



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU - GEODETSKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB - FACULTY OF GEODESY
Zavod za inženjersku geodeziju i upravljanje prostornim informacijama
Institute of Engineering Geodesy and Spatial Information Management
Kačićeva 26; HR-10000 Zagreb, CROATIA
Web: www.igupi.geof.hr; Tel.: (+385 1) 46 39 222; Fax.: (+385 1) 48 28 081

Usmjerenje: Inženjerska geodezija i upravljanje prostornim informacijama

DIPLOMSKI RAD

Podrška upravljanju Geodetskim fakultetom i VRML

Izradio:

Ratko Medan

Trščanska 14

Zagreb

rmedan@geof.hr

Mentor: prof. dr. sc. Miodrag Roić

Zagreb, srpanj 2004.

**Zahvala:**

Zahvaljujem se svim profesorima i asistentima, što su mi svojim znanjem i trudom pomogli da završim ovaj studij.

Posebno se zahvaljujem svom mentoru prof. dr. sc. Miodragu Roiću i asistentu mr. sc. Hrvoju Matijeviću na svesrdnoj pomoći pri izradi ovog diplomskog rada.

Mojoj obitelji, koja je bez obzira na sve uvijek bila uz mene, dugujem najveću zahvalnost.

Podrška upravljanju Geodetskim fakultetom

Ratko Medan

Sažetak: *Pojavom novih informacijskih tehnologija i njihovom implementacijom u svakodnevni tijek radnog procesa, javlja se potreba za novim odnosima kod upravljanja prostorom. Na tržištu nalazimo računalne sustave za upravljanje prostorom koji najčešće, kao vizualnu podršku kod upravljanja, koriste 2d prikaze. Korištenje 2d prikaza nekog objekta ili prostora polako postaje nedostatan za učinkovito upravljanje te se javlja potreba za korištenjem 3d modela kao vizualne podrške kod upravljanja prostorom.*

Zadatak ovog rada bio je izrada 3d modela jednog dijela Geodetskog fakulteta i mogućnost upotrebe vizualnih prikaza dobivenih iz takvog modela. Kao programska podrška pri izradi ovog rada korišten je MicroStation, tvrtke Bentley. Izrađen je VRML primjer prividne stvarnosti zgrade fakulteta, a također je prikazana i opisana mogućnost upotrebe tlocrta etaža kao tehničke evidencije kod etažnog upisa u zemljišnu knjigu.

Abstract: *With the coming of new informational technologies and their implementation in everyday work process, there is a need for new relations in space management. In this area, we can find computer systems for space management, which often use 2d presentation for visualization. Usage of 2d presentation of some object or space, slowly became insufficient for effectively management, and we became aware of need for 3d model as visual support in space management.*

The goal of this paper was construction of 3d model of one part of Faculty of Geodesy and possibilities of implementation of visual presentations given from such model. Computer program MicroStation, of firm Bentley, was used in developing 3d model and creating visual presentation. VRML example of virtual reality was made, and also is shown and described possibility of usage of ground plane as technical part for registration in land-registry.



S A D R Ž A J

1. UVOD	6
2. PODRŠKA UPRAVLJANJU PROSTOROM	7
2.1. OPĆENITO O UPRAVLJANJU PROSTOROM	7
2.2. UPRAVLJANJE RESURSIMA	9
2.2.1. <i>Ljudski resursi</i>	9
2.2.2. <i>Materijalni resursi</i>	10
2.3. RAČUNALNO MODELIRANJE.....	10
2.4. RAČUNALNO MODELIRANJE I UPRAVLJANJE RESURSIMA.....	11
2.5. POSEBNI DIJELOVI NEKRETNINE – ETAŽIRANJE.....	11
2.5.1. <i>Općenito o etažiranju</i>	12
2.5.2. <i>Pravni dio</i>	13
2.5.3. <i>Tehnički dio</i>	14
3. RAČUNALOM PODRŽANO UPRAVLJANJE	17
3.1. SUSTAVI ZA UPRAVLJANJE	17
3.1.1. <i>Osobine i definicija sustava</i>	18
3.1.2. <i>Korištenje sustava</i>	19
3.2. PRIKUPLJANJE PODATAKA	20
3.2.1. <i>Primarne metode</i>	20
3.2.2. <i>Sekundarne metode</i>	21
3.3. CAD PODRŠKA UPRAVLJANJU	21
3.3.1. <i>2D prikazi</i>	22
3.3.2. <i>3D model kod upravljanja</i>	23
3.4. DBMS PODRŠKA UPRAVLJANJU	23
3.4.1. <i>Relacijski model</i>	24
3.4.2. <i>Objektno orijentirano modeliranje</i>	26
4. 3D MODELIRANJE I VIZUALIZACIJA (VRML)	27
4.1. OPĆENITO O 3D MODELIRANJU	27
4.2. POSTUPCI 3D MODELIRANJA KORIŠTENJEM CAD-A	28
4.2.1. <i>Kratki opis metodologija nižeg nivoa</i>	29
4.2.2. <i>Izrada 3D modela iz tlocrta ili presjeka</i>	29
4.2.3. <i>Neposredno 3D modeliranje</i>	32
4.3. VRSTE PRIKAZA 3D MODELA	32
4.3.1. <i>Žičani model (wireframe)</i>	33
4.3.2. <i>Sjenčani model (rendered)</i>	34
4.4. VRML (VIRTUAL REALITY MODELING LANGUAGE).....	35
4.4.1. <i>Općenito o VRML-u</i>	35
4.4.2. <i>Razvoj VRML standarda</i>	37
4.4.3. <i>Karakteristike i struktura VRML-a</i>	39
4.4.4. <i>Preglednici VRML ekstenzija</i>	42



5. IZRADA MODELA GEODETSKOG FAKULTETA	44
5.1. ZADATAK DIPLOMSKOG RADA	44
5.2. MJERENJE I PRIKUPLJANJE POSTOJEĆIH PODATAKA	44
5.3. IZRADA 3D MODELA	47
5.4. VIZUALIZACIJA I IZRADA RAZLIČITIH PRIKAZA	56
5.4.1. <i>Etažiranje</i>	56
5.4.2. <i>Virtualni prikaz modela pomoću VRML-a</i>	62
5.5. SADRŽAJ PRILOŽENOG MEDIJA	69
6. ZAKLJUČAK	70

Literatura

Životopis

1. Uvod

Velikim napretkom na području graditeljstva, a posebno naseljavanjem velikih gradova, pojavljuje se potreba za što učinkovitijim upravljanjem prostorom. Upravljanje prostorom posebno kod poslovnih zgrada, tvornica i sl., a upravo radi njihovog što učinkovitijeg iskorištavanja, postaje važan dio kod poslovnog odlučivanja.

Razvoj računalne tehnologije, posebno CAD sustava (*Computer Aided Design*) zajedno sa programima za elektroničku obradu podataka (*Database*), pruža učinkovitu podršku upravljanju prostorom računalom. Mogućnost povezivanja CAD-a i baze podataka daje priliku za jedinstvenim izlaznim rezultatom te na taj način omogućuje znatno smanjenje redundancije i onemogućuje redundantnost izlaznih podataka. U kratkom vremenu i uz veliku preciznost rezultata, omogućuje se donošenje odluka koje će usmjeriti poslovanje ili upravljanje nekim prostorom k još većoj ekonomičnosti.

Prvi koraci napretka jesu sagledavanja stanja izradom informacijskog sustava u kojem su 3D modeli najčešće temeljna sastavnica (Roić i dr. 2001).

Zadatak ovog diplomskog rada je izrada računalne podrške upravljanja Geodetskim fakultetom, odnosno jednog njegovog dijela, te različita mogućnost prikazivanja dobivenih rezultata.

U tu svrhu izvedene su određene radnje. Izmjerene su, odnosno preuzete, iz radova studenata sa vježbi iz predmeta "Podrška upravljanju prostorom", mjere učionica i ureda na katu Geodetskog fakulteta te ulaz u samu zgradu. Također su preuzeti ostali dostupni podaci pomoću kojih je obavljeno modeliranje zgrade fakulteta. Samo modeliranje te izrada različitih prikaza prezentacije ovoga rada, obavljeno je pomoću CAD programskog alata *Microstation* tvrtke Bentley.

2. Podrška upravljanju prostorom

Tehnološki razvoj i informatizacija društva snažno utječu na čovjeka i njegov način ophođenja u prostoru u kojem živi. Usporedno s tehnološkim i informatičkim razvojem raste i potreba za još učinkovitijim upravljanjem prostora u kojem živimo. Razvijaju se novi sustavi za upravljanje, dorađuju prijašnji, a sve u svrhu boljeg upravljanja stvarima i procesima koji nas okružuju.

Prostor, općenito nužni, objektivno postojeći oblik realnosti; svojstvo i jedan od osnovnih uvjeta postojanja cjelokupnog materijalnog svijeta (Klaić 1984).

2.1. Općenito o upravljanju prostorom

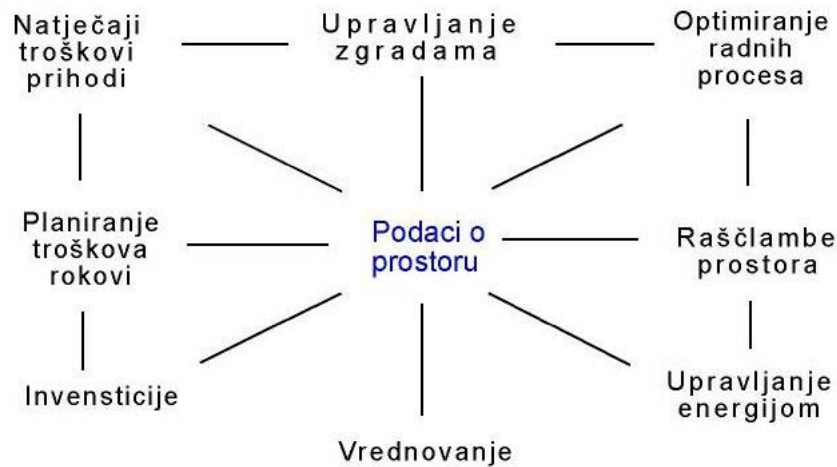
Potrebu za upravljanjem prostorom nalazimo od samog početka civilizacije kada su naši preci suočeni sa životnim prilikama i situacijama koje su ih okruživale, počeli iskorištavati i upravljati prostorom u kojem su se nalazili. Geodezija već tada nalazi svoju primjenu u svakodnevnim zadacima.

Ogromni sistemi za navodnjavanje u Mezopotamiji, izgradnja velikih građevnih i hidrotehničkih objekata, kao što su regulacija Nila i natapanje zemljišta u Egiptu, bazirano je sigurno na geodetskim predradnjama, no o tome ne postoje pouzdani pisani tragovi (Macarol 1985).

Tokom stoljeća većina poslova obavljala se vani u polju, ali dolaskom doba industrijalizacije, položaj radne snage se mijenja i ona odlazi iz sela u gradove. Razvoj gradova i velika koncentracija ljudi na jednome mjestu, donijela je mnoge pozitivne ali i negativne strane. U gradu, na relativno malom prostoru, nalazimo razne vidove modernog življenja koji zahtijevaju nove oblike građevinske infrastrukture.

Gradovi se za razliku od prijašnjeg vremena kada su se širili "horizontalno" i zauzimali sve veći i veći prostor, danas razvijaju "vertikalno" i postavljaju nove zahtjeve za optimiranjem radnog procesa koji konstantno traži nove oblike svojeg razvitka kao i za organizacijom novog prostora. Sve veća infrastruktura (prometnice, željeznice, poslovni centri, aerodromi, tvornička postrojenja i dr.) zahtijeva odgovorno i učinkovito korištenje i upravljanje.

Zadaci upravljanja su višestruki. Od upravljanja zgradama – poslovnim ili stambenim -, optimizacije radnih procesa pa sve do raščlambe prostora i upravljanja energijom, nastoji se učinkovito i efikasno upravljati i koristiti prostor. Slika 2.1.1 pokazuje samo neke od mogućih zadataka upravljanja.



Slika 2.1.1 Zadaci upravljanja

Razvojem računalne tehnologije i izlaskom iz doba *industrijalizacije*, a ulaskom u doba *informatizacije*, otvorile su se i razne mogućnosti korištenja i upravljanja infrastrukturnim objektima na jedan nov način. Pojava globalnih geoinformacijskih sustava (GIS) i zemljišnih sustava (ZIS) snažno je doprinijela korištenju, upravljanju i razvitku prostora u kojem se nalazimo. Njihova funkcionalnost očituje se u pridodavanju određenih informacija određenom prostoru uz mogućnost prikaza, analize, raznih upita i sl. Kao podloga odnosno temelj za izradu takvih sustava koriste se kvalitetni planovi i karte, a geodeti kao stručnjaci za mjerenje i pozicioniranje imaju nezamjenjivu ulogu u njihovoj pripremi i održavanju (Pribičević i Medak 2003). Više o navedenim računalnim sustavima biti će u poglavlju 3, Računalni sustavi.

Kako se GIS i ZIS sustavi najčešće koriste kod upravljanja većih prostora kao što su dijelovi grada, cijeli gradovi, regije ili države, nastala je potreba za razvitkom sustava koji bi odgovarao potrebama razvitka gradova odnosno njegovih zasebnih dijelova kao što su poslovne i stambene zgrade, aerodromi, željeznica, groblja i dr. na istovjetan način.

