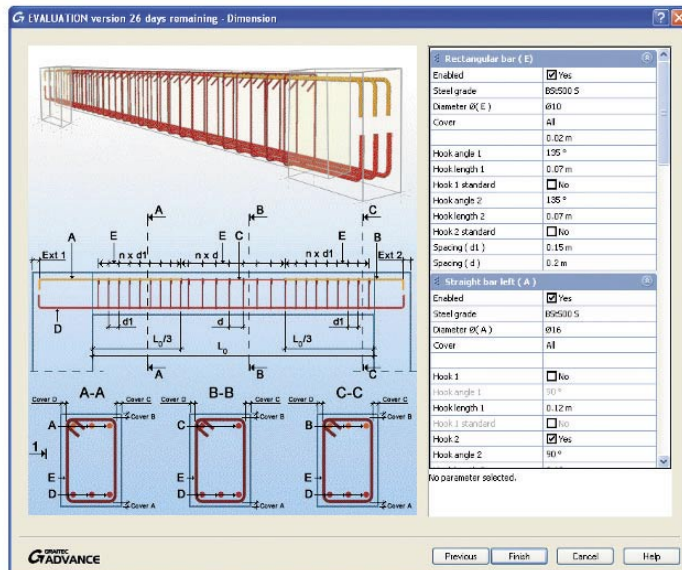
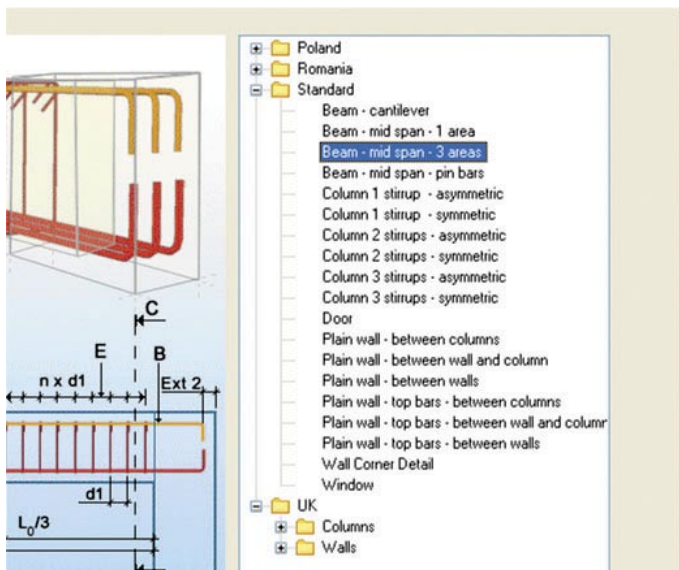
Pri izdelavi modela konstruiramo tudi armaturo v posameznih nosilnih elementih. Advanced Concrete omogoča uporabo novega načina konstruiranja armature, ki se imenuje dinamično armiranje (sliki 5, 6). Gre za povsem nov koncept, ki omogoča bistveno večjo prilagodljivost. Za osnovne nosilne elemente (nosilci, stebri, plošče, temelji) lahko uporabimo različne principe konstruiranja armature, ki so že predhodno definirani v knjižnicah, ali pa v nekaj korakih definiramo lastne naborne, ki jih lahko shranimo v knjižnico in jih uporabimo pri kasnejših projektih. Ob tem je mogoče definirati tudi različne vrste stikov osnovnih nosilnih elementov (npr. vogali sten, stik stebere-plošča, stik stebere-nosilec, vute). Takšen način konstruiranja armature se bistveno razlikuje od klasičnega risanja armature v okolju AutoCAD. Njegova glavna prednost je, da s takšnim pri-

stopom dobimo dinamičen model konstrukcije, kjer se armatura (palice, mreže, stremena) samodejno prilagaja vsem kasnejšim spremembam dimenzij opaža. To lahko izredno pospeši delo predvsem pri projektih, kjer lahko kasneje spreminjamo nosilne konstrukcije (npr. dodatni preboji zaradi inštalacij). Poleg tega je takšen način iv prednosti pri obsežnih projektih z velikim številom elementov, ki sicer niso enakih dimenzij, imajo pa podobne principe armiranja. Poleg opcije dinamičnega armiranja je mogoče že v okviru določanja lastnosti nosilnih elementov (stebere, nosilec, stena, plošča, stopnišče, temelji itd.) definirati armaturo, ki se nato samodejno izriše glede na dimenzije elementa. Način podajanja armature v tem primeru je parametričen (sliki 3, 4) in je lahko v nekaterih primerih prilagojen zahtevam nacionalnih predpisov posameznih držav. Za risanje

armature na klasičen način, ki ga je večina uporabnikov vajena v okolju AutoCAD, je na voljo mnogo ukazov, s katerimi je mogoče narisati palice in stremena različnih oblik in razporeditev (serij). Vešč uporabnik se bo tega načina verjetno posluževal le za izdelavo dodatnih naborov dinamičnega armiranja, ki jih bo lahko uporabil pri prihodnjih projektih. Program seveda omogoča tudi pregledovanje konstruirane armature v 3D-pogledu in kontrolo morebitnih kolizij ali drugih nepravilnosti. Še ena inovativna možnost programa, ki se izkaže za uporabno predvsem pri obdelavi večjih projektov, je ta, da lahko posamezni model hkrati obdeluje več uporabnikov na različnih računalnikih, vsi popravki in spremembe pa se ažurirano prikazujejo v bazi podatkov in so dostopni preostalim projektantom, ki delajo pri projektu.



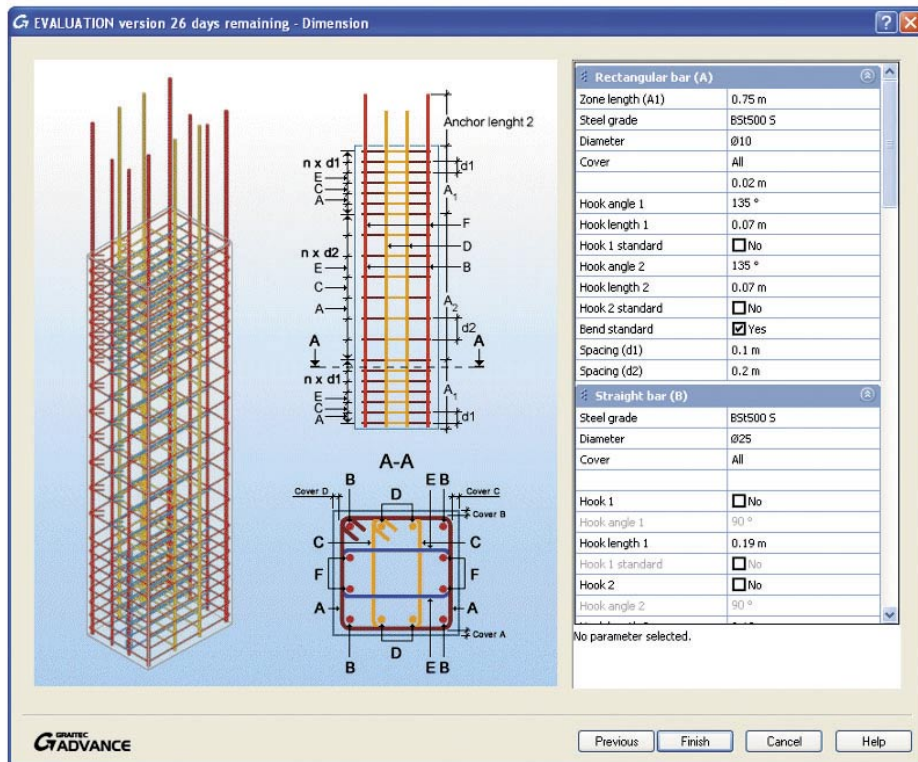
Slika 4 • Definiranje lastnosti nosilca in parametrično (samodejno) armiranje



Slika 5 • Dinamično armiranje prostoležčega nosilca (desno) in prikaz preddefiniranih načinov armiranja (levo)

3.3 ALLPLAN 2011 (INŽENIRSTVO)

Programski paket Allplan je izdelek nemškega podjetja Nemetschek, ki spada med največje ponudnike programske opreme za gradbeništvo in arhitekturo v Evropi (Nemetschek, 2013). Sestavljen je iz več modulov, ki so namenjeni posameznim področjem načrtovanja objektov (arhitektura, inženirstvo, predizmere itd.). Uporabnik si lahko sam izbere način dela, poleg prostorskega modela objekta (3D) sta na voljo še hibridni in klasični 2D-način. Možen je tudi prehod med posameznimi načini. Platforma Allplan CAD omogoča delo v 2D, 3D ali BIM (Building Information Modeling). Risanju opaznih načrtov in armature je namenjen modul inženirstvo, ki deluje v povezavi z modulom za arhitekturo (prevzemanje prostorskega modela zgradbe) in s programi za analizo konstrukcij (Frilo, Scia Engineer). Tako so učinkovito pokrita vsa področja projektiranja, od arhitekturne zasnove, računa konstrukcije do izvedbenih risb (armaturni in opazni načrti). Programski paket je preveden v slovenski jezik, kar je v primerjavi z drugimi večjimi proizvajalci tovrstne programske opreme prej izjema kot pravilo.