Facility management sustavi (FM) razvili su se upravo kao odgovor na potrebu upravljanja i korištenja objekata u kojima se odvija neka vrsta radnog procesa, stanovanja ili nekog drugog vida djelovanja. FM sustavi sastoje se od CAD (Computer Aided Design) i DBMS (Data Base Management System) podrške. CAD sustavi su računalni programi za crtanje i prikaz 2D ili 3D prostora, danas najčešće zastupljeni u strojarstvu i graditeljstvu i služe za računalno modeliranje stvarnog svijeta. DBMS su sustavi za izradu i korištenje baza podataka, koje kroz razne upite i analizu, omogućuju tekstualni prikaz traženih podataka.

FM računalni sustavi kombinacija su računalnog modeliranja pomoću nekog od CAD orijentiranih računalnih programa i upravljanja resursima na temelju njihove

pohrane, analize i prikaza nekim od DBMS sustava. U daljnjem tekstu biti će riječ o njihovim općenitim karakteristikama.

2.2. Upravljanje resursima

Resurse možemo razvrstati na ljudske, tj. one koje se odnose na radnike i na materijalne odnosno one koji se odnose na neke fizičke objekte (nekretnine), instalacije ili strojeve neke tvrtke. Razvojem modernih tehnologija i rastućom informatizacijom te njihovom implementacijom u svim segmentima društva, pojavili su se novi odnosi u planiranju i upravljanju prostora.

Posao i znanje evoluirali su na jedan globalni nivo, ali ljudi i fizički objekti nisu – naime, oni ostaju u svojem nacionalnom kontekstu i samim time u slabijoj poziciji (URL 1).

Management ima za zadatak upravljati resursima tvrtke na najbolji mogući način, kako bi se uz minimalna ulaganja mogla izvući maksimalna dobit.

2.2.1. Ljudski resursi

Temelj svake tvrtke morali bi biti njezini stručnjaci odnosno njezina radna snaga. Pojavom globalizacije kao sada već nezaustavljivog trenda koji podrazumijeva tvrtku izvan konteksta granica svoje zemlje, počeli su se stvarati novi odnosi na tržištu rada i kapitala. Razvoj Interneta, velike svjetske mreže, uvelike je doprinijelo širenju i razmjeni informacija te novih znanja diljem cijelog svijeta. U tome kontekstu potreba za organiziranjem i upravljanjem resursima tvrtke postaje od neizmjerne važnosti.

Management organizacije ili tvrtke mora voditi računa o ljudskim resursima unutar nje. Kao pomoć pri upravljanju i organizaciji management se koristi raznim popisima, analizama i predviđanjima pri optimiziranju radnog procesa. Izradom raznih popisa i njihovim sortiranjem dobivaju se različita izvješća o postojećim resursima na temelju kojih management donosi važne odluke kod upravljanja.

Razvoj DBMS (Data Base Management System) sustava (o kojima će kasnije biti više riječ) omogućuje lakše i učinkovitije popisivanje, održavanje, analize i izdavanje izvješća kada je riječ o resursima tvrtke. Nedostatak vođenja tih popisa i analiza očituje se u nemogućnosti prostornog prikaza dobivenih analiza i izvješća te je samim time managementu otežano upravljanje.

Za razliku od ranijih godina kada se je velika većina ulaganja kretala prema nekretninama tj. materijalnim resursima, u novije vrijeme taj omjer polagano se mijenja. Dolazi do većih ulaganja u radnu snagu tj. ljudske resurse i radni proces u kojem sudjeluju. Napokon se shvatilo da dobru tvrtku ne čine najviše njezini vidljivi resursi (nekretnine, pokretnine, instalacije...), već da dobra tvrtka uvelike zavisi od dobro organiziranih i educiranih pojedinaca unutar nje.

2.2.2. Materijalni resursi

Razvoj Interneta postavio je nove odnose na polju rada i upravljanja prostorom. Velikim ulaganjima u informatiku i elektroniku te postepenim uspostavljanjem virtualnih ureda, stvarni (fizički) objekti u kojima se odvija radni proces nemaju više onu važnost kao ranijih godina.

Trend globalizacije i stalna potreba za ekspanzijom kompanija povećale su rizik za ulaganjem u čvrste objekte. Vijek trajanja kompanija smanjuje se a samim time i rizik kod ulaganja u objekte se povećava (URL 1).

Kada govorimo o materijalnim resursima neke tvrtke, mislimo na nekretnine (objekti), strojeve, mreže, instalacije unutar tvrtke te oprema kojom ona raspolaže. Izrada popisa tih resursa omogućuje managementu lakše upravljanje na temelju dobivenih izvješća, ali kao i kod upravljanja ljudskim resursima, kod materijalnih možda i više, očituje se nedostatak prostornog prikaza, prostornih odnosa i pristupa.

Troškovi održavanja i upravljanja objektima čine veliku stavku u financijskom proračunu neke tvrtke. Izradom popisa resursa, njihovim sortiranjem i izvještajima, smanjuje se postotak udjela održavanja i upravljanja materijalnih resursa u proračunu tvrtke.

2.3. Računalno modeliranje

Pojava CAD (Computer Aided Design) računalnih programa i njihov brzi razvitak sredinom 80-ih omogućio je također i lakše upravljanje prostorom. Izrada planova i karata koji su ranije rađeni analogno i na isti način održavani, razvojem CAD programa prelazi u digitalnu izradu. Održavanje digitalnih planova i karata sada je 2-10 puta brže i pouzdanije od analognog održavanja (Roić 2002).

Planovi i karte sada se pohranjuju na za to predviđene radne stanice gdje se formira digitalna baza prostornih podataka. Planovi se izdaju i mijenjaju samo uz strogo kontroliran pristup koji je određen preko računalne zaporke i korisničkog imena kojima se pristupa bazi gdje su planovi pohranjeni. Time je mogućnost uništenja smanjena na minimum za razliku od analognog vođenja planova gdje uvijek postoji tendencija njihovog fizičkog uništenja.

Mogućnost crtanja u slojevima (layer, level i sl.) kao jedna od osnovnih odlika CAD sustava ima za mogućnost njihovo uključivanje, odnosno isključivanje prema potrebi. Ono što želimo prikazati na jednom sloju ne mora biti prikazano na drugom i obratno. Uključivanjem više slojeva sa različitim grupama podataka, odnosno njihovim preklapanjem, dobiti ćemo mogućnost cjelovitog prikaza nekog prostora sa svim potrebnim elementima koji se nalaze na pojedinim slojevima. Ukoliko nas neki podaci ne zanimaju i opterećuju prikaz, jednostavnim isključivanjem toga sloja oni nestaju.

Nedostatak CAD sustava je u ne mogućnosti pristupa po atributima na planovima i kartama. Ne postoji način kako kreirati upite i zatim povezati dobivene podatke sa

već postojećim podacima na planu ili karti već postoji jedino mogućnost njihovog prikaza.

Većina CAD računalnih programa omogućava i modeliranje u 3D. 3D model nekog prostora omogućuje nam lakše upravljanje prostorom jer za razliku od 2D prikaza u kojemu je sve svedeno na jednu ravninu, u 3D modelu odnosi u prostoru upravo su onakvi kao i u stvarnosti.

Kod upravljanja prostorom i FM sustava, 3D modeli od velikog su značaja jer pružaju mogućnost realnog prikaza prostora i samim time mogućnost lakšeg upravljanja njime. Više o 3D modeliranju biti će u 4 poglavlju ovog diplomskog rada.

2.4. Računalno modeliranje i upravljanje resursima

Temelj za uspješan FM sustav čini upravo kombinacija računalnog modeliranja i upravljanja resursima. Računalno modeliranje obavlja se uglavnom pomoću CAD programa, dok su sustavi za upravljanje bazom podataka idealan alat za popis, analizu izvješća i sl. kod upravljanja resursima. Većina CAD programa preko svojeg korisničkog sučelja ima za opciju povezivanje sa nekim sustavom baze podataka. Takvim povezivanjem dobiti ćemo kombinaciju računalnog modeliranja i računalnog upravljanja resursima što će dovesti do lakšeg i učinkovitijeg odlučivanja kod upravljanja nekim objektom.

Za razliku od ranije kada su se odluke kod upravljanja donosile samo na temelju planova ili samo na temelju tablica, kombinacijom CAD i DBMS sustava u mogućnosti smo imati izvješća koja objedinjuju ove dvije navedene forme a samim time i priliku za brže i jednostavnije odlučivanje pri upravljanju. Atributi koji su prije najčešće bili opisivani tekstualno, sada zahvaljujući povezivanju s CAD-om dobivaju novu, prostornu dimenziju (Roić 2002).

2.5. Posebni dijelovi nekretnine – etažiranje

Vlasništvo na posebnim dijelovima građevine kao poseban pravni institut u prethodnom (socijalističkom) sustavu je bilo regulirano Zakonom o vlasništvu na dijelovima zgrada (Sl. list SFRJ br. 43/65 i 57/65). Tim zakonom predviđeno je da se za uređenje etažnog vlasništva osnuje posebna zemljišna knjiga koja bi nosila oznaku «Etažno vlasništvo» (knjiga «E»), te između ostalog propisana i tehnologija poslova potrebnih za uknjižbu etažnog vlasništva.

Donošenjem novog Zakona o vlasništvu i drugim stvarnim pravima (NN 91/96) prijašnji zakon prestaje vrijediti. U glavi IV toga zakona, donesene su nove odredbe o uspostavi vlasništva nad posebnim dijelovima nekretnine. Kako je uspostava vlasništva nad posebnim dijelovima nekretnine jedan od temelja za efikasno i ekonomično korištenje prostora, ovoj temi posvetiti ćemo jedno potpoglavlje.

2.5.1. Općenito o etažiranju

Etažiranje ili uspostava vlasništva nad posebnim dijelovima nekretnine važan je element kod reguliranja imovinsko-pravnih odnosa. Nesređeno imovinsko-pravno stanje kod nekretnina onemogućuje njihovo učinkovito korištenje i upravljanje. Također, nesređeni imovinsko-pravni odnosi na nekretninama onemogućiti će maksimalnu financijsku ili poslovnu dobit iz nekretnina.

Zemljišna knjiga kao evidencija o zemljištu i stvarnim pravima, registrira imovinsko-pravne odnose na nekretninama. Zemljišna knjiga vodi se kod nadležnog općinskog suda, na zemljišno-knjižnom odjelu, koji za svaku katastarsku općinu vodi jednu glavnu knjigu.

Upis dijelova nekretnine u katastar i zemljišne knjige ima svoj temelj u Zakonu o vlasništvu i drugim stvarnim pravima, a u prvom redu u odredbi čl. 72. (NN 91/96) ovog Zakona po kojoj se vlasništvo određenog posebnog dijela nekretnine (etažno vlasništvo) uspostavlja upisom u zemljišnu knjigu. Upis etažnog vlasništva u zemljišnu knjigu mora, naime, na neki način obuhvatiti i upis dijela nekretnine kao predmet tog vlasništva.

Kao prijelazno rješenje za zgrade koje nisu bile upisane u zemljišne knjige, vođena je knjiga položenih ugovora kako bi se stanovi unutar zgrada mogli pravno evidentirati te koristiti kod trgovine i upravljanja nekretninama. U knjigu "PU" upisuje se pojedini stan bez obzira da li je zgrada u kojoj se stan nalazi upisana u zemljišnu knjigu čl. 3. (NN 42/91).

Knjiga "PU" vodi se kod zemljišnoknjižne službe suda na čijem se području stan nalazi. čl. 4. Knjiga "PU" vodi se odvojeno za svaku katastarsku općinu. Sastoji se iz glavne knjige i zbirke isprava. Zajedno s knjigom "PU" vode se pomoćne knjige - lmenik vlasnika stanova i Popisnik upisanih stanova. Glavnu knjigu čine podulošci, a za svaki stan koji je predmet upisa vodi se poseban poduložak sastavljen od popisnog, vlasničkog i teretnog lista čl. 5. (NN 42/91).

Uz prijedlog za upis u knjigu "PU" predlagatelj je zemljišnoknjižnom sudu dužan priložiti:

- ispravu (ugovor o prodaji stana ili presudu koja ga nadomješta) koja pored zakonom određenih sastojaka sadrži i sve podatke koji se upisuju u list A
- dokaz o tome da je prodavatelj nositelj prava raspolaganja na stanu koji je predmet upisa odnosno vlasnik, ukoliko je izvršena pretvorba vlasništva sukladno posebnim propisima (ugovor o građenju, kupoprodajni ugovor, ugovor o prijenosu prava korištenja i raspolaganja, pravomoćna sudska odluka i sl.). čl. 13.

Donošenjem Zakona o vlasništvu i drugim stvarnim pravima (NN 91/96) knjiga položenih ugovora se prestaje voditi i svaki stan može biti uveden u zemljišne knjige kao posebni dio nekretnine.

Ne postoji točan podatak koliko je nekretnina samo na području Zagreba etažirano ali se iz nekih drugih pokazatelja može zaključiti da nije više od polovice. Stan, za razliku od ranije kada je bio samostalna cjelina, neovisan o hodnicima, podrumu, tavanu, terasi, zemljištu..., koji su nekad bili društveno vlasništvo, Zakonom o vlasništvu (NN 91/96) prestaje to biti te postaje povezan s ostalim dijelovima nekretnine koji mu po suvlasničkom udjelu u nekretnini pripadaju. Upravo uspostavom vlasništva nad posebnim dijelovima nekretnine postiže se uspostava jedinstva nekretnine koja ranije nije bila moguća.

Prema odredbi toč. 3. čl. 21. Zakona o državnoj izmjeri i katastru nekretnina (NN 128/99) katastarska izmjera obuhvaća i izmjeru rečenih dijelova nekretnine ponajprije u svrhu stvaranja odgovarajuće katastarske podloge za upis etažnog vlasništva u zemljišne knjige (Vojnović i Mačković 2001).

Postojećim Zakonom o zemljišnoj knjizi, a niti bilo kojim drugim službenim pravilnikom, nije jasno definiran način izrade plana posebnih dijelova nekretnine. U praksi zato nalazimo razne (većinom slične) načine njihove izrade, koji se oslanjaju na prijašnji Zakon o vlasništvu nad posebnim dijelovima zgrada (NN 52/73), gdje je u čl. 37 okvirno opisan način izrade.

Katastarskom izmjerom spomenutih dijelova nekretnine te na taj način jasnim definiranjem izrade elaborata nad posebnim dijelovima nekretnine, izbjeci će se raznolikost kod njihove izrade i omogućiti njihovo kvalitetnije korištenje.

Radi boljeg pregleda i uvida u cjelovit postupak izrade elaborata posebnih dijelova nekretnine, možemo podijeliti na pravni i tehnički dio, iako je naravno on sam po sebi neodvojiva cjelina.

2.5.2. Pravni dio

Pravni dio kod uspostave vlasništva nad posebnim dijelovima nekretnine odnosi se na imovinsko pravne odnose na nekretnini. Za upis posebnih dijelova zgrade u zemljišnu knjigu potrebno je podnijeti zahtjev zemljišno-knjižnom odjelu Općinskog suda.

Plan posebnih dijelova zgrade mora biti izrađen od strane stručne osobe (projektantske organizacije, inženjera, arhitekta, tehničara) i potvrđen od strane nadležnog općinskog tijela uprave. Nadležno tijelo uprave je gradski ured za prostorno uređenje, stambeno-komunalne poslove, graditeljstvo i zaštitu okoliša.

Vlasništvo posebnoga dijela nekretnine uspostavlja se na temelju pisane suglasnosti svih suvlasnika te nekretnine čl.73, st.1 (NN91/96). Vlasništvo posebnoga dijela ne može se uspostaviti dok nadležna upravna vlast ne potvrdi da je određeni stan ili druga prostorija u određenoj zgradi i na određenoj zemljišnoj čestici samostalna uporabna cjelina (čl.73, st.3).

Vlasništvo posebnoga dijela može biti uspostavljeno glede dijela suvlasničke nekretnine koji čini samostalnu uporabnu cjelinu, prikladnu za samostalno izvršavanje suvlasnikovih ovlasti, kao što je stan ili druga samostalna prostorija (čl.67, st.1).

Uz stan odnosno drugu samostalnu prostoriju, vlasništvo posebnoga dijela nekretnine može se protezati i na sporedne dijelove kao što su otvoreni balkoni, terase, podrumске ili tavanske prostorije, kućni vrtovi, mjesta za ostavljanje najviše do dva motorna vozila po pojedinom stanu ili drugoj samostalnoj prostoriji (čl.67, st. 3).

Prema ZDIKN navedeni dijelovi nekretnine evidentiraju se u određenim dijelovima katastarskog operata na temelju podataka prikupljenih i obrađenih u postupku katastarske izmjere i nakon što se u zemljišno knjižnom postupku utvrde vlasnici dijelova nekretnine čl. 112 (NN 128/99).

Kako taj Zakon nije u praksi još zaživio, uspostava vlasništva nad posebnim dijelovima nekretnine i dalje se vodi na ranije utvrđene načine.

Prije uspostave vlasništva nad posebnim dijelovima nekretnine potrebno je prikupiti sve relevantne podatke koji se odnose na nekretninu. Potrebno je od suvlasnika nekretnine prikupiti podatke o vlasništvu odnosno suvlasništvu na nekretnini. Na temelju tih podataka potrebno je ishoditi suglasnosti svih (su)vlasnika kako bi se moglo pristupiti izradi plana posebnih dijelova nekretnine.

Također, potrebno je riješiti imovinsko pravne odnose na zemljištu, odnosno provjeriti da li je zemljište na kojoj se nalazi nekretnina upisano u zemljišnu knjigu i da li su ostale (pomoćne) zgrade također upisane. Ako upis nije izvršen, treba pokrenuti postupak kojim će se upis izvršiti i na taj način registrirati stvarno stanje.

Nakon što se uvidom na terenu provjeri stvarno stanje i utvrdi da li je moguće nekretninu podijeliti na posebne dijelove te obave ostale pomoćne potrebne radnje, pristupa se izradi plana posebnih dijelova nekretnine. Kako je ovaj postupak opisan u narednom potpoglavlju –tehnički dio–, ovdje neće biti dalje obrazlagan.

Nakon što je plan posebnih dijelova nekretnine izrađen, isti je potrebno ovjeriti od nadležnog općinskog tijela uprave koji potvrđuje da je elaborat valjan i da posebni dijelovi nekretnine koji su u elaboratu istaknuti, mogu činiti samostalnu uporabnu cjelinu.

Na kraju, potrebno je pribaviti ili sastaviti dokumente na temelju kojih će biti obavljen upis u zemljišnu knjigu. Ti dokumenti koje čine razni predugovori, ugovori i aneksi ugovora moraju sadržavati identične podatke kao i već sastavljeni plan posebnih dijelova kako bi predani zajedno na zemljišno-knjižni odjel Općinskog suda mogli biti valjan temelj za upis etažnog vlasništva.

2.5.3. Tehnički dio

Tehnički dio tj. sama izrada plana posebnih dijelova nekretnine, obaviti će se nakon potrebnih predradnji koje su većinom opisane u prethodnom tekstu. Geodetski stručnjak, u ovom slučaju “ovlašteni inženjer geodezije”, zahvaljujući svojoj stručnoj osposobljenosti te iskustvu na područjima izmjere, najpozvaniji je za izradu tehničkog dijela etažnog elaborata. Prema čl. 22, st. 3 statuta HKAIG-a, među zadatke ovlaštenih geodetskih stručnjaka između ostalog pripada

“Geodetsko snimanje izvedenog stanja nakon izgradnje objekata, odnosno njihovih dijelova te izrada elaborata za unos u službene evidencije”.

Tehnički dio plana posebnih dijelova nekretnine odnosi se na:

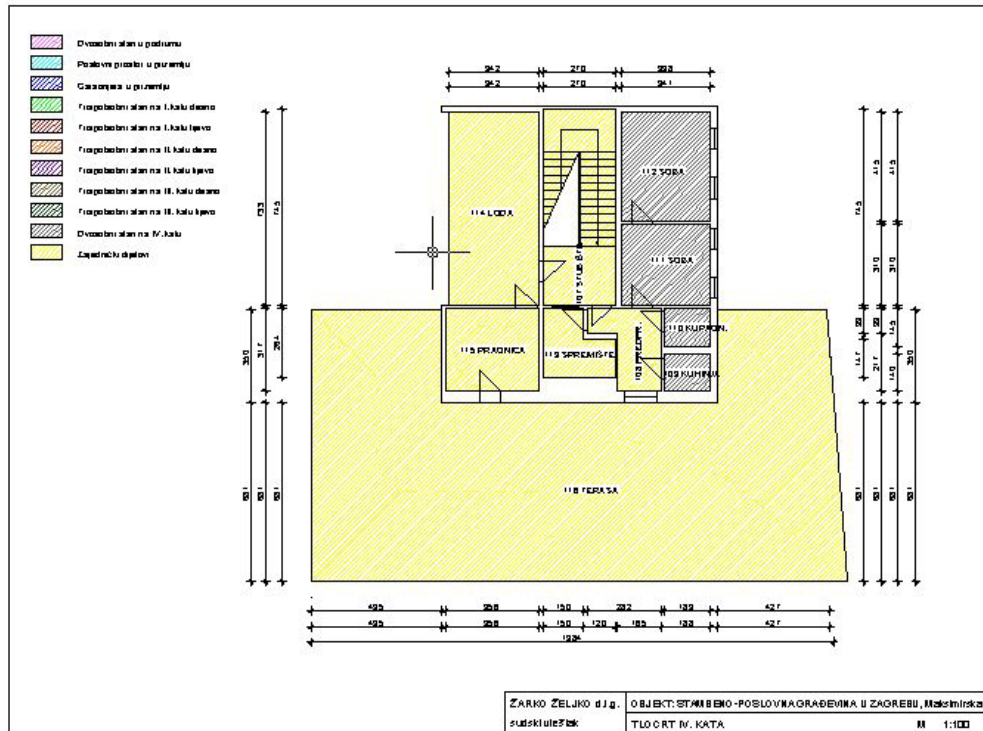
- izmjeru stvarnog stanja nekretnine
- izmjeru radi izrade situacijskog plana nekretnine
- izračun površina svih prostorija prema stvarno izmjerenom stanju (kod izračuna površina treba računati stvarnu – fizičku površinu prostorije, a ne relativnu odnosno pomnoženu sa koeficijentima)
- izrade plana posebnih dijelova građevine

Sama izrada plana posebnih dijelova ili elaborata etažiranja sastoji se od nekoliko dijelova:

- situacijskog odnosno katastarskog plana nekretnine za koju se izrađuje plan posebnih dijelova
- zemljišnoknjižnog izvotka u kojem je upisana predmetna nekretnina te kao takva može biti predmet diobe
- podjele nekretnine na njezine posebne dijelove
- tehničkog opisa predmetne nekretnine i posebnih dijelova
- tlocrta posebnih i zajedničkih dijelova nekretnine u kojemu su zasebnom bojom jasno razgraničeni njezini posebni dijelovi a jednakom bojom suvlasnički
- odnos korisne površine svakog posebnog dijela prema ukupnoj korisnoj površini nekretnine izražen u postocima

Kako izgled i struktura plana posebnih dijelova nije uopće definirana Zakonom, već je smatrano da će se tehnologija izrade regulirati nekim drugim pravilnicima, elaborati se u praksi znaju često razlikovati.

Slika 2.5.1 prikazuje tlocrt jednog posebnog dijela nekretnine sa njegovim kompletnim opisom i drugim značajkama



Slika 2.5.1 Tlocrt etaže sa opisom i sastavnicom

3. Računalom podržano upravljanje

Nagli razvoj računalne tehnologije započeo je kraj industrijskog te označio početak informatičkog doba. Računala ubrzo postaju moćan alat pri obavljanju različitih svakodnevnih zadataka. Niti jedna grana industrije, poduzetništva ili bilo kojeg oblika radnog procesa, ne može ostati po strani kada je riječ o korištenju računala u njihovim svakodnevnim zadacima, a da to ne utječe na njihovu proizvodnju ili djelovanje.

Kod upravljanja prostorom razvili su se razni sustavi koji zahvaljujući računalnoj podršci, bilo hardverskoj ili programskoj, omogućuju još učinkovitije i ekonomičnije upravljanje za razliku od ranije. Njihov razvoj i djelovanje određen je potrebama i svrhom za koju je potrebno izraditi takav sustav.

U ovom poglavlju biti će riječ o računalnim sustavima, stavljajući naglasak prvenstveno na FM sustav i njegove CAD i DBMS komponente, čija izrada jednog njegovog dijela (3D model) je i zadatak ovog diplomskog rada.

3.1. Sustavi za upravljanje

Kada razgovaramo o upravljanju moramo znati objekt našeg upravljanja, bilo da je riječ o podacima vezanim uz zemljište, instalacije, zgrade i sl., važno je odabrati dobar sustav za učinkovito upravljanje. GIS i ZIS računalni sustavi razvijeni su kao odgovor na potrebu za boljim i organiziranijim upravljanjem prikupljenih podataka.

ZIS (Zemljišni informacijski sustav) po definiciji je strukturirani skup podataka u vezi sa zemljištem, spremljen u računalo radi jednostavnijeg upravljanja, dopune, pristupa, upita i prikaza podataka. Dok GIS (Geoinformacijski sustav) u širem smislu računalni je sustav za prikupljanje, upravljanje, ažuriranje, analizu i vizualizaciju podataka koji se odnose na prostor (Pribičević i Medak 2003).

Ranije, prije razvoja računalne tehnologije, podaci vezani uz zemljište ili prostor bili su nanoseni na analogne karte, planove i razne druge tematske podloge. Njihovim međusobnim preklapanjem dobiven je sustav podataka kao temelj za upravljanje prostorom. Nedostatak takvog sustava očitovao se u velikoj količini podataka koji su bili nepregledni te u redundantnosti podataka koji su se u tom sustavu ponavljali. Računalni sustavi redundantnost podataka sada svode na najmanju moguću mjeru, a samo korištenje je uvelike pojednostavljeno.

FM (Facility management) sustavi razvili su se kao odgovor na potrebu za upravljanje prostornim podacima u urbanim područjima gdje za razliku od GIS i ZIS sustava postoje i specifični zahtjevi kod njegove izrade, a uvjetovani su upravo urbanim okruženjem za kojeg se taj sustav najčešće i izrađuje. Kako je tema ovog diplomskog rada podrška upravljanju Geodetskim fakultetom, s naglaskom na 3D modeliranje i vizualizaciju kod FM sustava, u daljnjem tekstu biti će pobliže objašnjene njegove osobine i način korištenja.