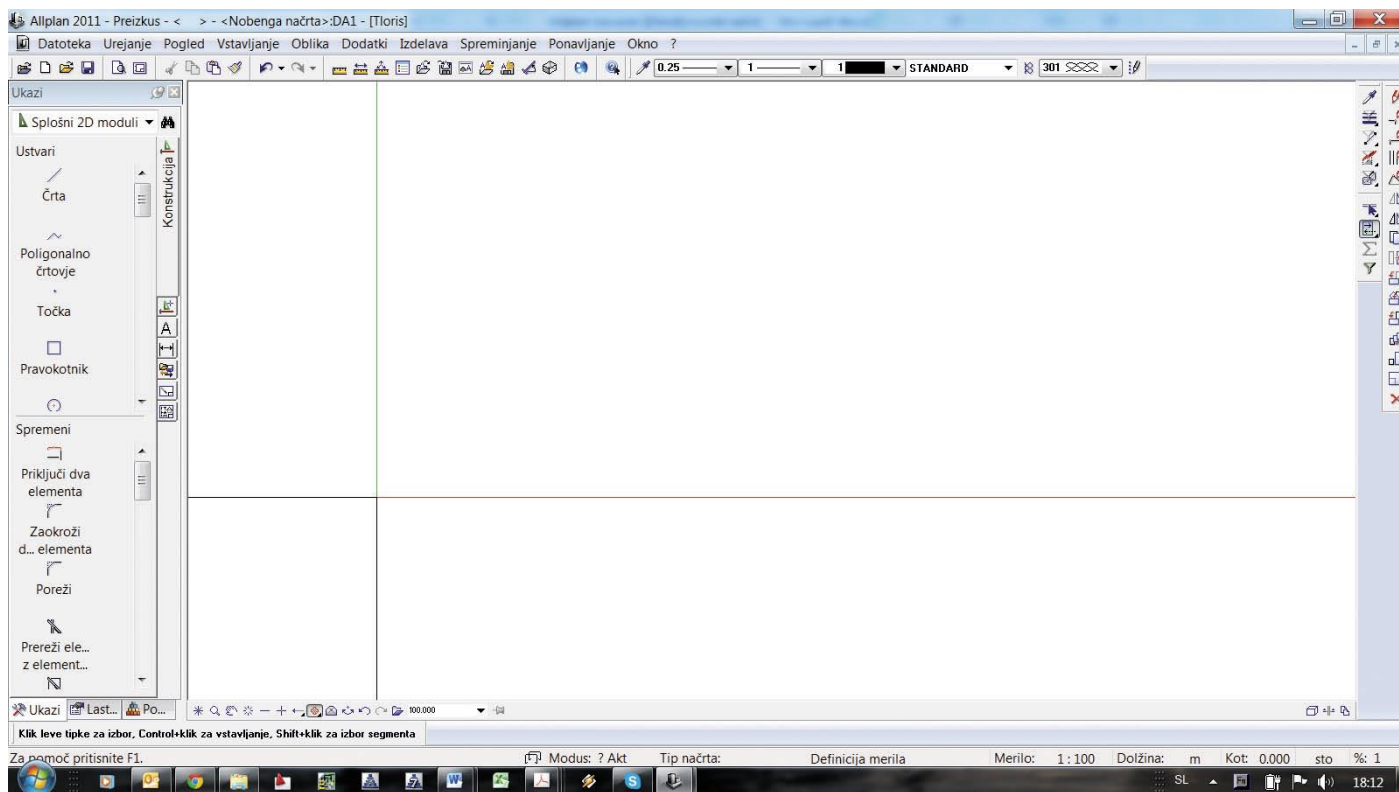
Slika 6 • Dinamično armiranje stebra

3.3.1 Uporabniški vmesnik

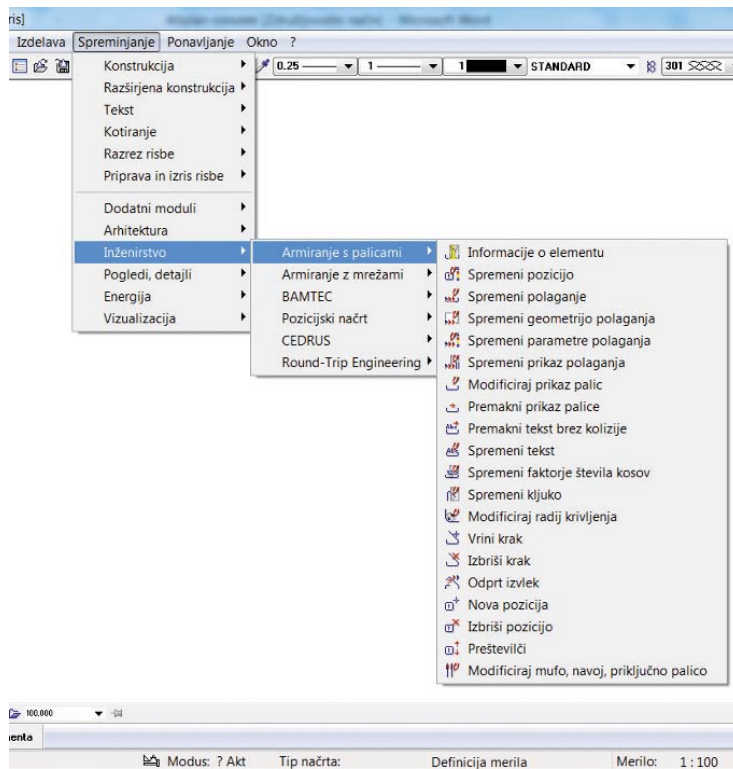
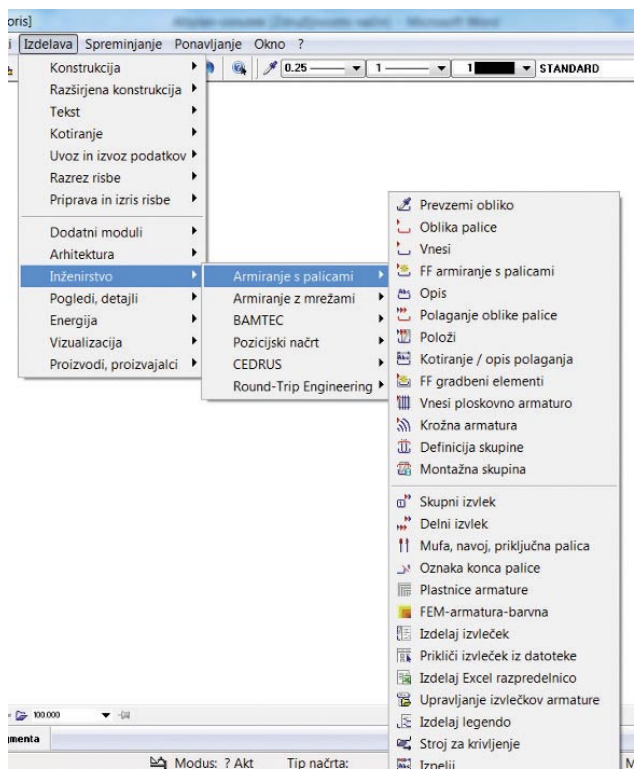
Allplan je samostojen program, ki podpira izmenjavo datotek z okoljem AutoCAD (uvoz in izvoz dwg, dxf). Ob zagonu se pojavi glavno delovno okno programa (slika 7). Na pogled je uporabniški vmesnik precej podoben tistemu, ki ga je večina uporabnikov vajena v programu AutoCAD: razporeditev menijev in ikon v zgornjem delu zaslona ter različnih

orodjarn na desni in hitrega menija na levi. Poleg osnovnih menijev (Datoteka, Urejanje, Pogled, Vstavljanje, Oblika, Dodatki) sta za delo pomembna menija Izdelava in Spreminjanje. V njiju so zbrani vsi ukazi, s katerimi rišemo konstrukcijo oziroma izdelujemo model konstrukcije. V obeh menijih so ukazi poimenovali povsem enako (slika 8), s to razliko, da v drugem primeru urejamo oziroma kasneje

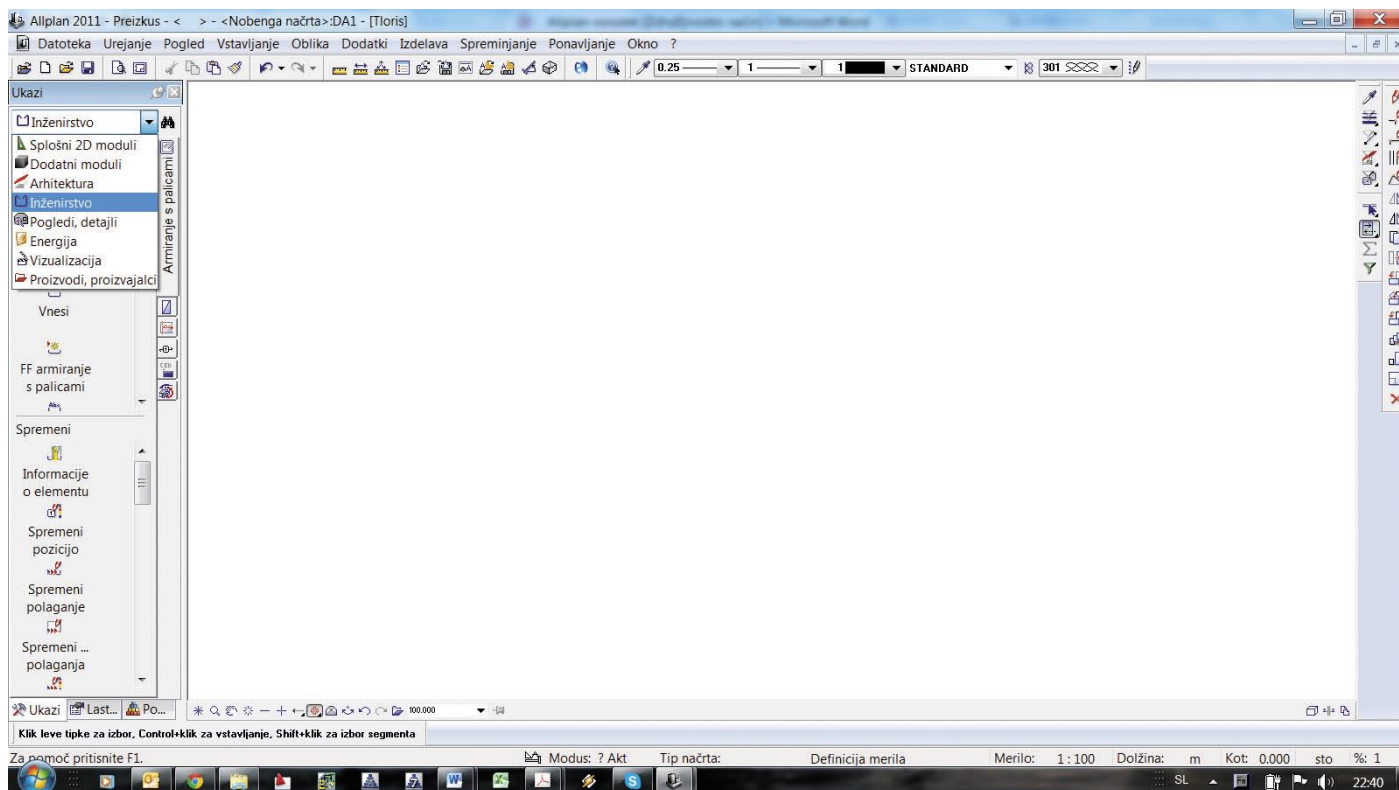
spreminjamo lastnosti narisanih predmetov, pogledov, tekstualnih opisov, kotiranja itd. Na desni strani delovne površine so orodjarne, ki jih lahko dodajamo po lastnih željah. V osnovi sta prikazani orodjarni za urejanje in filtriranje, ki imata podoben učinek kot sloji v AutoCAD-u, s tem da v tem primeru filtriramo predmete glede na posamezne lastnosti (npr. po debelinah črt, arhitekturnih elementih, pali-