3.1.1. Osobine i definicija sustava

Na privrednom engleskom jeziku facility znači uređenje, olakšanje ili lakoća, ali u industrijskom području i korisničko postrojenje ili korisničko mjesto. Konkretnu definiciju FM sustava daje FM Austria: “ Pod FM podrazumijeva se koordinacija svih postrojenja, uređenja građevina koje sadržavaju radna mjesta, zemljišnih čestica sa pripadajućom infrastrukturom, ljudi i zadataka poduzetništva, tj. organizacije. Ova koordinacija koristi spoznaje ekonomije, tehnike i upravljanja kao i arhitekture i dizajna. FM promatra dugoročno sve građevine, postrojenja i uređenja kroz njihov sveukupni radni vijek uzimajući u obzir sve troškove” (Mastelić-Ivić i Angst 1997).

Kako bi FM sustav bio učinkovit, on mora omogućiti rad s prostornim podacima. Povezivanje CAD grafičkih programa s DBMS sustavima za upravljanje bazama podataka temelj je za rad jednog takvog sustava. RDBMS (Relational Database Management System) sustavi su za upravljanje bazama podataka koji su najčešće korišteni kod izgradnje ovakvih sustava. RDBMS sustavi omogućuju korektnu izradu jednog sustava za upravljanje, ali nemaju za mogućnost rad sa prostornim podacima tako da se prostorne podatke mora dodatno modelirati korištenjem drugih mehanizama što dovodi do redundancije podataka. SDBMS (Spatial Database Management System) je sustav za upravljanje bazama podataka koji omogućuje rad s prostornim podacima te je puno prikladniji za rad kod izgradnje nekog prostornog informacijskog sustava od RDBMS-a.

Pri samoj izradi voditi ćemo se nekim smjernicama koje će nam omogućiti krajnju uspješnost sustava za upravljanje:

- potrebno je utvrditi svrhu i cilj izrade sustava, kolika materijalna sredstva imamo na raspolaganju te na temelju toga odrediti i odgovarajuće metode rada
- kod prikupljanja podataka treba voditi računa da njihovo preveliko gomilanje utječe na krajnju cijenu izrade sustava i mogućnost da sustav bude prevelik, previše kompliciran i samim time neupotrebljiv za efikasno i ekonomično korištenje
- točnost podataka treba prilagoditi zahtjevima stavljenim pred nas, imajući u vidu da veća točnost znači i veće troškove
- prikupljeni podaci moraju biti proanalizirani. Treba provjeriti njihovu točnost, aktualnost, pouzdanost i mogućnost povezivanja s podacima dobivenim iz drugih izvora ili metoda prikupljanja
- pri izradi treba organizirati i formirati sustav na osnovni položajni plan koji bi prikazivao glavne dijelove objekta i na pojedine zasebne dijelove koji sadrže podatke vezane uz posebno interesno područje. Najprije treba dobro razviti i testirati osnovni položajni plan, a kasnije priključivati zasebne dijelove na već testirani sustav. Na taj način brzo će se utvrditi moguće pogreške i spriječiti njihovo prenošenje što bi kasnije moglo uzrokovati

neupotrebljivost cijelog sustava i ogromne troškove za njihov eventualni pronalazak i uklanjanje.

Općenito kod izrade kompjutorski podržanih informacijskih sustava, a isto tako i kod FM sustava, nabavka hardvera i programske podrške puno je manja stavka u cijeni koštanja nego prikupljanje podataka i općenito ljudskog rada. Zato je bolje kod izrade sustava krenuti prvo sa izradom jednog manjeg dijela i razviti ga do stupnja da može funkcionirati. Kroz njegovo korištenje u nekom vremenskom periodu pronađu se i otklone svi eventualni nedostaci i pogreške pa se tek onda krene na dopunjavanje sustava ostalim podacima sve do njegovog upotpunjenja (Matijević i Roić 1997).

3.1.2. Korištenje sustava

FM sustavi koriste se najčešće tamo gdje postoji urbana infrastruktura te kod velikih i nepreglednih tvorničkih postrojenja ili kompleksa građevina, posebno ako se one nalaze na udaljenim lokacijama. Primjenu FM sustava nalazimo u raznim područjima. Slika 3.1.1 prikazuje neke od mogućih primjena kod podrške upravljanja prostorom FM sustavima:



Slika 3.1.1 Primjena FM sustava

Razlog korištenja ovakvih sustava najbolje se očituje u slijedećem primjeru:

Imamo li neko veliko tvorničko postrojenje ili visoku stambenu ili poslovnu zgradu s nekoliko stotina stanova i poslovnih prostora te poželimo kao vlasnici sagledati cjelokupno stanje naših nekretnina, morati ćemo odvojiti za tako nešto dosta našeg vremena. Zamislimo se kako ćemo tvorničkim postrojenjem koje se proteže na nekoliko hektara površine ili kako prolazimo tek drugim od trideset katova naše zgrade i koristimo se pritom olovkom i papirom kako bi zabilježili svoja zapažanja. Upotrebom računalnih sustava za upravljanje prostorom ovakav scenarij neće više biti uvijek neophodan.

Popisom resursa sadržanih u nekoj računalnoj bazi podataka i vizualnim prikazom (danas sve češće trodimenzionalnim) te njihovim povezivanjem i na taj način dobivanjem FM sustava za upravljanje prostorom, upravljanje takvim objektima postaje jednostavnije, brže i što je još najvažnije, ekonomičnije.

Korištenje takvog sustava očituje se i kod izrade dijela podataka za javne evidencije poput katastra i zemljišne knjige. Upis zgrade sa više stanova u zemljišnu knjigu moguć je jedino ako je zgrada etažirana. Tlocrti objekta uz njihov dodatni opis i određeni podaci iz baze mogu poslužiti kao valjana dokumentacija za upis u te javne evidencije.

3.2. Prikupljanje podataka

Prikupljanje podataka važan je dio kod izrade sustava za upravljanje. Kako cijena koštanja sustava uvelike ovisi o cijeni koštanja prikupljanja podataka, odabir najpogodnije metode za njihovo prikupljanje i izmjeru koja će dati zadovoljavajuće rezultate uz minimalne troškove, nužnost je kod izrade FM sustava. Metode prikupljanja podataka općenito možemo podijeliti na primarne i sekundarne.

3.2.1. Primarne metode

Primarne metode prikupljanja podataka su sve opće poznate geodetske metode izmjere i one će u svakom slučaju dati najpouzdanije rezultate. U procesu izmjere, ovisno o prirodi objekta za koju se model izrađuje, mogu se primijeniti uobičajene metode izmjere: polarna, presjek pravaca, fotogrametrija ili sve češće skeniranje laserskim daljinomjerima (Matijević i Roić 1997).

Polarna metoda snimanja točaka koristiti će se najčešće kod izmjere okoliša i vanjskog dijela objekta dok će se za unutarnje mjerenja prostorija najčešće koristiti ručni daljinomjeri. Ručni laserski daljinomjeri idealan su alat kod prikupljanja podataka jer obično omogućuju traženu zahtijevanu točnost kod izmjere objekta, a rad s njima je brz i jednostavan. Slika 3.2.1 prikazuje jedan model ručnog laserskog daljinomjera.



Slika 3.2.1 Ručni laserski daljinomjer

Razvoj računalne tehnologije omogućio je automatsko prikupljanje, kontrolu i obradu velikih količina podataka. Lasersko skeniranje kao jedna od primarnih

metoda kod prikupljanja podataka koja koristi kombinaciju lasera i skanera koji su povezani s računalom, omogućuje u kratkom vremenu izmjeru velikog broja točaka.

Važno je kod takvog mjerenja da ono ne iziskuje posebne reflektore signala već različiti materijali "pogođeni" laserskim impulsom određuju intenzitet povratnog signala (Roić i dr. 2001). Njihovom obradom i procesiranjem, koristeći posebne programe u tzv. postprocesing fazi, dobiva se 3D model snimljenog objekta.

Kao temelj za izmjeru objekta potrebno je uspostaviti mrežu točaka sa koje će biti obavljena izmjera. Kako je obično riječ o izmjeri u urbanim područjima gdje je zahtijevana veća točnost zbog višestruko veće cijene koštanja kvadratnog metra objekta nego u ruralnim područjima, postaviti će se obično lokalna mreža stalnih geodetskih točaka. Njezina točnost i homogenost omogućiti će nam ispunjenje zahtijevane točnosti.

Ukoliko postoji zahtjev za povezivanjem objekta sa službenim evidencijama (npr. elaborat etažiranja kod upisa u zemljišne knjige), lokalna mreža povezati će se na već postojeći državni referentni sustav.

3.2.2. Sekundarne metode

Kada govorimo o sekundarnim metodama prikupljanja podataka moramo znati da se one odnose na prikupljanje već postojećih podataka iz različitih izvora, a ne na njihovo mjerenje. Podaci koje ćemo dobiti sekundarnim metodama obično su manje kvalitete i točnosti od onih dobivenih primarnim metodama izmjere. Postoji nekoliko načina prikupljanja podataka sekundarnim metodama.

- korištenje već postojećih poznatih točaka sa njihovim koordinatama
- digitalizacija već postojećih planova i podloga
- skaniranje i kasnija vektorizacija

Podatke dobivene od već postojećih poznatih točaka biti će praktički nemoguće uklopiti sa podacima dobivenim nekom od primarnih metoda izmjere jer će doći do međusobnog neslaganja podataka zbog različitih metoda i točnosti izmjere.

Kod digitalizacije i vektorizacije skaniranih planova, podaci su opterećeni raznim pogreškama poput pogrešaka kartiranja ili pogreške mjerila plana. Te pogreške, ukoliko se uzme u obzir neka od ovih metoda, opteretiti će i učiniti sustav neučinkovitim odnosno netočnim. Ovakve podatke dakle možemo koristiti kao osnovu za planiranje nekog sustava, ali kada je riječ o njegovoj samoj izradi, potrebno je pristupiti primarnim metodama izmjere koje će jedine dati zadovoljavajuću točnost za FM sustave.

3.3. CAD podrška upravljanju

CAD (Computer Aided Design) programski paketi sredinom osamdesetih doživljavaju ubrzani rast i sve većim razvojem računalne tehnologije postaju

nezaobilaznim alatom kod projektiranja i oblikovanja stvarnog svijeta. Kad je riječ o tehničkom crtanju, postoje dva načina na temelju kojih računalo obrađuje i pohranjuje grafičke elemente. To su vektorski i rasterski način obrade i pohrane tehničkih podataka.

Rasterski način koristi kao osnovni element točku, odnosno piksel. Piksel (pixel= Picture Element) je najmanji grafički element koji može biti prikazan na zaslonu monitora, a može biti obrađen zasebno, kao grupa piksela ili kao cjelokupna slika. Rasterski način obrade i pohranjivanja podataka koristiti ćemo najčešće kao prijelazno rješenje kod skaniranja analognih nosioca podataka (planovi, karte, razne podloge...). Dobiveni skanirani raster poslužiti će za daljnju obradu i vektorizaciju, odnosno prelazak na vektorski način obrade i pohranjivanja tehničkih podataka.

Kod vektorskog načina, osnovni elementi su točka, linija i površina pomoću kojih je predstavljena slika na zaslonu računala. CAD programski paketi uglavnom za rad koriste vektorski način pohrane i obrade tehničkih elemenata.

CAD podrška važna je kod sustava za upravljanje jer omogućuje prikaz prostornih podataka te nam na taj način omogućuje lakše sagledavanje stvarnog stanja nekog objekta.

3.3.1. 2D prikazi

Najčešći rezultat kod CAD-a su 2D prikazi. Unutar bilo kojeg CAD programa možemo izraditi 2D prikaz nekog objekta i predstaviti ga na zaslonu monitora. Kod upravljanja podrška dobivena izradom dvodimenzionalnih prikaza je raznovrsna.

CAD-om je moguće izraditi razne karte i planove koji nam služe kao podloga i podrška za upravljanje nekim prostorom. Najočiti primjer je Katastar gdje se unutar tehničkog dijela nalaze razni planovi područja cijele Hrvatske. Upotrebom CAD alata analogne planove moguće je pretvoriti u digitalne i na taj način omogućiti da takvi 2D prikazi budu kao podrška kod nekog sustava za upravljanje.

Neke od sustava za upravljanje, koji koriste 2D prikaze, nalazimo kao Pogonske katastre koje, svaka posebno za sebe, vode razne tvrtke kojima je to isplativo. Koristeći se 2D prikazima uz dodatno vođenje baza podataka, pogonski katastri stvaraju svoje informacijske sustave u kojima je 2D prikaz od neizmjerne važnosti. Kao temelj za izradu pogonskih katastara koristi se službena evidencija Katastra nekretnina za svaku općinu posebno.

Planovi posebnih dijelova nekretnine također imaju svoje mjesto u korištenju 2D prikaza kao podrške kod upravljanja. Izrađeni tlocrti, koji su na razne načine opisani i obrađeni, služe kao 2D evidencija nekretnina i uz druge podatke vezane uz tehnički prikaz tlocrtima, čine plan posebnih dijelova nekretnine.

Razne tematske i topografske karte također su važan izvor podataka i služe kao dobra podloga na temelju koje je moguće donositi određene odluke kod upravljanja prostorom za koji postoji izrađeni prikaz.

3.3.2. 3D model kod upravljanja

Da bi računalom podržano upravljanje dalo još bolje rezultate, potrebno je koristiti i 3D model objekta kod procesa upravljanja. Dok su ranije korišteni 2D ili 2.5D prikazi na temelju kojih su donošene odluke kod upravljanja objektom, danas zahvaljujući napretku računalne tehnologije – svako bolje osobno računalo može prikazati 3D model za razliku od prije kada su za to bile potrebne velike grafičke radne stanice - 3D model postaje stvarnost i nužnost kod upravljanja.

Mogućnost sagledavanja cjelokupne slike objekta sa modeliranim detaljima, upravo onako kako on u stvarnosti izgleda, daje nam bolje mogućnosti pri odlučivanju i donošenju važnih odluka. Bolje razumijevanje problema, lakše održavanje i mogućnost dogradnje modela, čini ga iskoristivijim u odnosu na 2D prikaze, a samim time i učinkovitijim i ekonomičnijim kod donošenja važnih odluka pri odlučivanju.

Također, ukoliko poželimo testirati ili se bolje upoznati sa sustavom, model nam daje puno bolje mogućnosti. Kako gospodarski razvoj uvjetuje stvaranje sve složenijih sustava oprivređivanja nekretnina, postojeće 2D evidencije nekretnina sve su manje dostatne kao podloga postizanju visoke učinkovitosti gospodarstva (Roić i dr. 2001).

Izrada 3D modela obavlja se pri izgradnji stvarnog objekta na temelju podataka izmjere ili se preuzima već postojeći model koji je služio vlasniku kao predodžba budućeg stanja ili kao predmet planiranja novog. Izradu takvog modela na temelju podataka izmjere (x, y, z) ili preuzimanje već postojećeg modela uz kasnije obavezne kontrole i dopune, nazivamo postupkom “as built” ili “kao izgrađeno”.

Koristeći relativno noviju tehnologiju prikaza prividne stvarnosti VRML (Virtual Reality Modelling Language) moguće je sagledati 3D model nekog objekta iz raznih kutova ili se njime jednostavno prošetati. VRML je jezik za opisivanje više-korisničke interaktivne simulacije te geometrije i ponašanja 3D objekta i virtualnih scena. Osim na računalu, VRML je dizajniran da bude prikazan i korišten na Internetu što je i jedna od njegovih glavnih karakteristika (URL 2). Više o VRML-u i njegovim karakteristikama biti će u sljedećem poglavlju 4. 3D modeliranje i vizualizacija (VRML).

3.4. DBMS podrška upravljanju

Pohranjivanje, obradu, analizu i prikaz određene vrste podataka susrećemo u svakodnevnom življenju i kod obavljanja različitih zadataka što nam omogućuje bolji uvid u predmet posla ili neki objekt za koji smo podatke prikupili. Podaci se obično razvrstavaju u tematske tablice iz kojih se prema potrebi u određenom trenutku, obavlja njihova analiza i prikaz.

Naše odlučivanje i upravljanje nekim objektom biti će uvelike olakšano ako prikupljeni podaci budu sistematizirani i prikazani na način koji nam u tome trenutku odgovara za pojedinu fazu ili dio projekta. Problemi nastaju kada moramo donositi brze odluke na temelju velike količine podataka.

Razvojem računalne tehnologije te pojavom DBMS (Database Management System) sustava za upravljanje bazama podataka, korištenje i upravljanje podacima nekog objekta postaje učinkovitije, jednostavnije i brže, a samim time i ekonomičnije.

Sustav za upravljanje bazama podataka pojavom DBMS (Database Management System) sastoji se od skupa programa koji korisniku omogućuju:

- opis pohranjenih podataka i njihovu manipulaciju koristeći se programskim jezikom visokog nivoa
- sučelje prilagođeno korisniku (friendly interface) bez obzira na kompleksnu strukturu pohrane podataka u računalu
- skup programskih pomagala za jednostavno razumijevanje i korištenje podataka

Model podataka kao način prezentacije prikupljenih podataka, predstavlja osnovu za razvoj i upravljanje sustavom baze podataka. Razlikujemo više modela podataka kao npr. hijerarhijski model, mrežni model, relacijski i objektno-orijentirani model, od kojih su danas najvažniji:

- relacijski model
- objektno-orijentirano modeliranje

3.4.1. Relacijski model

Relacijski model je danas najrašireniji model podataka u svijetu. Osnova ovog modela je pohrana podataka smještenih u tablice pomoću relacija. Izraz tablice koristi se samo kao vizualni izraz jer su podaci spremljeni i organizirani po redcima i stupcima koji vizualno čine tablicu.

Stupci u tablici predstavljaju attribute odnosno njihove vrijednosti, a redci informacije o entitetima u tablici. Entitet je objekt realnog svijeta o kojem se određene informacije koje nas zanimaju sakupljaju i obrađuju. Atribut je samo jedno svojstvo određenog objekta o kojemu skupljamo i pohranjujemo podatke u bazi.

Pod pojmom atribut misli se na određenu vrijednost koju taj atribut može poprimiti. Domena atributa je skup svih vrijednosti koje atribut može poprimiti. Ona se postavlja kako bi se spriječilo pojavljivanje podataka koji nemaju nikakvog smisla, i definira za jedan atribut samo jedan tip podataka koji ga definiraju. Ukoliko bi došlo do miješanja više vrsta podataka unutar jedne domene (npr. numerički brojevi i tekst) sustav ne bi funkcionirao.

Zato je važno, kod planiranja i izgradnje sustava, izabrati ona svojstva atributa koja najbolje odgovaraju zadatku našeg projekta. Nemoguće je sakupiti i opisati sva svojstva nekog atributa u bazi podataka jer ćemo se osim ogromne i nepotrebne količine podataka – što sustav može učiniti nefunkcionalnim - suočiti i

sa većim troškovima kod izgradnje samog sustava. Pomno planiranje kod izgradnje sustava za upravljanje bazama podataka, kao samo jednog dijela jedne veće cjeline, od velike je važnosti za krajnji rezultat nekog FM-a.

Kod relacija koje se odvijaju između tablica ne postoji nikakva fizička već samo logička veza. Relacije su povezane preko ključeva koji mogu biti primarni ili strani. Primarni ključ je atribut ili skup atributa čije vrijednosti jednoznačno određuju pojavljivanje svakog retka relacije. Izabiranje primarnog ključa je izuzetno važno jer se preko njega jednoznačno određuje i pristupa svakom retku u relaciji. Strani ključ u jednoj relaciji je atribut koji je primarni ključ u drugoj relaciji.

Relacija se sastoji od dva dijela: zaglavlja (sadrži imena svih atributa u relacijama) i tijela (sadrži vrijednosti atributa iz zaglavlja). Relacije između tablica mogu biti različite.

Jezik kojim se koristi pri manipulaciji podacima u bazi i postavljaju upiti nazivamo SQL (Structured Query Language). SQL je strukturni jezik za pretraživanje koji osim pretraživanja omogućava također i unos i obradu (mijenjanje i brisanje) već unesenih podataka.

SQL nije samostalan jezik već je dio sustava za upravljanje bazom podataka DBMS, te posreduje između korisnika i DBMS-a. Sastoji se od dvije cjeline. Prva je onaj dio jezika koji se koristi za definiranje strukture podataka - DDL, tj. opisnog jezika (Data Description Language). Druga je onaj dio jezika koji služi za manipulaciju, odnosno rukovanje podacima - DML (Data Manipulation Language). Osim ove dvije temeljne cjeline javlja se kao dio SQL-a i tzv. kontrolni jezik - DCL (Data Control Language) koji brine o sigurnosti podataka. U operativnim uvjetima DDL dio SQL-a koristi se rjeđe od DML-a, naime nakon određivanja strukture i kreiranja baza podataka korisnici se služe DML-om za rukovanje podacima (Rožić 1996).

Podacima unutar baze možemo se koristiti, odnosno njima manipulirati na dva načina:

1. Prvi način odnosi se na korištenje već gotovih programskih paketa (aplikacija) za rad i upravljanje bazom podataka. Rad s njima je prilagođen zahtjevima prosječnog korisnika tako da ne moraju poznavati strukturu baza niti imati znanje SQL programskog jezika za strukturiranje podataka.
2. Drugi način podrazumijeva direktno postavljanje upita i direktan rad na bazi. Ovaj način podrazumijeva dobro znanje SQL jezika i strukture podataka u bazi.

Odabir nekog od ova dva načina ovisiti će o zahtjevima koji su stavljeni pred nas. Ukoliko je potrebno pronaći kompleksna i sofisticirana rješenja koja nam već gotove aplikacije ne omogućuju, odabrati ćemo drugi način direktnog upita i manipulacije podacima jer će nam tada bolje odgovoriti na naše zahtjeve.

Relacijski model, iako rasprostranjen i korišten od većine korisnika, neće u potpunosti odgovarati zahtjevima koji su postavljeni kod izrade nekog računalnog

sustava za upravljanje prostorom. Naime, relacijski model iako pogodan za manipuliranje tematskim podacima, neće dati tako dobre rezultate kod geometrijskih podataka. U tome slučaju kao rješenje nameće se objektno-orijentirano modeliranje kao idealno za modeliranje geometrijskih odnosno geoprostornih podataka.

3.4.2. Objektno orijentirano modeliranje

Objektno-orijentirani model podataka razvijen je sredinom 80-ih godina. Pokazalo se da postojeći sustavi za pohranu i obradu geoprostornih podataka nisu mogli dati najbolja rješenja jer su imali za mogućnost modeliranje samo tematskih podataka (relacijske baze) ili modeliranje samo geometrije i topologije (CAD/CAM sustavi).

Njihovim povezivanjem ostvarena je povezanost ta tri sloja, ali je još uvijek dolazilo do određenih problema koji su bili prepreka za kvalitetno funkcioniranje sustava. Da bi se te prepreke otklonile, preuzet je i razvijen sustav podataka koji podržava objektno-orijentirano modeliranje geoprostornih podataka, odnosno pojednostavljeno, ima mogućnost da u jednoj bazi objedini sva tri sloja podataka.

Model podataka koji se temelji na objektno-orijentiranom modeliranju sastoji se od objekata i klasa. Objekt je stvarni ili apstraktni predmet koji sadrži informaciju (atribute koji ga opisuju) i metode koje dozvoljavaju da njima bude upravljano (Roić i dr. 2002). Osim toga, objekt se može nalaziti u različitim stanjima pa ga možemo definirati i razložiti na:

- attribute
- metode
- stanja

Klasa je opis jednog ili više objekata koji imaju isti skup atributa i jednak opis ponašanja (metode, stanja).

Kako kod relacijskog modela postoji programski jezik za strukturiranje baze podataka (SQL), tako je i kod objektno-orijentiranog modela sredinom devedesetih razvijen programski jezik UML (Unified Modelling Language).

UML je grafički jezik za vizualizaciju, specificiranje, konstruiranje i dokumentiranje dijelova softverski intenzivnih sustava. UML nudi standardni način konstruiranja nacrtu sustava, uključujući koncepcijske stvari kao poslovne procese i sustavne funkcije, kao i konkretne stvari poput naredbi programskih jezika, šema baza podataka te ponovo iskoristivih softverskih komponenti (Roić i dr. 2002).

4. 3D Modeliranje i vizualizacija (VRML)

Geometrijsko modeliranje je osnovna sastavnica računalnog modeliranja nekim od CAD alata. Mogućnost izrade i prikaza realnog svijeta na zaslonu računala bez projiciranja, koristeći dakle metode geometrijskog 3D modeliranja i vizualizacije, daje nam priliku sagledavanja, korištenja i mogućnost donošenja korisnih odluka kod upravljanja koristeći se dobivenim modelom.

Prvi koraci napretka jesu sagledavanje stanja izradom informacijskog sustava u kojemu su 3D modeli najčešće temeljna sastavnica (Roić i dr. 2002).

U ovom poglavlju biti će riječ o postupcima kod 3D modeliranja, načinu prikaza dobivenog modela te njegovoj vizualizaciji, koristeći se jezikom za modeliranje prividne stvarnosti.

4.1. *Općenito o 3D modeliranju*

Koristeći se maketama za testiranje ili mjerenjima u zračnim tunelima i sl. tražio se način za prikaz nekog objekta, dakle model, koji bi koristio kao pomoć kod sagledavanja mogućih nedostataka ili kao predmet simulacije budućeg. Razvoj računalne tehnologije, posebno razvitak trodimenzionalnog modeliranja sredinom 80-ih, donio je ogromni napredak u pogledu izrade i prikaza (vizualizacije) realnog svijeta.

Za model možemo reći da je apstrakcija ili pojednostavljeni prikaz objekta jer ne sadrži sve elemente (podatke) koji karakteriziraju stvaran objekt za kojeg je izrađen.

Model svoju svrhu nalazi u prirodnim i društvenim znanostima, u inženjerstvu i matematici gdje prema potrebi određene grane, omogućava razna ispitivanja, analize, simulacije i sl. objekta koji je modeliran. Naime, korištenje i eksperimentiranje modelom obično je mnogo jednostavnije, učinkovitije i ekonomičnije (nekada i jedino moguće) za razliku od manipulacije stvarnim objektima i situacijama.

Njegovo korištenje omogućava učenje, razumijevanje i predviđanje mogućih situacija uz mijenjanje postavljenih ulaznih parametara što bi kod stvarnog objekta bilo praktički neizvedivo. Recimo nešto i o osnovnim elementima koji se koriste kod trodimenzionalnog modeliranja.