Slika 7 • Uporabniški vmesnik programa Allplan



Slika 8 • Primerjava ukazov v menijih Izdelava in Spreminjanje



Slika 9 • Hitri meni – izbira ukazov za Inženirstvo

cah ali mrežah itd.). Na levi strani zaslona je hitri meni z naborom ukazov posameznega sklopa, ki ga izberemo v padajočem meniju na vrhu okna. Na sliki 9 je prikazan nabor ukazov za sklop Inženirstvo, kjer lahko s preklapljanjem med zavihki izbiramo med opcijami, kot so armiranje s palicami, armiranje z mrežami in pozicijski načrti. Dodani so še posebni zavihki za interakcijo s programi za statično analizo (Cedrus, Scia) in zavihek Bamtec, ki je namenjen posebnemu sistemu armiranja plošč. Če v hitrem meniju izberemo zavihek Lastnosti, se pojavi okno oziroma paleta z lastnostmi, ki je podobna tisti v AutoCAD-u (Properties), kjer lahko določamo debeline, barvo in tipologijo črt in šrafur 2D-elementov (ne velja za arhitekturne elemente).

3.3.2 Delo s programom

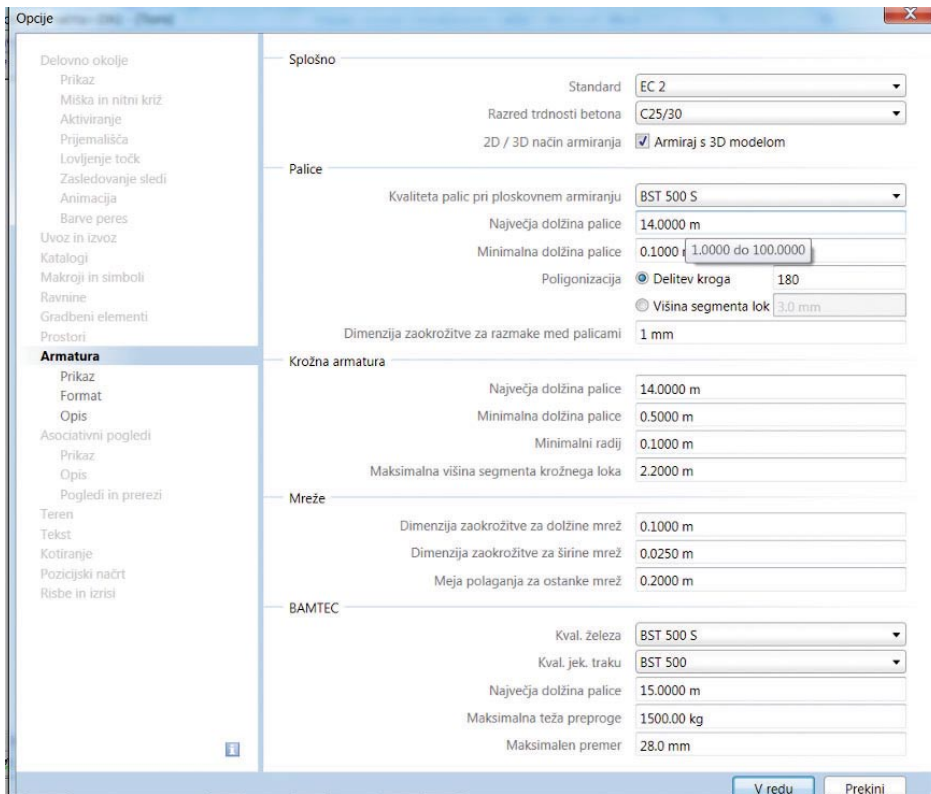
Uporabniku, ki je vajen okolja AutoCAD, utegne privajanje na delo z Allplanom povzročati precej težav, saj so nekateri koncepti risanja povsem drugačni. Enako velja za organiziranost oziroma delo z datotekami posameznih projektov, ki je dokaj zapleteno. Vsak načrt je organiziran v Projekt, ki je sestavljen iz velikega števila risarskih datotek, ki jih združujemo v mape. V posamezne risarske datoteke se ločeno rišejo posamezni sklopi (npr. osi konstrukcije, tlorisi etaž, armatura

posameznih nosilnih elementov itd.). Prednost takega načina dela pride do izraza, ko pri posameznem projektu deluje več projektantov. Arhitekt izdelava arhitekturni model, gradbeni inženir ga uporabi za izdelavo računov konstrukcije in armaturnih risb, strojni inženir pa v isti projekt vnese strojne inštalacije. Ker vsak izmed njih dodaja svoje datoteke v projekt, lahko na koncu aktiviramo vse hkrati in ob tem lažje kontroliramo možnost napak, saj imamo pred seboj celotno sliko modela zgradbe.

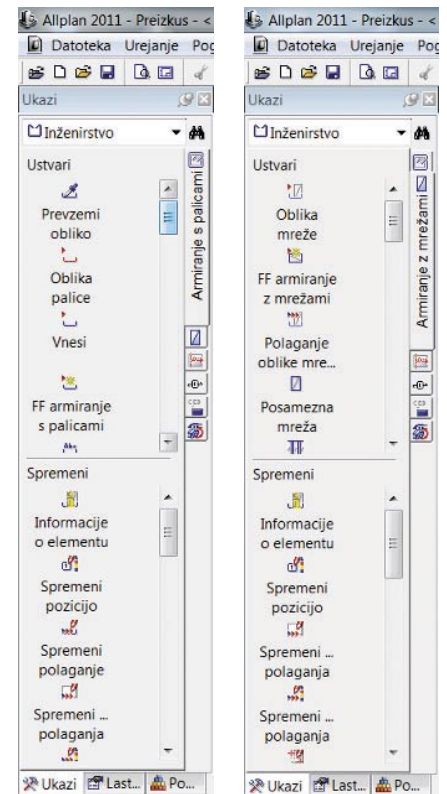
Pred začetkom izdelave armaturnih risb v meniju Opcije izberemo standard (npr. EC2), razred trdnosti betona, kvaliteto armature in vse preostale parametre (npr. največjo dolžino palic, debeline in barve črt za palice in mreže, prikaze v opisih itd.).

V Allplanu so trije različni načini risanja armature, ki se razlikujejo glede na to, ali izdelujemo opazne načrte v 2D ali 3D. V prvem načinu imamo prostorski model konstrukcije in tudi armaturo rišemo v 3D. V drugem načinu rišemo armaturo 3D v opaz, ki je v 2D. Tretji način je klasičen, saj sta tako armatura kot opaz le v dveh dimenzijah. Najbolj napreden je seveda prvi način, kjer uporabljamo 3D-model konstrukcije, ki je bil izdelan že v fazi arhitekturnega dela projekta, ali pa generiramo lasten prostorski model ob pomoči naprednih orodij za risanje (stene, plošče, nosilci, stop-

nice, različne vrste temeljev itd.). V primeru, da imamo na računalniku inštaliran le modul Inženirstvo, ukazi iz modula Arhitektura niso na voljo. Prednost prvega načina je, da lahko z ukazi v meniju Asociativni pogledi izdelujemo poljubne poglede in prereze, ki se samodejno osvežujejo ob spreminjanju dimenzij opaža. Uporaba drugega načina je smiselna v primerih, ko ni na voljo prostorskega modela (arhitekturne podloge v 2D ali iz drugega programa). Ta način nam ponuja vse prednosti 3D-izrisa armature za določene konstrukcijske elemente (npr. točkovni temelji, stebri, nosilci, stopnice), kljub temu da je opaz konstrukcije dejansko narisano v 2D. Ukazi za konstruiranje armature v modulu Inženirstvo so zbrani v skupine: armiranje s palicami, armiranje z mrežami in BAMTEC (sistem armiranja stropnih plošč s prefabricirano armaturo v kolutih) (BAMTEC, 2013). Dodatne skupine so za izdelavo pozicijskih risb ter obdelavo računskih modelov v programih za analizo konstrukcij Cedrus in SCIA. Zaradi kompleksnosti programa, ki zahteva tudi temu primeren obseg učenja, bodo na kratko predstavljeni le osnovni ukazi za delo z armaturnimi palicami in mrežami. Koncept ukazov je enak, le da v enem primeru delamo s palicami, v drugem pa z mrežami. Na voljo so ukazi za ročno risanje in oblikovanje palic (slika 12).



Slika 10 • Meni Opcije (izbira standardov in drugih parametrov)



Slika 11 • Armiranje s palicami in mrežami

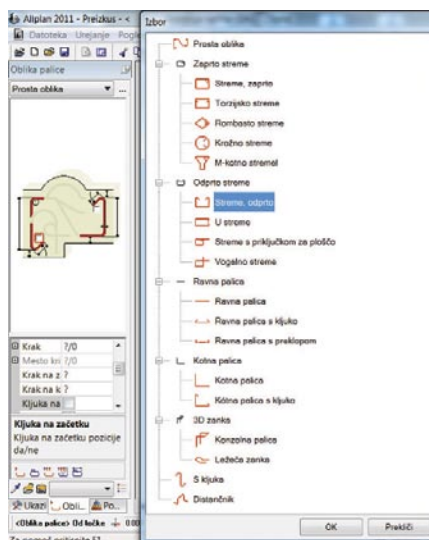
Priložen je ukaz za prevzemanje oblike predhodno oblikovanih palic, ki nam prihrani delo pri ponavljajočih se oblikah palic in stremen. Za serije palic in stremen imamo na voljo več ukazov, s katerimi lahko postavljamo ploskovno armaturo, definiramo skupine palic (npr. stremena), krožno armaturo (npr. stremena ob okroglih odprtinah) itd. Vsako pozicijo lahko prikazujemo v delnem ali skupnem seznamu. Omeniti je treba še dva ukaza, in sicer FF

– armiranje s palicami, in FF – gradbeni elementi. S prvim lahko definiramo oblike armature (slika 13), ki se avtomatsko prilagodi dimenzijam določenega opaža (npr. nosilec). Z drugim (slika 14) pa lahko izbiramo med knjižnicami tipičnih nosilnih elementov oziroma detajlov (nosilci, stebri, temelji, vogalni sten, stopnišča, kratke konzole, vute, kolenčni zidovi, jaški, odprtine itd.). Izdelava seznamov je avtomatizirana, na voljo so različne

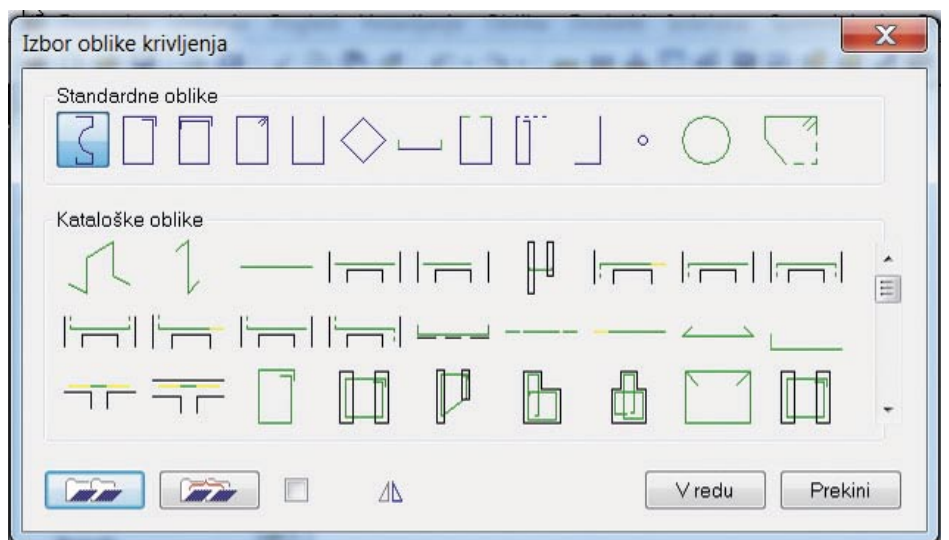
možnosti, od upravljanja seznama v primeru kompleksnejših risb do izvoza seznama v Excelovo datoteko.

3.4 ArmCAD 2005

ArmCAD je morda najbolj razširjen program v Sloveniji, ki se uporablja za konstruiranje armature (preko 130 registriranih licenc, (RADIMPEX, 2005).) Program je razvilo podjetje Radimpex iz Srbije, ki ponuja tudi pro-



Slika 12 • Oblikovanje palic



Slika 13 • FF – armiranje s palicami

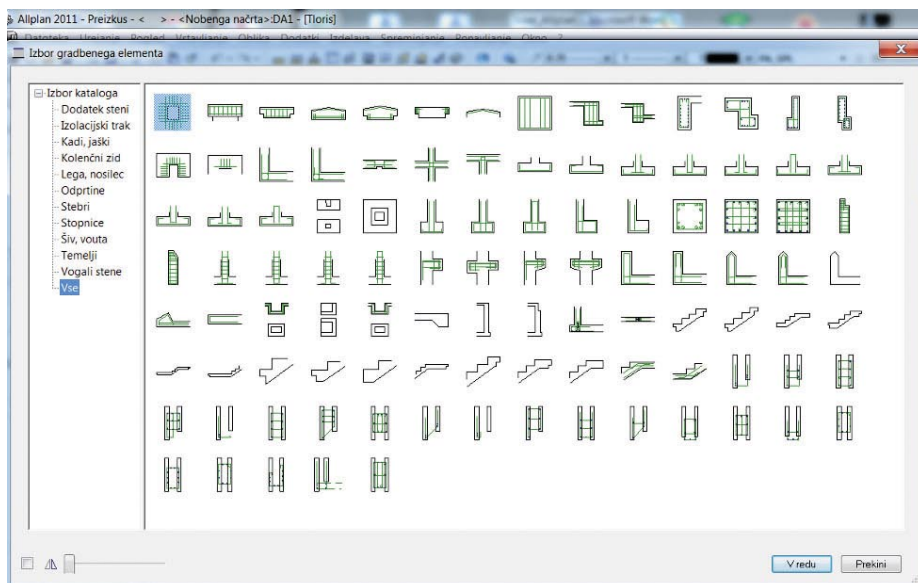
gram za analizo konstrukcij Tower, ki je pri nas med konstruktorji prav tako zelo razširjen. Poleg cenovne konkurenčnosti je njegova glavna prednost velika enostavnost, saj se povprečen uporabnik, ki pozna vsaj osnove dela v okolju AutoCAD, lahko zelo hitro nauči dela s programom.

3.4.1 Uporabniški vmesnik

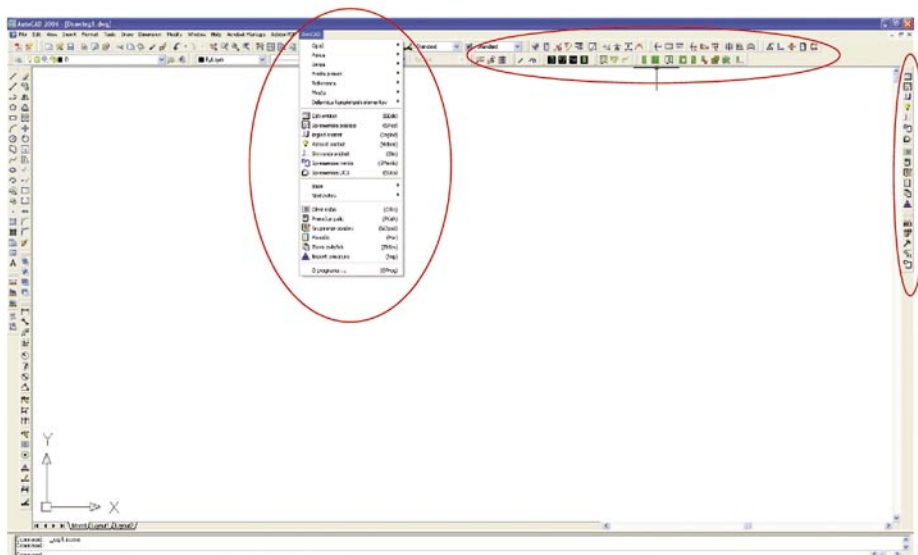
Program deluje v okolju AutoCAD, napisan je v jeziku C++ in je s knjižnico Object Arx povezan z AutoCAD-om. ArmCAD je torej neke vrste podprogram AutoCAD-a, ki je namenjen za konstruiranje armature, in pri delu z njim veljajo vsi principi risanja, ki jih poznamo iz okolja AutoCAD. Po inštalaciji se v AutoCAD-u pojavi nov meni ArmCAD, v katerem so zbrani vsi ukazi programa. Vsi glavni ukazi, ki jih potrebujemo pri delu s programom, so razvrščeni v orodjarnah, ki si jih lahko poljubno razporejamo po namizju (slika 15). Program je preveden v slovenski jezik, kar je še posebno dobrodošlo pri avtomatski izdelavi armaturnih seznamov.