Osnovni elementi kod 3D modeliranja su:

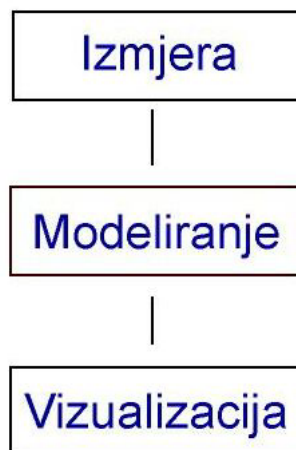
- točka
- linija
- površina
- tijelo

Koristeći ove osnovne elemente pri izradi trodimenzionalnog modela, na njih djeluju sve transformacije koje korisnik koristi pritom izvodeći model. Te transformacije već su ugrađene u program kojim se koristimo kod izrade modela, a nalaze se u matičnom obliku i omogućavaju jednak tretman svim točkama u modelu.

Kada je riječ o izradi 3D modela za projekt nekog prostornog informacijskog sustava treba uzeti u obzir neka pitanja poput: koji dio prostora je odabran za modeliranje, koja će glavna svojstva (karakteristike) biti modelirana (koliko detaljno), kolika je njegova cijena koštanja te slijed i dinamika izrade njegovih mogućih pojedinih dijelova.

Proces izrade 3D modela izvodi se u tri glavna koraka: izmjera, modeliranje i vizualizacija (Roić i dr. 2002).

Slika 4.1.1. prikazuje tijek procesa izrade nekog 3D modela.



Slika 4.1.1 Proces izrade 3D modela

4.2. Postupci 3D modeliranja korištenjem CAD-a

Postoji nekoliko načina modeliranja trodimenzionalnih svjetova. Za koji način ćemo se odlučiti ovisiti će o našem predznanju i poznavanju programskog paketa u kojem obavljamo modeliranje te o zahtjevima koji su postavljeni pred nas, odnosno o podacima izmjere s kojima raspoložemo.

Razlikujemo tri pristupa 3D modeliranju:

- Žičano (Wireframe)
- Plošno (Surface)

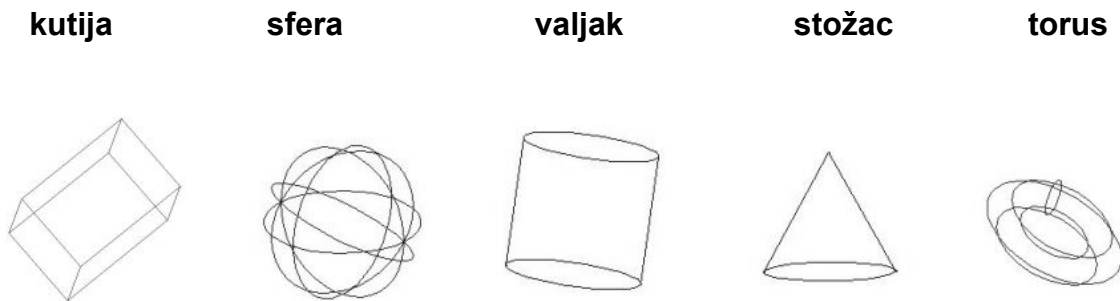
- Čvrsto (Solid)

4.2.1. Kratki opis metodologija nižeg nivoa

Dvije su osnovne metode za kreiranje solid modela i to Constructive Solid Geometry (CSG) i Boundary Representation (B-rep) (Matijević 2003).

Kada je riječ o CSG metodi, ona se zasniva na kombinaciji jednostavnih 3D primitiva (pravokutne prizme, stožac, valjak, torus...) sa boolean postupcima (unija, presjek, oduzimanje...). CSG neće omogućiti jedinstvenu reprezentaciju, ali mogućnost da se model editira, briše, dodaje i mijenja, čini CSG dominantnom metodom kod čvrstog modeliranja.

Slika 4.2.1 prikazuje neke 3D primitive.



Slika 4.2.1 3D primitivi

B-rep metoda sastoji se od korištenja jednog ili više žičanih profila i kreira čvrsti model koristeći postupke extrude, sweeping, revolving or skinning, za taj profil. Također, isto koristi boolean postupke za te profile (presjeke) ili za čvrste modele već generirane tim profilima. B-rep metoda opisuje objekte na temelju njihovih površinskih granica: vertices, edges and faces.

Ove dvije metode često se kombiniraju kako bi poslužile izradi željenih dijelova nekog modela. Kako svaka od ovih metoda ima svoja ograničenja i dijelove koje je nemoguće modelirati koristeći se samo jednom od njih, njihovom kombinacijom modeliranje određenih dijelova biti će uvelike olakšano. Većina sustava za solid modeliranje hibridi su koji koriste ove dvije metode, CSG i B-rep (Matijević 2003).

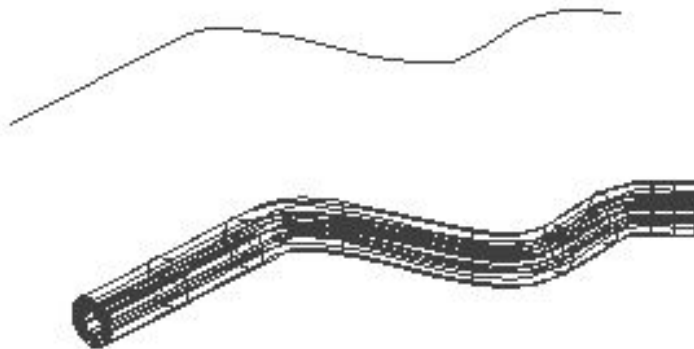
4.2.2. Izrada 3D modela iz tlocrta ili presjeka

Postupak trodimenzionalnog modeliranja projiciranjem nekog tlocrta tj. prikaza, jedan je od jednostavnijih postupaka. Zavisno od već postojećeg 2D prikaza ovdje možemo raščlaniti ovaj postupak na tri dijela:

- projiciranje presjeka uzduž nepravocrtne putanje

- projiciranje presjeka uzduž pravocrtne putanje
- okretanje profila (presjeka) oko svoje osi

Kada je riječ o prvoj točki (projiciranje presjeka uzduž nepravocrtne putanje), koristiti ćemo MicroStation-ovu naredbu “Construct Tubular Surface” kada imamo profil (presjek) elementa koji želimo modelirati (u ovom slučaju krug) i njegovu os simetrije. Prvo ćemo definirati presjek, a zatim vanjski i unutarnji radius i 3D model je završen. Slika 4.2.2 pokazuje profil i model nastao iz profila korištenjem naredbe “Construct Tubular Surface”.

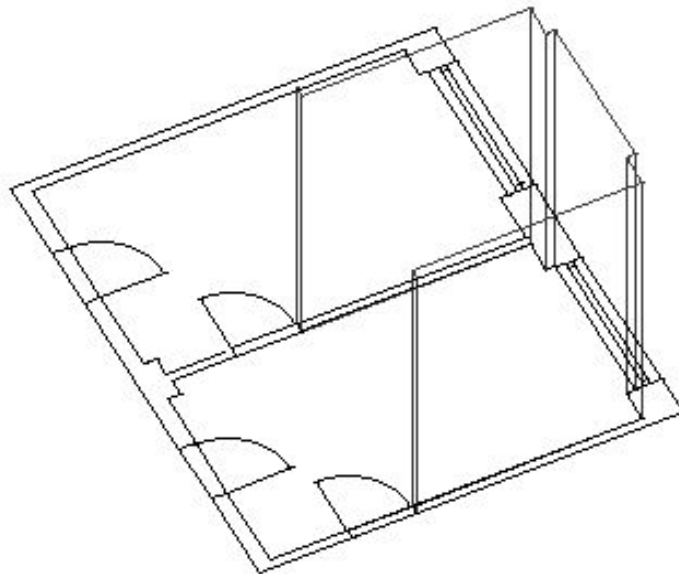


Slika 4.2.2 Projiciranje presjeka uzduž nepravocrtne putanje

Kod druge točke (projiciranje presjeka uzduž pravocrtne putanje) projicirati ćemo npr. tlocrt neke sobe ili zgrade, pomoću naredbe “Construct Surface of Projection”. Izvlačenjem (ekstrusion) nastaju projiciranjem profila uzduž pravocrtne putanje, a poznavanjem njegove visine, pravilna prizmatička tijela.

Profil iz kojega je izvlačenjem moguće dobiti 3D model, može biti uključen kao referentna datoteka unutar programskog paketa Microstation. Na toj referentnoj datoteci koristeći se naredbom “Place Smart Line” povlači se linija pomoću koje će se izvlačenjem i korištenjem već spomenute naredbe “Construct Surface of Projection”, uz definiranje visine, dobiti 3D model.

Slika 4.2.3 prikazuje tlocrt ureda, pomoću kojega ćemo korištenjem opisanih naredbi, dobiti iz tlocrta ureda, njegov 3D model.

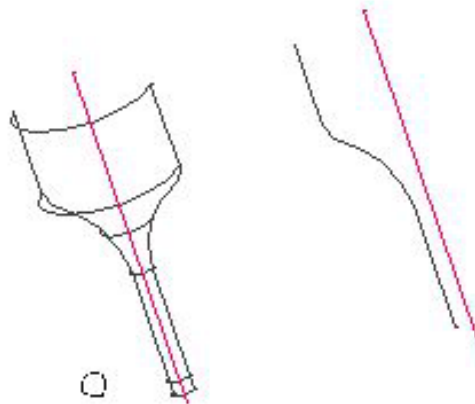


Slika 4.2.3 Projiciranje naredbom Construct Surface of Projection

Ako imamo neko tijelo kružnog oblika, kojem poznajemo njegov profil i os simetrije, okretanjem (revolution) profila oko njegove osi (točka 3.), dobiti će se modelirano tijelo.

Naredbom "Construct Surface of Revolution" prvo se definira profil pomoću kojega će tijelo biti modelirano. Zatim se definira os oko koje će se obaviti okretanje (revolution), a potom i iznos u stupnjevima (0-360) za koje će se profil okrenuti. Također, nudi nam se opcija "keep profile", pa ukoliko opciju uključimo, možemo sačuvati profil koji se kasnije može koristiti za dobivanje identičnih ili sličnih modeliranih tijela.

Slika 4.2.4 prikazuje profil i modelirano tijelo nastalo na temelju tog profila upotrebom naredbe Construct Surface of Revolution.



Slika 4.2.4 Profil i model nastao okretanjem (revolution)

4.2.3. Neposredno 3D modeliranje

Neposredno 3D modeliranje koristiti ćemo kada raspoložemo podacima 3D izmjere, na temelju kojih možemo izraditi neki model. Dva su načina neposrednog modeliranja. Ako imamo:

- poznate koordinate i
- jednu točku, smjer i orijentaciju

O kojim podacima izmjere raspoložemo, ovisiti će i način modeliranja koji ćemo upotrijebiti. Kod izrade ovog diplomskog rada korištena je većinom metoda projiciranja tlocrta iz 2D u 3D, a za neke elemente za koji su bili poznati podaci (jedna točka, smjer i orijentacija) korištena je metoda neposrednog 3D modeliranja.

Kako je cilj geodetske izmjere dobivanje koordinata točaka nekog izmjenog objekta, tako će i ova metoda (pomoću poznatih koordinata) naći svoje važno mjesto kod 3D modeliranja. Izračunate koordinate dobivene nekom od osnovnih metoda geodetske izmjere, moguće je pomoću recimo računalnog programa *Excel* prebaciti u računalni program *MicroStation* i na taj način relativno brzo pristupiti modeliranju.

4.3. Vrste prikaza 3D modela

Koji od prikaza nekog modeliranog objekta ćemo izabrati, ovisiti će o fazi izrade modela i o posebnim zahtjevima za njegovu vizualizaciju. Dva bitna aspekta utječu na prikaz modela, a to su materijali i osvjetljenje.

Razlikujemo dvije vrste prikaza 3D modela:

- Žičani model (wireframe)
- Sjenčani model (rendered)

4.3.1. Žičani model (wireframe)

Microstation prostorno nacrtane i definirane elemente nekog modela uvijek inicijalno prikazuje u takozvanom žičanom (wireframe) prikazu. Ovo je model prikaza nekog modela gdje su plohe prikazane sa svojim rubovima, a elementi iza ploha su prikazani na način kao da plohe ne postoje.