3.4.2 Delo s programom

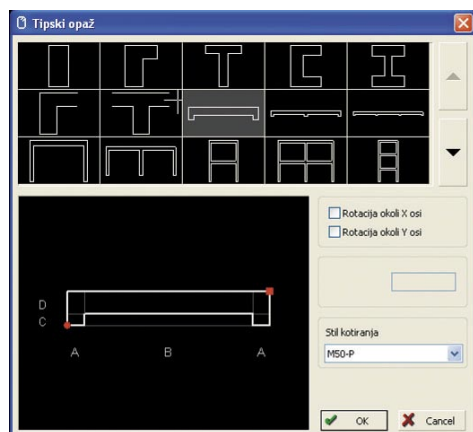
Glavni ukazi so razporejeni v menijih po smiselnih sklopih, tako kot si sledi vrstni red konstruiranja armature. Prvi meni je Opaž, kjer definiramo opaže elementov, za katere bomo konstruirali armaturo (npr. temelji, plošča, nosilec), ali pa izberemo katerega izmed tipskih opažev elementov, ki so že pripravljeni v bazi, in parametrično podamo zahtevane dimenzije (slika 16). Dodajamo lahko tudi svoje tipске opaže. V naslednjem meniju Palica izbiramo med ukazi za delo z ravnimi in ukrivljenimi armaturnimi palicami, stremeni, podajamo pa lahko tudi tipske palice različnih oblik (npr. U, L, poševno krivljene palice, različna stremena).



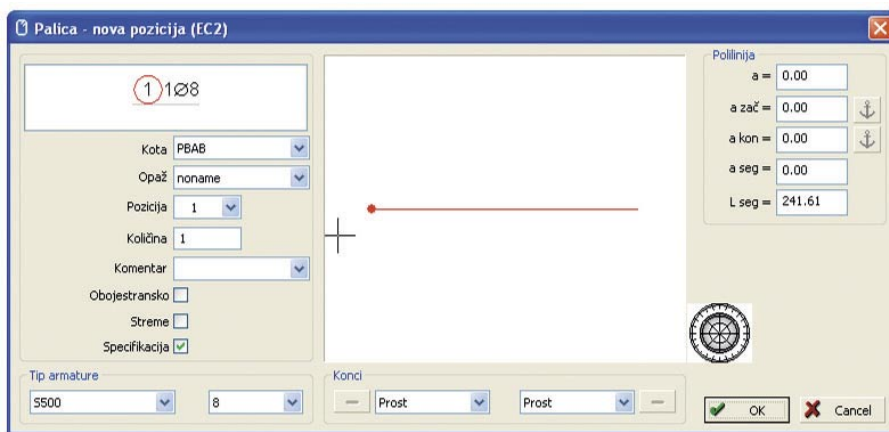
Slika 14 • FF – gradbeni element



Slika 15 • Uporabniški vmesnik programa ArmCAD



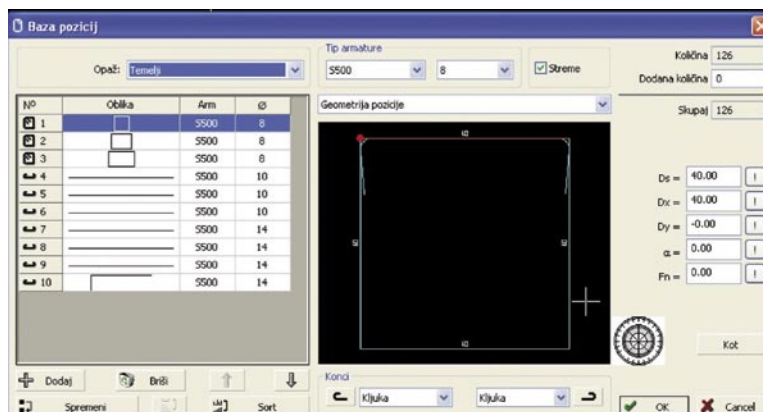
Slika 16 • Okno s tipskimi opaži



Slika 17 • Dodajanje nove palice



Slika 18 • Dodajanje tipske palice



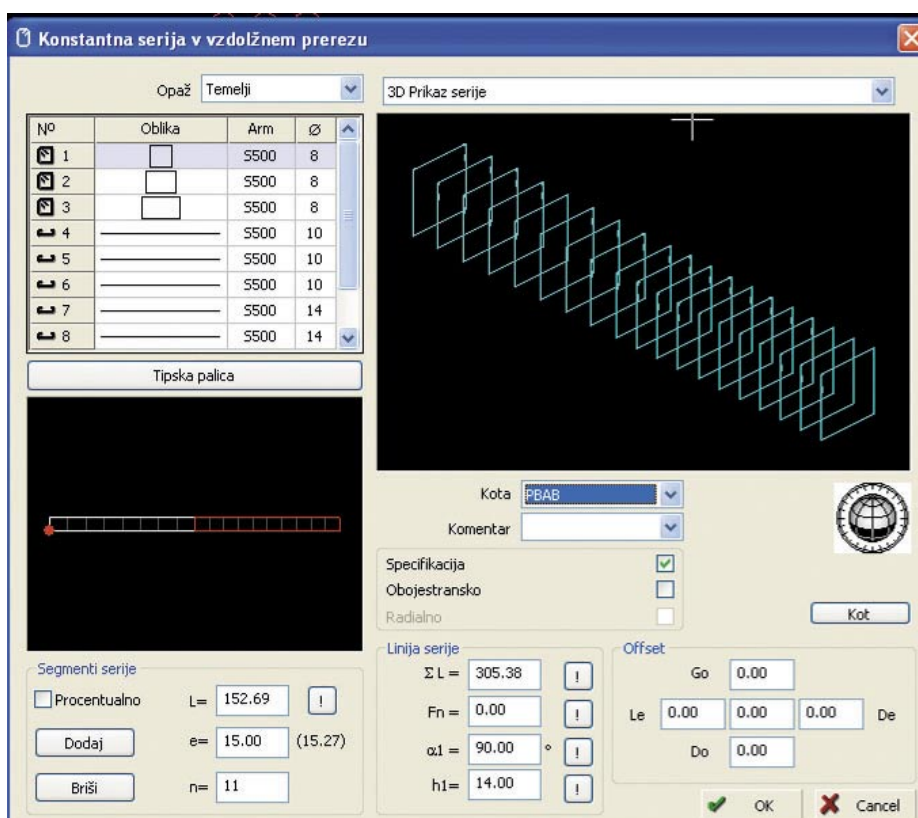
Slika 19 • Baza pozicij

Risanje poteka na enak način kot npr. z AutoCAD-ovim ukazom line, po zaključku ukaza pa se odpre ustrezen meni, kjer parametrično podamo vse potrebne podatke (debelina zaščitnega sloja, oznaka pozicije, količina, premer palice itd.). Vso armaturo (palice in mreže) rišemo tako, da s kliki izbiramo konturo opaža in nato parametrično podamo debeline zaščitnega sloja. Takšen način je zelo praktičen in precej pospeši risanje.

V zgornjem delu okna so prikazane vse oblike palic, ki so trenutno v bazi. V osrednjem delu pogovornega okna je prikaz geometrije palice, ki jo izberemo iz baze tipskih palic. Levo, desno in pod osrednjim delom okna pa so ukazi za:

- predhodno definiran stil kotiranja,
- predhodno definirano pozicijo opaža,
- prikaz vseh prostih pozicij,
- vnos števila kosov dane pozicije armature,
- podajanje poljubnega komentarja,
- za postavitev simbola kot oznako za postavljanje armature v različnih conah,
- določitev, ali je izrisana palica streme ali ne,
- za določitev, ali palica gre v seznam in kosovnico ali ne,
- določitev vrste in premera armature,
- določitev oblike levega in desnega konca palice (kljuka, kazalec, prost),
- za osno preslikavanje geometrije palice glede na X- in Y-os,
- za odmike od stranic pravokotnega območja.

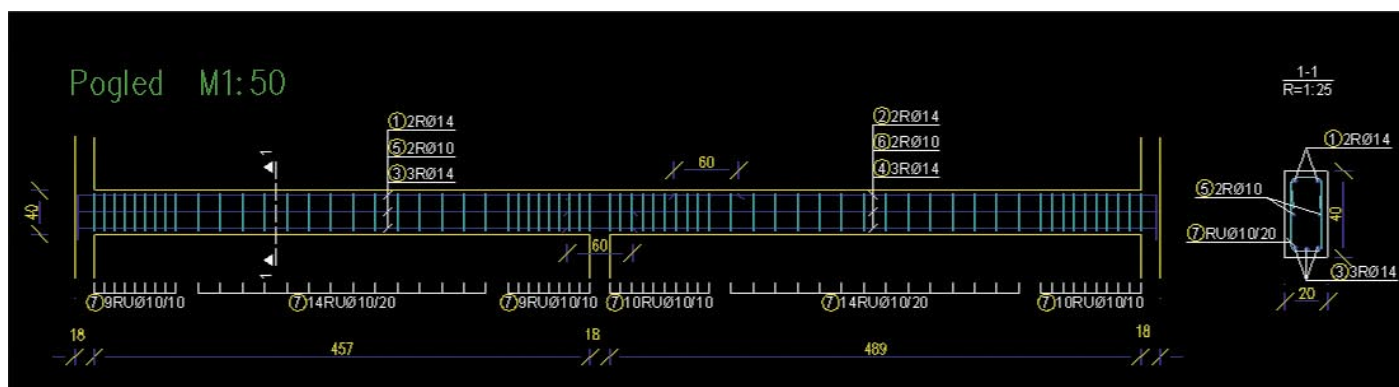
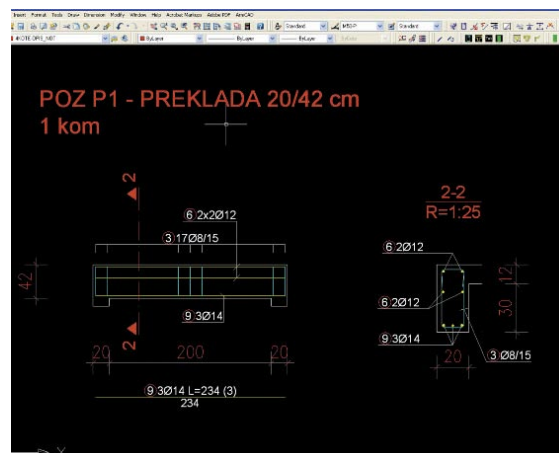
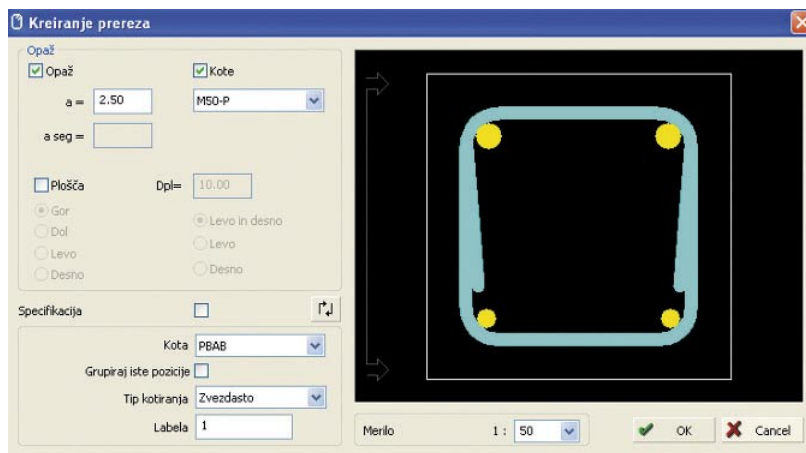
Dodajamo (ponavljamo) lahko že obstoječe pozicije palic, ki smo jih predhodno konstruirali, z ukazom Reprezent pa posamezne pozicije palic ali stremen izvlečemo iz risbe in jih tako prikažemo v preglednejši obliki z vsemi potrebnimi karakteristikami (premer, dolžina, število kosov). Poseben ukaz v tem meniju se imenuje Baza pozicij, kjer urejamo pozicije po



Slika 20 • Konstantna serija v vzdolžnem prerezu

posameznih opažih (slika 19). V okviru tega menija je mogoče tudi kasnejše spreminjanje karakteristik palic za celotno pozicijo (npr. sprememba premera ali dolžine), določanje vrstnega reda pozicij, brisanje praznih pozicij, ki so nastale med risanjem. Gre za zelo uporaben meni, s katerim lahko obvladujemo tudi obsežnejše projekte z velikim številom opažev in pozicij. Na tem mestu je treba dodati tudi možnost risanja posameznih opažev v ločenih datotekah, nato pa z ukazom Zbirni izvleček določimo, katere datoteke se upoštevajo pri izdelavi kosovnic in seznamov.

Poseben meni je namenjen izdelavi zaporednih serij enakih pozicij (slika 20). Tako lahko izbiramo med konstantnimi in spremenljivimi serijami v osnovi (horisu ali pogledu), prečnem ali vzdolžnem prerezu. S tem ukazom lahko izdelamo praktično vse vrste stremen ali serije palic v še tako geometrijsko zahtevnih opažih. V meniju je tudi možnost 3D-prikaza serije, kar je uporabno pri kontroli geometrije palic. Izdelava prečnih prerezov je avtomatizirana, seveda pa lahko posamezni prečni preizkušamo tudi poljubno. Glede na to, da je osnovni koncept risanja armature dvodimen-



Slika 21 • Konstruiranje prečnega prereza in prikaz armature nosilca

zionalen (2D), je za avtomatizacijo kreiranja prečnih prerezov potreben poseben pristop. Prerez se avtomatsko generira na podlagi oblike stremen in podanega zaščitnega sloja, nato pa lahko parametrično na primer dodamo ploščo v prerezu v različnih smereh. Na tak način lahko zelo hitro in skoraj samodejno generiramo prečni prerez nosilca, ki smo ga predhodno narisali v pogledu.

Postopek konstruiranja mrež je podoben kot pri palicah, tudi struktura ukazov sledi logiki risanja palic. Mreže lahko postavljamo posamezno ali v serijah. Ko izberemo konturo serije (tudi tukaj izbiramo rob opaža, odmik zaradi zaščitnega sloja pa podamo kasneje), se odpre okno, kjer izberemo tip mrež, odmik od opaža, preklape itd. Dimenzije posamezne mreže in standardni preklapi so določeni v bazah tipskih mrež, ki jih lahko tudi poljubno spreminjamo.

Tudi mreže lahko rišemo v prečnih prerezih, vendar v tem primeru postopek ni avtomatiziran. Kreiranje prečnih prerezov skozi ploščo in stene zato zahtevajo nekaj več dela v primerjavi z nosilci. Kljub vsemu pa so na voljo orodja (dodajanje obstoječe palice, posamezne palice v prečnem prerezu, mreža

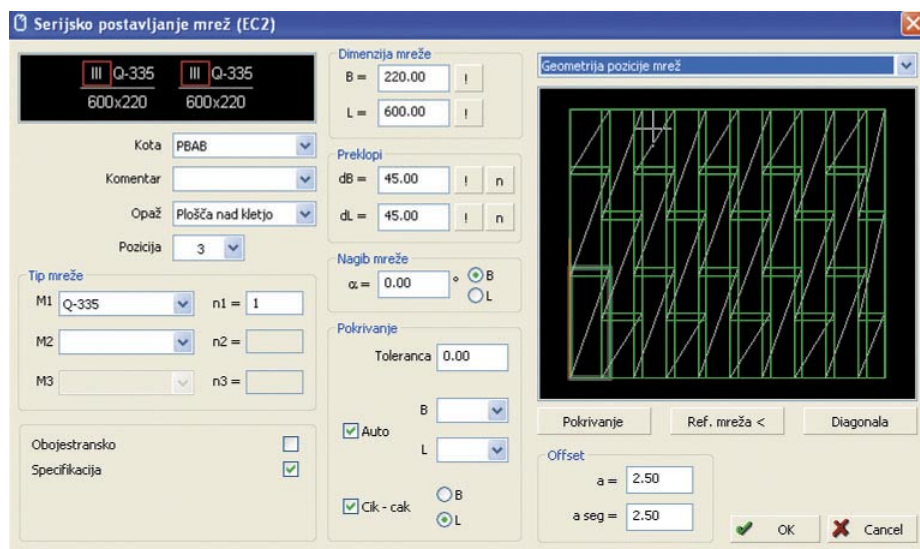
v prečnem prerezu), s katerimi lahko vseeno relativno hitro izdelamo želene prerese.

Na voljo so tudi čarovniki za avtomatsko konstruiranje armature in opaža za nekatere standardne elemente, kot so:

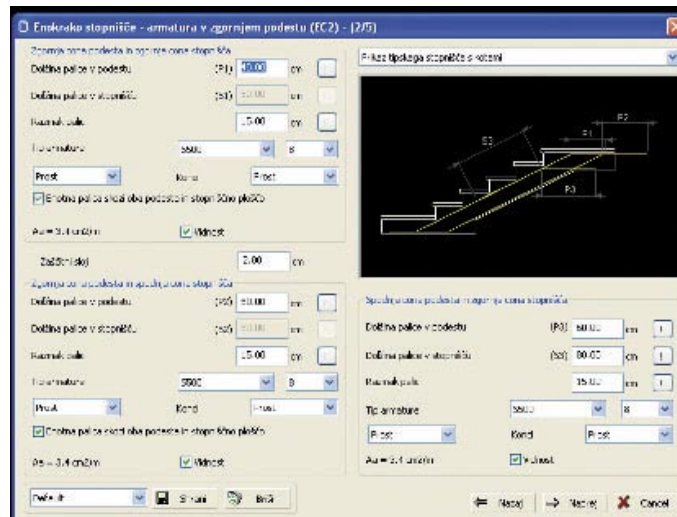
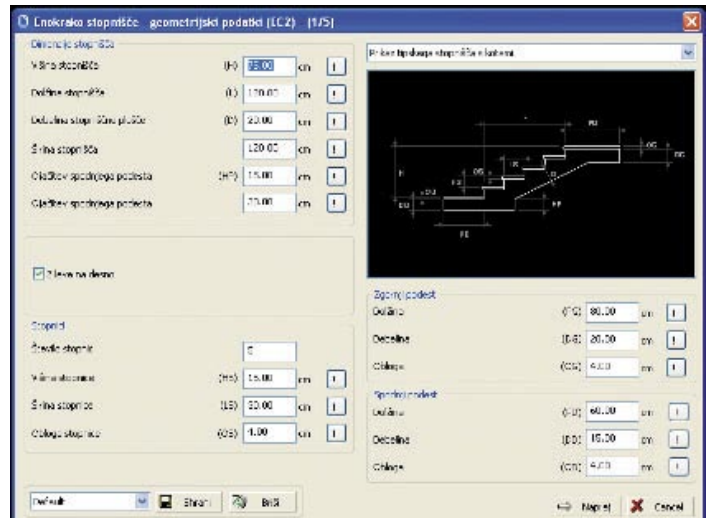
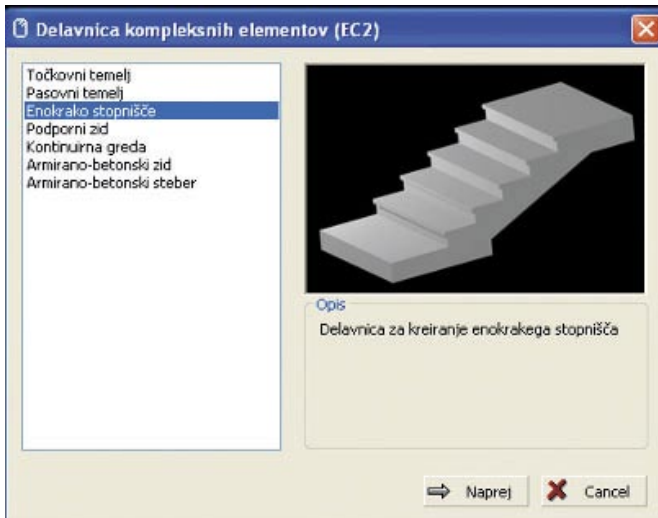
- točkovni temelji,
- pasovni temelji,

- enoramno stopnišče,
- oporni zid,
- kontinuirni nosilec,
- stena in
- steber.