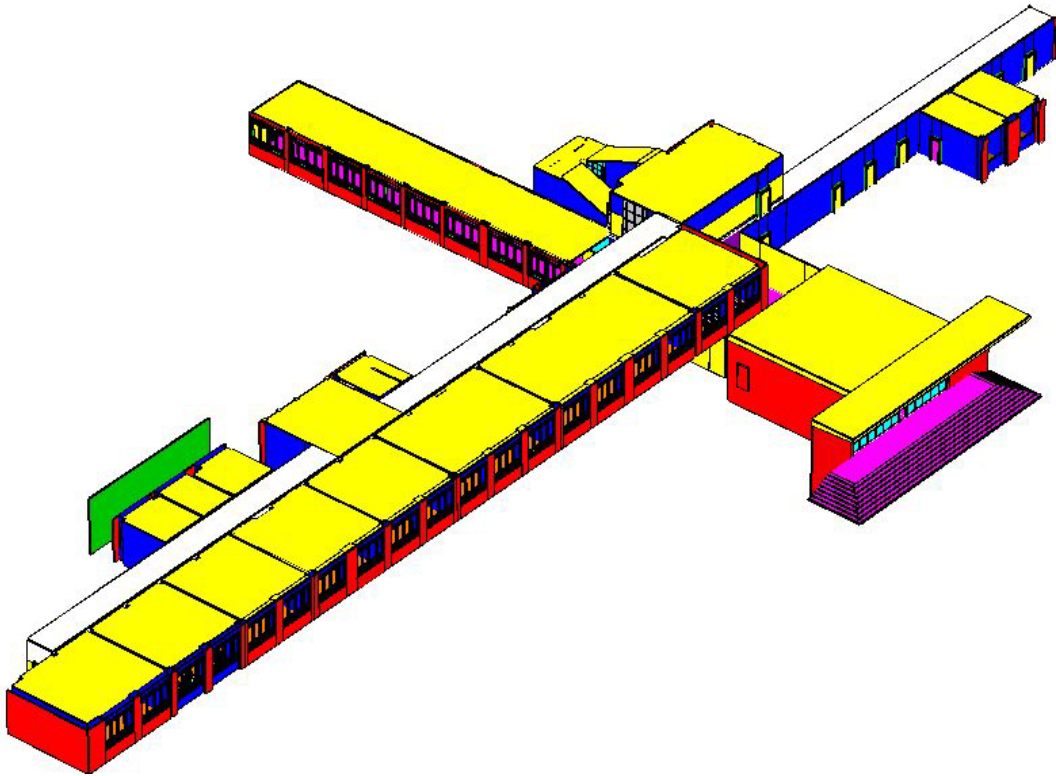
Žičani model je nepogodan za vizualizaciju jer ne postoji način kako ukloniti skrivene plohe, pa takvo stanje modela u složenijim situacijama može dovesti do nerazumijevanja međusobnog položaja pojedinih elemenata, a samim time i realnog prikaza dobivenog modela. Zato se žičani model koristi kod modeliranja, a kod zahtjeva za vizualizaciju koristiti ćemo sjenčani model.

Neki načini prikaza žičanog modela omogućiti će nam samo malu pomoć kod sagledavanja modela. Tako razlikujemo Wiremesh i Filled Hidden Lined opcije za prikaz žičanog modela.

Wiremesh je identičan žičanom prikazu, ali sa razlikom da su modelirane plohe prezentirane poligonima te je na taj način omogućen relativno stvaran i razumljiv prikaz.

Opcija Filled Hidden Lined je metoda koja omogućuje da model bude prikazan tako da svaka ploha modela bude obojena i ispunjena (Filled) svojom bojom. Ovaj način ne zahtjeva velike hardverske mogućnosti računala, ali isto tako ne omogućuje upotrebe sjena, svjetla ili tekstura za prikazani model.

Slika 4.3.1 prikazuje dio modela fakulteta prikazan opcijom Filled Hidden Line.



Slika 4.3.1 Prikaz opcijom Filled Hidden Line

4.3.2. Sjenčani model (rendered)

Za razliku od žičanog, sjenčani prikaz nam omogućuje mnogo kvalitetniji i realniji prikaz modeliranog objekta. Njime je moguće u odnosu na žičani, postaviti veći broj različitih (bilo položajem, bilo tipom) izvora svjetla ili pak odrediti svojstva površine u odnosu na svjetlo (odsaj, hrapavost, sjene i sl.).

Osnovni preduvjet da bi neki model mogao biti uspješno sjenčan je taj da model mora biti sastavljen od prostornih površina. Pri sjenčanju takvih površina moguće se je odlučiti za razne algoritme koje omogućuje Microstation. Koji ćemo odabrati ovisiti će od zahtjeva postavljenih pred nas, hardverskih mogućnosti (sjenčani model je hardverski puno zahtjevniji od žičanog) i naše želje za što boljim prikazom modeliranog objekta.

Neki od algoritama koji se koriste kod sjenčanog modela u Microstationu su: Constant, Smooth, Phong, Ray Trace i Radiosity. Ovdje ćemo opisati samo one najvažnije koji su korišteni pri izradi diplomskog rada.

Constant

Plohe su prikazane kao jedan ili više poligona. Poligoni su ispunjeni jednom (constant) bojom koja je određena prema boji elementa. Boja je određena prema

definiciji materijala plohe i uključenog svjetla. Zakrivljene plohe su razbijene u mrežu poligona.

Smooth

Kao i algoritam Constant, Smooth prikazuje plohe sa jednim ili više poligona. No u ovom algoritmu zakrivljene plohe izgledaju realističnije jer se računaju boje lomnih točaka, a zatim se pomoću njih interpoliraju boje unutarnjih točaka poligona. To daje zakrivljenim plohama glatki prikaz bez izlomljenog efekta.

Phong

Od Microstationovih algoritama Phong daje najrealističniji prikaz nekog modela. Razlikuje se od Constant i Smooth algoritama po tome što obrađuje boju svakog pojedinog piksela. Ukoliko nam je potrebna kvaliteta, a ne brzina sjenčanja koristiti ćemo ovaj algoritam. Također, mogu biti prikazane sjene i razni efekti gubljenja objekta sa udaljenošću i magle.

Kako je već gore rečeno, sjenčani model omogućuje postavljanje raznih izvora svjetla. Dvije glavne vrste izvora svjetla su: svjetlo iz izvora (Source Lightining) i globalno svjetlo (Global Lightining). Svjetlo iz izvora osvjetljava površine modela različito već prema nekom od definiranih izvora i orijentacije površina, dok globalno svjetlo bez obzira na orijentaciju osvjetljava svaku površinu identično. Pretjerivanjem sa globalnim svjetlom može se oslabiti vidljivost i smanjiti osjećaj prostornosti kod osvjetljenih površina.

U sjenčani model moguće je uključiti razne materijale (teksture) koji će modelu dati još realističniji prikaz. Svakom materijalu koji dodjeljujemo modelu moguće je pridodati zasebna svojstva koja kasnije u međuodnosu sa osvjetljenjem scene određuju izgled cijelog modela (Matijević 2003).

4.4. VRML (Virtual Reality Modeling Language)

Razvojem računalne tehnologije razvija se i ideja koja je prisutna od samih početaka informatičkog doba. Čovjek nastoji stvoriti virtualnu sliku svijeta kojeg bi kao i stvarni svijet mogao doživljavati svim osjetilima te u njemu sudjelovati i na njega na razne načine utjecati.

Jedna od definicija virtualne stvarnosti glasi: "Virtualna stvarnost je način na koji ljudi vizualiziraju stvarnost, upravljaju i komuniciraju sa računalom i vrlo složenim podacima".

4.4.1. Općenito o VRML-u

VRML ili (Virtual Reality Modeling Language) je kako mu i ime govori, računalni jezik za modeliranje prividne stvarnosti. VRML je format za opis interaktivnih 3D objekata i svjetova, a dizajniran je za korištenje na različitim razinama poput Interneta, intraneta ili lokalnim računalima. Također, VRML podržava pregledavanje dinamičnih 3D scena kroz koje korisnik može prošetati odnosno sagledati ih iz različitih pozicija i perspektiva (URL 2).

VRML svoju primjenu nalazi u raznim područjima. Namijenjen je korištenju u multimedijalnim prezentacijama, obrazovnim, kulturnim ili zabavnim područjima, kao pomoć kod inženjerskih radova i vizualizacije novih znanstvenih dostignuća te još niz drugih područja.

Tablica 1 prikazuje neka osnovna područja i dio načina primjene VRML tehnologije

Tablica 1 Područja i način primjene VRML tehnologije

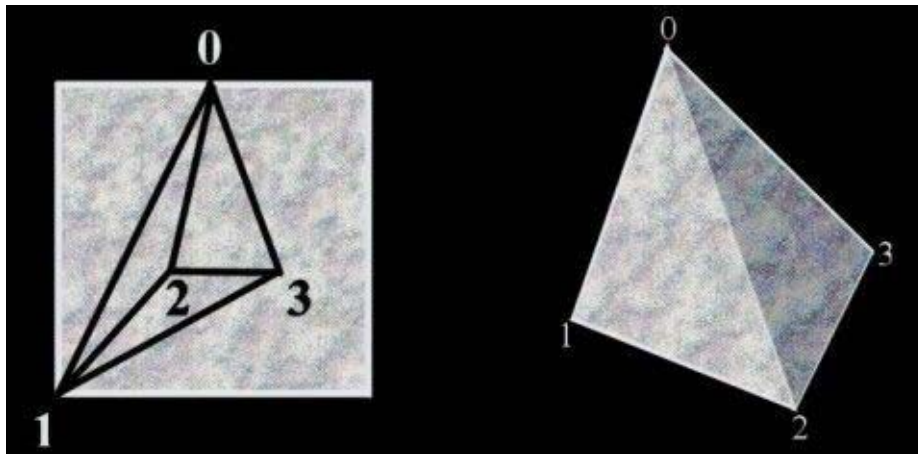
Područje primjene	Način primjene
Vojna industrija	Distribuirani virtualni sustavi koriste se za treniranje i učenje u vojnim simulatorima (NPSNET - naval postgraduate school, SIMNET - simuliranje upravljanja tenkova, NASA)
Strojarstvo	Sastavljanje i simulacija rada strojeva, simuliranje rada robota.
Medicina	Učenje anatomije, simuliranje operacije, telekirurgija – operacija se izvodi sa udaljenog računala u realnom vremenu, rehabilitacija - ispitivanja kognitivnih sposobnosti bolesnika.
Automobilska industrija	Dizajniranje, simuliranje vožnje, ispitivanje ergonomske svojstava, testiranje izdržljivosti.
Geodezija	Vizualizacija izmjerenih i modeliranih nekretnina, procjena i nekretnina, vizualna podrška kod izrade informacijskog sustava za upravljanje prostorom.

VRML ima osim modeliranja objekata i druge mogućnosti. Koristeći se ovim računalnim jezikom moguće je opisati statičke 3D svjetove pritom ostvarujući vezu (link) na druge VRML modele, WWW stranice ili druge multimedijske objekte poput videa, slike, zvuka. Veza između njih ostvaruje se na jednak način kao i veze u hypertext dokumentima što čini VRML pristupačnim i atraktivnim za široku upotrebu.

Modeliranje i kreiranje VRML svjetova i objekata moguće je uporabom većine CAD orijentiranih računalnih programa. No najčešće se u profesionalnoj uporabi koriste specijalizirani računalni programi.

Za pregledavanje virtualnih scena dobivenih modeliranjem VRML svjetova, potrebno je koristiti Internet preglednike (browsere) koji to omogućavaju ili uz pomoć već dostupnih web preglednika uz odgovarajući plug-in.

Slika 4.4.1 prikazuje model 3D primitiva stošca kojemu je dodijeljena tekstura i koji je eksportiran u VRML.



Slika 4.4.1 Primjer 3D primitiva u VRML-u

4.4.2. Razvoj VRML standarda

Razvoj VRML standarda prošao je kroz nekoliko faza razvoja ovog računalnog jezika. Prva faza započinje 1994. sa standardom VRML1.0., a daljnji razvoj donosi još nekoliko faza te završava u prosincu 1997. zadnjom i još aktualnom verzijom VRML97.

VRML je proizašao iz 3D programskog paketa Open Inventor. Open Inventor razvijen je kao alat za modeliranje složenih 3D objekata koristeći se pritom velikim brojem 3D primitiva za modeliranje uspješnih VRML svjetova.

Tvrtka silicon Graphics (SGI) razvila je Open Inventor kao programski alat naslonjen na grafički standard Open GL. Open GL je standard za 3D grafiku kada je riječ o velikim (brzim) grafičkim radnim stanicama, a dogovorom između SGI-a i Microsofta i na Windows NT platformama (URL 2).

Tablica 2 pokazuje razvoj VRML standarda prateći najvažnije točke za njegove karakteristike i strukturu.

Tablica 2 Razvoj VRML standarda

Godina	Verzija	Opis
1995.	VRML 1.0	Rad na ovom standardu započinje početkom 1994. Završen u svibnju 1995. Omogućava rad sa oblicima, objektima i tekstovima a baziran je na Open Invention format fileovima od strane SGI-a. Standard uključuje slijedeće: čvorove za opis objekata (AsciiText, Cone, Cube, Cylinder, IndexedFaceSet, IndexedLineSet, PointSet, Sphere); čvorove za opis površine objekta (Coordinate3, FontStyle, Info, Material,

		MaterialBinding, Normal, NormalBinding, Texture2, Texture2Transform, TextureCoordinate2, ShapeHints); čvorove za transformacije objekta (MatrixTransform, Rotation, Scale, Transform, Translation); grupirane čvorove (Separator, Switch, WWWAnchor, LOD); čvorove za opis svjetala (DirectionalLight, PointLight, SpotLight); položaj pogleda kamere (OrthographicCamera, PerspectiveCamera); čvor za povezivanje sa drugim dokumentima.
1996.	VRML 1.0c	U siječnju 1996. dolazi samo do poboljšanja već postojeće verzije. Uočeni su neki nedostaci (nejasnost, dvojnost podataka u specifikaciji...) pa se ti problemi, bez dodavanja nekih novih oblika jeziku, poboljšavaju u "pročišćenoj" verziji VRML 1.0c.
1996.	Moving Worlds	Pojavili su se zahtjevi za redizajnom postojeće verzije. VRML 1.0 uključuje oblike za statiku zgrada, nepromjenjive svjetove koji mogu biti prikazani i kojima se može prolaziti, ali ne podržava animaciju i interakciju između njih. VRML arhitekturna grupa postavlja zahtjev za redizajnom, a SGI, Netscape i drugi rade zajedno na stvaranju tzv. Moving Worlds zahtjeva koji bi to podržavao. Prijedlog je prihvaćen i postaje temelj za razvoj verzije VRML 2.0.
1996.	VRML 2.0	Moving World zahtjev ostvaren je u kolovozu 1996. u verziji 2.0. Dodan je novi set oblika za oblikovanje zgrada, animaciju, interakciju zvuka, sjene, pozadine i jezične dodatke. Nešto je promijenjena i pojednostavljena sama struktura jezika. Dodani su novi čvorovi (Sound, ElevationGrid, Fog); čvorovi za interakciju s korisnikom (ProximitySensor, TouchSensor, TimeSensor i dr.); čvorovi za animaciju koristeći se interpolacijom (ColorIntelporator, CoordinateIntelpolator i dr.). Prvi puta se koristi vanjski programski jezik JAVA povezivajući se njime pisanjem jednostavnih skripti definiranih prototipima.
1997.	VRML 97	ISO (International Organization for Standardization) i IEC (International Electrotechnical Commission) zaslužni su za internacionalizaciju ovog standarda. Na početku 1997. verzija 2.0 je prezentirana ovoj organizaciji

		<p>koja ga pregledava i potpisuje za korištenje. Krajnja ISO VRML verzija je VRML 97. VRML 97 gotovo je identičan sa svojom prethodnom verzijom 2.0. Napravljene su samo neke korekture u pogledu dokumentacije i male promjene u funkcionalnosti.</p> <p>VRML 97 specifikacijski oblik završen je u svibnju, a opisni oblik u rujnu. Potvrđen i registriran u mjesecu prosincu 1997 od strane ISO organizacije (ISO/IEC 14772).</p>
--	--	--

4.4.3. Karakteristike i struktura VRML-a

Da bi razumjeli koncept VRML-a, potrebno je poznavati neke njegove osnovne karakteristike. Struktura jezika reći će nam o njegovoj jednostavnosti i prilagodljivosti kako bi VRML svjetovi mogli biti prikazani na raznim računalnim platformama.