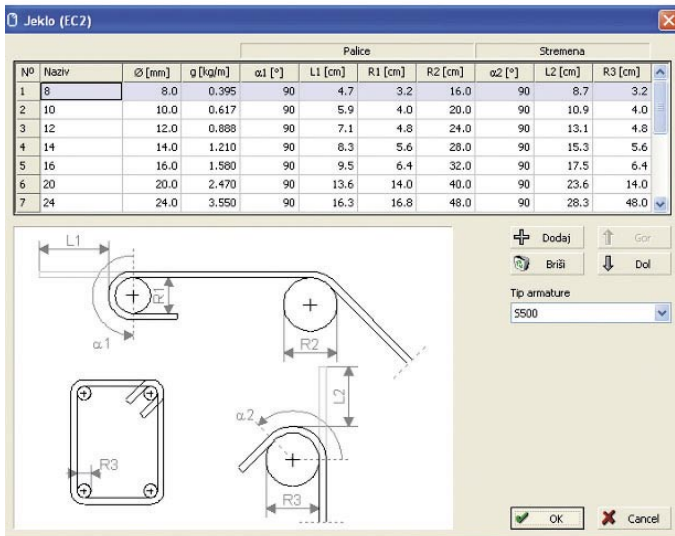
Ob pomoči tega orodja lahko za navedene elemente opaž in armaturo podajamo v



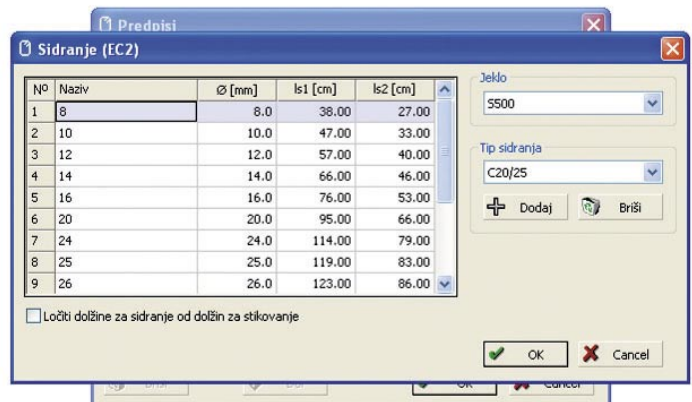
Slika 22 • Serijsko postavljanje mrež

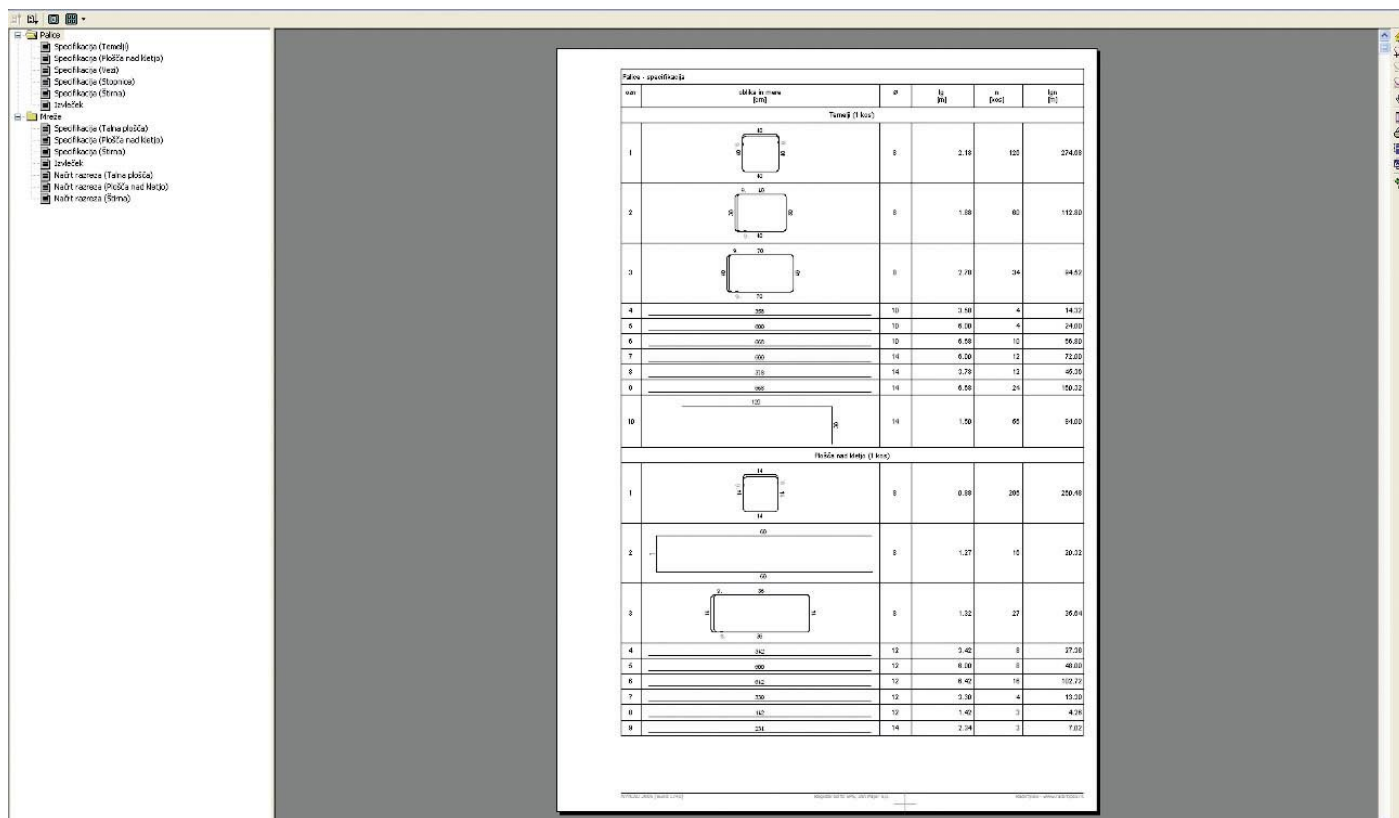


Slika 23 • Čarovniki za avtomatsko kreiranje opaža in armature stopnišča



Slika 24 • Izбира predpisov





Slika 25 • Samodejna izdelava seznamov

parametrični obliki. V praksi sta se za najbolj uporabna izkazala čarovnika za avtomatsko konstruiranje opaža ter armature stopnišča in opornega zida.

Na voljo je tudi pester nabor ukazov za kotiranje palic in mrež, za urejanje in spreminjanje pozicij, spreminjanje merila (uporabno za detajle in prečne prereze). V meniju Nastavitve lahko nastavimo prikaz posameznih elemen-

tov (palic v vzdolžnem in prečnem prerezu, v seriji, mreži itd.) na zaslonu, stilov kotiranja in oznak pozicij, barv itd. V okviru tega menija lahko izbiramo tudi različne predpise, na podlagi katerih program samodejno upošteva pravila za krivljenje palic in stremen, dolžine preklapov glede na izbrano kvaliteto betona in podobno. Poleg evrokoda 2 (EC2) so na voljo še stari jugoslovanski predpisi (PBAB 87),

bolgarski, nemški (DIN 1045), ruski (SNIP), ameriški (ACI) in švicarski predpisi (SIA). Izdelava kosovnic in seznamov je povsem samodejna. Pred tem je priporočljivo v bazi pozicij urediti vrstni red palic in izločiti morebitne neuporabljene pozicije, nato pa je za izdelavo seznamov potreben le klik ali dva. Seznam lahko vnesemo direktno v risbo (.dwg-format) ali pa v urejevalnik besedil (.rtf).

4 • SKLEP

Računalniški program Graitec Advance Concrete se je izkazal za zelo napreden z nekaterimi inovativnimi možnostmi konstruiranja armature, ki bodo na slovenskem tržišču verjetno zaživele šele v bližnji prihodnosti. Namenjen je predvsem projektantskim podjetjem, ki se ukvarjajo z večjimi projekti, kjer lahko pridejo do izraza njegove glavne prednosti. Program sicer ne obstaja v slovenskem jeziku, prav tako za zdaj pri preddefiniranih naborih armiranja (npr. tipi mrež, stremen, principi armiranja itd.) ni posebnega nabora za Slovenijo oziroma podpore slovenskim nacionalnim dodatkom

evrokodov. Kljub temu pa slovenski zastopnik za programsko opremo Graitec ponuja lokalizacijo, ki obsega izpis dokumentacije v slovenskem jeziku (oznake, kosovnice in sezname, glave risb), kar je dobrodošlo. Programski paket Allplan je v Sloveniji že dobro desetletje razširjen predvsem med arhitekti. Z modulom inženirstvo, ki je namenjen predvsem gradbenim inženirjem in tehnikom, predstavlja učinkovito programsko orodje za risanje armaturnih in opažnih načrtov. Je tudi eden redkih programskih paketov, ki je preveden v slovenski jezik. Za uporabnika, ki je vajen okolja

AutoCAD, je sicer prehod na delo z Allplanom lahko precej zahteven. Proces privajanja na drugačno logiko osnovnih ukazov za risanje zahteva nekaj časa. Prednost risanja armature z Allplanom je velika v primeru, da tudi arhitekt uporablja ta programski paket. Takrat se lahko izkoristijo vse napredne možnosti programa in koncepta BIM.

Program ArmCAD je zelo enostaven za uporabo, nima preveč kompleksne strukture ukazov in zelo dobro sledi inženirski logiki konstruiranja armature. Kljub temu da nima nekaterih naprednih možnosti, kot je konstruiranje armature v 3D, je morda ravno to njegova prednost. Gre za program, ki zagotovo izmed vseh treh, ki so podrobneje predstavljeni v tem članku, zahteva najmanj

učenja in privajanja na delo, kljub vsemu pa s svojo zmogljivostjo bistveno ne zaostaja za drugima dvema, v določenih primerih pa delo z njim lahko poteka celo hitreje.

Vsi trije programi omogočajo uvažanje opažnih risb iz arhitekturnih modelov (Graitec in Allplan) ali iz računskega modela za analizo konstrukcije (Armcad). Osnovna ideja takega pristopa je v prihranku časa pri izdelavi opažnih risb, ki

lahko pri zahtevnejših konstrukcijah pomenijo tudi do 50 odstotkov prihranka celotnega časa izdelave armaturnih risb. Žal se v slovenski praksi tak pristop le s težavo uveljavlja, saj zaradi specifičnosti trga (majhnost) projektant konstrukcije sodeluje z različnimi arhitekturnimi biroji, ki praviloma uporabljajo različna programska orodja za izdelavo arhitekturnih risb. Kljub tej napredni opciji, kjer se lahko izdelava

model za vse faze projektiranja (arhitektura, konstrukcija, instalacije), je potrebna velika pazljivost, saj lahko manj izkušen projektant (predvsem pri analizi konstrukcije) zaradi zapletenega modela hitro izgubi kontrolo nad rezultati analize.

V preglednici 1 so prikazane osnovne lastnosti štirih obravnavanih programov za risanje armaturnih risb.

	AutoCAD	Graitec Advance Concrete	Allplan Inženirstvo	Armcad 2005
Povezljivost z okoljem AutoCAD	/	Deluje v okolju AutoCAD	Samostojni program – podpira izmenjavo datotek z okoljem AutoCAD	Deluje v okolju AutoCAD
Osnovni koncept dela s programom	Klasično risanje armature, lahko si sami izdelamo knjižnice za tipične elemente	Delo poteka v treh modulih, izdelava 3D-modela konstrukcije, konstruiranje armature, generiranje risb za izris, način risanja enak kot v AutoCAD-u	Načrti organizirani v »projekte« iz več risarskih datotek, ki so združene v mape, svojevrsten način	Priprava opažnih risb v celoti s programom AutoCAD ali s pomočjo čarovnikov za nekatere tipične nosilne elemente, delo poteka v 2D
Standardi	/	SIST EN ISO 3766:2004 SIST EN 1992-1-1:2005	SIST EN ISO 3766:2004 SIST EN 1992-1-1:2005	SIST EN ISO 3766:2004 SIST EN 1992-1-1:2005
Načini risanja armature	/	Dinamični (v tem primeru se armatura samodejno prilagaja spremembi opaža), parametrični (uporabno za tipične nosilne elemente), klasični	Prostorski (model konstrukcije in armature v 3D), hibridni (opaž v 2D, armature v 3D), klasični (opaž in armature v 2D)	Klasičen način (2D), avtomatizirano generiranje prečnih prerezov
Avtomatizacija izdelave armature	/	Da (dinamični in parametrični način)	Da (prostorski in hibridni način risanja armature)	Delno (prečni prerezi, razporeditev mrež v ploskovnih elementih)
Možnost uvažanja arhitekturnih (3D) modelov	/	Da, povezava z Graitec Advance Design (modul za analizo konstrukcij) in Revit Structure (BIM)	Da, Allplan modul Arhitektura in programi za analizo konstrukcij (Scia Engineer, Frilo)	Povezava s programom za analizo konstrukcij Tower 3D
Izdelava izvlečkov in kosovnic materiala	Ročna	Samodejna	Samodejna	Samodejna
Kompleksnost programa	/	Višja, primeren za zahtevnejše konstrukcije	Visoka, primeren za vse vrste konstrukcij	Nizka, primeren za enostavne in zahtevnejše konstrukcije
Slovenski jezik	Ne	Ne, izpis dokumentacije je možen v slovenščini	Da (program in izpis dokumentacije)	Da (program in izpis dokumentacije)
Prednosti	Jih ni	Možnost dinamičnega in parametričnega načina risanja armature, uporabnik si lahko sam izdelava bazo tipičnih elementov, enostavnost izdelave 3D-modela (risanje poteka v 2D, 3. dimenzija se generira samodejno), obširna baza konstrukcijskih elementov za izdelavo opažev	V celoti preveden v slovenski jezik, odlična povezljivost z modulom Allplan arhitektura	V celoti preveden v slovenski jezik, enostavnost in učinkovitost ne glede na zahtevnost konstrukcije, čarovniki za nekatere tipične nosilne elemente, nismo vezani na programsko opremo, ki jo uporablja arhitekt
Slabosti	Risanje armature je zamudno, ni možnosti avtomatskega pozicioniranja palic, generiranje prerezov in izdelave seznamov	Prekompleksen za izdelavo armaturnih risb enostavnejših objektov ali posameznih delov konstrukcij	Težaven za učenje, svojevrsten način risanja (od uporabnika, ki je vajen dela v okolju AutoCAD, zahteva nekaj več privajanja), glavne prednosti pridejo do izraza šele, ko je tudi arhitekturni (prostorski) model izdelan z Allplanom	Ni možnosti 3D-risane armature, v določenih primerih nekoliko zamudnejša izdelava opažnih načrtov

Preglednica 1 • Primerjava osnovnih značilnosti vseh štirih programov za risanje armature

5 • LITERATURA

BAMTEC – System, povzeto 16. 9. 2013 po www.bamtec.com, 2013.

GRAITEC SA, brošure in navodila programa, Graitec ADVANCE the structural BIM solution, Evaluation disk 2011, povzeto 22. 4. 2013 po <http://www.graitec.com/index.asp>, <http://www.cgsplus.si/>, 2011.

NEMETSCHKEK Allplan GmbH, Allplan Engineering, brošure in navodila programa, povzeto 6. 5. 2013 po <http://www.nemetschek-allplan.eu/>, http://aec.si/programi/inzenirstvo/nemetschek_scia/, 2013.

RADIMPEX SOFTWARE, povzeto 10. 3. 2013 po <http://www.radimpex.rs>, brošure in navodila programa, <http://www.zeia.si/>, 2005.

SIST EN 1992-1-1:2005 – Evrokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcij – 1-1. del: Splošna pravila in pravila za stavbe, 2005.

SIST EN ISO 3766:2004: Gradbeniške risbe – Poenostavljeno prikazovanje armature, 2004.

Wikipedia, povzeto 16. 9. 2013 po en.wikipedia.org/wiki/AutoCAD, 2013.

PRIPRAVLJALNI SEMINARJI IN IZPITNI ROKI ZA STROKOVNE IZPITE ZA GRADBENO STROKO V LETU 2014

SEMINARJI	IZPIT	
	Osnovni in dopolnilni	Revidiranje
10. - 12. 02. 2014	25. 03. 2014 (po potrebi še 24. in 26.)	24. 03. 2014
14. - 16. 04. 2014	27. 05. 2014 (po potrebi še 26. in 28.)	
6. - 8. 10. 2014	25. 11. 2014 (po potrebi še 24. in 26.)	21. 10. 2014

A. PRIPRAVLJALNI SEMINARJI:

Seminarje organizira **Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS), Karlovska 3, 1000 Ljubljana**;

Telefon: (01) 52-40-200; Fax: (01) 52-40-199; e-naslov: gradb.zveza@siol.net; gradbeni.vestnik@siol.net.

Uradne ure:

ponedeljek, torek, sreda od 09.00 do 13.00 ure;

četrtek od 12.00 do 16.00 ure.

V petek NI URADNIH UR za stranke!

Seminar vključuje **izpitne programe** za:

1. odgovorno projektiranje (osnovni in dopolnilni strokovni izpit)
2. odgovorno vodenje del (osnovni in dopolnilni strokovni izpit)
3. odgovorno vodenje posameznih del
4. Investicijski procesi in vodenje projektov (za kandidate, ki opravljajo dopolnilni strokovni izpit; predavanje se odvija v okviru rednih seminarjev).
5. Kandidati drugih strok lahko poslušajo posamezna predavanja v okviru rednih seminarjev.

(Vsi posamezni programi so dostopni na spletni strani IZS - MSG:

<http://www.izs.si>, v rubriki »Strokovni izpiti«)

Cena za udeležbo na seminarju (za predavanje in literaturo) po izpitnih programih pod 1., 2. in 3. točko znaša 623,22 EUR z DDV, pod 4. točko pa 89,10 EUR z DDV. Cena za udeležbo na posameznem predavanju je 89,10 EUR z DDV.

Kotizacijo za seminar je potrebno nakazati ob prijavi na poslovni račun ZDGITS:

SI56 0201 7001 5398 955.

Prijavo je potrebno poslati organizatorju (ZDGITS) najkasneje **14 dni pred pričetkom** seminarja!

Prijavni obrazec je mogoče dobiti na spletni strani ZDGITS (<http://www.zveza-dgits.si>).

Izvedba seminarja je odvisna od števila prijav (najmanj 20).

B. STROKOVNI IZPITI

potekajo pri **Inženirski zbornici Slovenije (IZS), Jarška 10-B, 1000 Ljubljana**. Informacije o strokovnih izpitih in izpitnih programih je mogoče dobiti na spletni strani IZS <http://www.izs.si> ali po telefonu (01) 547-33-19 ob uradnih urah (ponedeljek, sreda, četrtek, petek: od 08.00 do 12.00 ure; v torek od 12.00 do 16.00 ure).