4.4.3.1 Karakteristike

VRML definira format datoteka koji integrira grafiku i multimediju. Konceptijski, svaki VRML je 3D vremenski baziran prostor koji sadrži grafičke i zvučne objekte koje je moguće dinamički modificirati kroz razne mehanizme. Taj dio ISO-a definira primarni set objekata i mehanizama koji spajaju kompoziciju, oblik i širinu. On ne prikazuje fizičku prirodu, ili druge dodano ovisne koncepte, on je otvoren za veliko područje varijacija upotrebe i aplikacija (URL 2).

VRML je sposoban prikazati kako statične tako i animirane dinamičke 3D modele stvarnog svijeta. Također, sposoban je povezati te modele, vezama ostvarenih hyperlinkovima, sa drugim medijima kao npr. tekstom, zvukom, filmovima i slikama.

Dok je ranije za pregled trodimenzionalnih objekata na Internetu bilo potrebno otvoriti posebnu aplikaciju, pojavom VRML-a to se mijenja. VRML upotrebljava za zapis svojih file-ova ASCII format te je u svojoj osnovi tekstualna datoteka koja sadrži opise objekata i transformacija koje se na njima izvode. Za VRML se još kaže da je trodimenzionalni HTML jer ga je moguće pregledavati pomoću Web preglednika (browsera) novijih verzija, dok je kod starijih koji nemaju tu mogućnost, potrebna nadogradnja sa posebnim dodatkom.

Za VRML možemo reći da je po svojoj prirodi dinamičan. Ne opisuje format stranice kao npr. HTML, već opisuje 3D model i njegovu okolinu. HTML nudi dvodimenzionalni, a VRML trodimenzionalni prikaz.

VRML je dizajniran kako bi ispunio slijedeće zahtjeve:

Autorizacija

VRML je izrađen kako bi omogućio razvoj računalnih programa za izradu, editiranje i korištenje VRML datoteka, kao i programe za automatsku transformaciju drugih već postojećih 3D datoteka (*file formats*) u VRML datoteke.

Sposobnost kombiniranja

Pruža sposobnost korištenja i kombinacije 3D objekta sa VRML svijetom uz mogućnost ponovnog korištenja koda.

Proširivost

Pruža mogućnost dodavanja novih tipova objekata koji nisu strogo definirani VRML jezikom

Sposobnost implementacije

Sposobnost implementiranja VRML-a na raznim računalnim sustavima.

Promjenjivost

Naglašeno skaliranje interaktivne izvedbe na širem "prostoru" računalnih platformi

Skaliranje

Omogućava neograničene veličine dinamičnih 3D svjetova (URL 2).

4.4.3.2 Struktura

VRML file se sastoji od glavnih pratećih komponenata: zaglavlje (the header), graf scene (the scene graph), prototipi (the prototypes), i *event routing*. Sadržaj ovakvog file-a procesira se za prezentaciju i interakciju pomoću programa poznatog kao web preglednik (URL 2).

Zaglavlje:

Svaka VRML datoteka mora sadržavati identično zaglavlje:

#VRML V 2.0 utf8

Zaglavlje je samostalan redak UTF-8 teksta koji definira datoteku kao VRML te definira način kodiranja datoteke. V 2.0 označava VRML standard, a utf8 set znakova koji čisti 8bitni tekst koji je kompatibilan sa ASCII setom znakova.

Graf scene:

Graf scene sadrži čvorove koji opisuju objekte i način njihovog funkcioniranja. Sadrži hijerarhijski grupiranu geometriju kako bi omogućio audio i vizualnu reprezentaciju objekata. Hijerarhijska organizacija omogućiti će stvaranje velikih dinamičkih VRML svjetova.

Prototipi

Omogućuju grupi čvorova da budu prošireni od strane korisnika VRML jezika. Definicije prototipa mogu biti uključene u file koji se koristi ili mogu biti definirane izvan njega. Prototipi mogu biti definirani drugim VRML čvorovima ili posebnim mehanizmima web preglednika koji su nadograđeni.

Svaka VRML datoteka:

- posredno uspostavlja prostorne svjetske koordinate za sve objekte definirane u datoteci, ili one koji će biti uključeni pod datotekom
- jasno definira i gradi skup 3D i višemedijskih objekata
- omogućava specificikaciju hiperlinkova prema drugim datotekama i aplikacijama
- definira ponašanje objekata

Osnovni elementi VRML datoteke nazivaju se čvorovi (Nodes). Razlikujemo više tipova čvorova, a najbitniji su oni čvorovi koji u sebi sadrže definiciju objekta (oblik, veličinu, boju i sl.) ili definiciju položaja i orijentacije objekta u 3D prostoru u odnosu na ishodište koordinatnog sustava. Struktura datoteke je stablasta i mora biti zapisana u nekom od tekst editora (npr. Notepad). Neke bitne čvorove ovdje ćemo opisati.

Sve vidljive objekte definiramo unutar čvora Shape. Čvor Shape sastoji se od dva polja: appearance i geometry. Polje geometry definira i opisuje oblik objekta (kugla, stožac, valjak...), a u polje appearance, koje je opcionalno i ne mora biti popunjeno (poželjno je popuniti barem jedno), dolazi novi čvor Appearance. Ako polje appearance ostavimo prazno, ono će se popuniti već unaprijed određenim vrijednostima.

U Appearance čvoru nalaze se slijedeća polja: material, texture i textureTransform. Taj podčvor definira boju, teksturu, svjetlo i ostale vizualne karakteristike objekta. Polje material sadrži drugi čvor Material koji definira boju objekta, refleksiju svjetla i prozirnost objekta.

Polje texture, unutar čvora Appearance, sadrži slijedeće čvorove: ImageTexture, MovieTexture ili PixelTexture.

Pomoću čvora Transform možemo definirati novi koordinatni sustav za objekte unutar tog čvora, jer je on još i grupni čvor unutar kojega se može hijerarhijski posložiti više objekata. Novi koordinatni sustav dobivamo na temelju geometrijskih transformacija od kojih razlikujemo ovdje potrebne: transformacija, rotacija, mjerilo.

Uz pomoć orijentacije i centra, dobivamo 3D koordinatni sustav. Ove transformacije utječu na sve čvorove koji se nalaze unutar grupe čvorova Transform. Čvor Color definira skup RGB boja koji će biti korišten kod polja nekog drugog čvora.

4.4.4. Preglednici VRML ekstenzija

Za prikaz i manipulaciju modela kreiranih VRML jezikom, potrebno je koristiti neki od postojećih preglednika.

Nalazimo tri osnovne komponente VRML preglednika. To su Parser, Graf scene i Audio-Vizualna prezentacija. Parser čita VRML datoteke, kreira graf scene. Graf scene sačinjavaju hijerarhija transformacije i Route Graf. Graf scena također uključuje Execution Engine koji obrađuje događaje, čita i prikazuje Route Graf i radi izmjenena nodovima.

Korisnički ulaz generalno utječe na senzore i navigaciju te tako je povezan sa komponentom Route Graf (senzori) i komponentom Audio/Vizualne prezentacije (navigacije). Komponenta Audio/Vizualne prezentacije izvršava grafički i audio rendering čvorova koji se vraća kao povratna informacija korisniku (URL 2).

Danas na tržištu postoje razne vrste preglednika VRML svjetova. Razlikuju se po svojoj kvaliteti i mogućnostima, opcijama koje nude, ali nekih većih razlika među njima nema.

Od njih se očekuje da zadovolje neke osnovne karakteristike. Očekuje se podrška za VRML 1.0 i 2.0 standarde, mogućnost implementacije i korištenja Java programa te GeoVRML podrška. GeoVRML je proširenje postojećeg VRML standarda na način da omogućuje korisniku točno predstavljanje geografskih podataka. Također, postoji mogućnost integracije svih formi 3D sadržaja u prikaz realnog svijeta što znači da se može unijeti bilo koji prikaz terena, oblika ili fenomena koji može biti izražen sa geografskim podacima.

Većina preglednika može se skinuti (download) sa Interneta bez ikakve naknade. Također, preglednici bi morali podržavati mogućnost nadogradnje na neki od web preglednika poput Internet Explorera ili Netscapea u obliku plug-ina.

Tablica 3 daje prikaz samo nekolicine VRML preglednika i njihov kratki opis.

Tablica 3 Prikaz VRML preglednika

Naziv preglednika	Kratki opis
Cosmo Player	Izrađen od tvrtke Silicon Graphics (SGI). Podržava dva VRML standarda 1.0 i 2.0. i mogućnost prikaza JavaScripta i VRMLScript jezika. Preglednik se više koristi za Netscape navigator. Radi na Windows i Mac platformama.
Cortona VRML Client	Odličan preglednik koji uz VRML 1.0 i 2.0 podržava i GeoVRML datoteke. Podržava JavaScript kodove i također radi na Windows i Mac platformama.
WorldView	Jedan od najbržih preglednika koji se koristi na Windows i Mac platformama u obliku plug-ina



	(nadogradnje) na njihove oficijalne web preglednike Internet Explorer i Netscape Navigator. Također podržava JavaScript jezik za pisanje računalnih skripti.
--	--

5. Izrada modela Geodetskog fakulteta

U ovom poglavlju opisan je sami tijek izrade diplomskog rada. Opisani su dobiveni rezultati i mogućnost njihove primjene te način na koji su dobiveni.

5.1. Zadatak diplomskog rada

Zadatak ovog diplomskog rada je izrada računalne podrške upravljanja Geodetskim fakultetom, odnosno jednog njegovog dijela, te različita mogućnost prikazivanja dobivenih rezultata.

Zadatak je bio upotrebom programskog paketa tvrtke Bentley, Microstation, izraditi 3D model dijela Geodetskog fakulteta koji bi služio kao tehnički dio FM računalnog sustava za upravljanje prostorom. Trodimenzionalni model dijela Geodetskog fakulteta potrebno je povezati sa nekim od sustava za upravljanje bazama podataka, naravno pritom jasno definirajući strukturu i model podataka unutar baze, i time dobiti kompletan sustav za upravljanje prostorom. U ovom diplomskom radu nije praktično obrađen sustav za upravljanje bazama podataka, ali je u prethodnim poglavljima detaljno opisan.

U sklopu nastave na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, iz predmeta Podrška upravljanju prostorom bili su pred studente VIII. semestra, usmjerenja Inženjerska geodezija i upravljanje prostornim podacima, postavljeni određeni zadaci. Kao polazište za izradu diplomskog rada bilo je potrebno prikupiti ove podatke koji će služiti za njegovu daljnju izradu.

Također, bilo je potrebno prikupiti postojeću dokumentaciju (tlocrte, presjeke i sl.) zgrade AGG fakulteta koja je bila dostupna, a pomoću koje je dijelom obavljena izrada 3D modela Geodetskog fakulteta.

Kao konačan rezultat ovog diplomskog rada izrađen je 3D model i dobiveni su različiti prikazi dobivenog trodimenzionalnog modela:

- Etažiranje
- Virtualni prikaz modela pomoću VRML-a

Ti vizualni prikazi trebaju poslužiti kao podrška kod upravljanja Geodetskim fakultetom, kako bi uz daljnju povezanost s bazom podataka, omogućili njegovo efikasnije upravljanje.

5.2. Mjerenje i prikupljanje postojećih podataka

Kako je već ranije spomenuto dio podataka korišten pri izradi diplomskog rada dobiven je mjerenjem studenata sa usmjerenja Inženjerska geodezija i upravljanje prostornim podacima na predmetu: Podrška upravljanju prostorom, dok je drugi dio prikupljen iz postojeće dostupne dokumentacije.

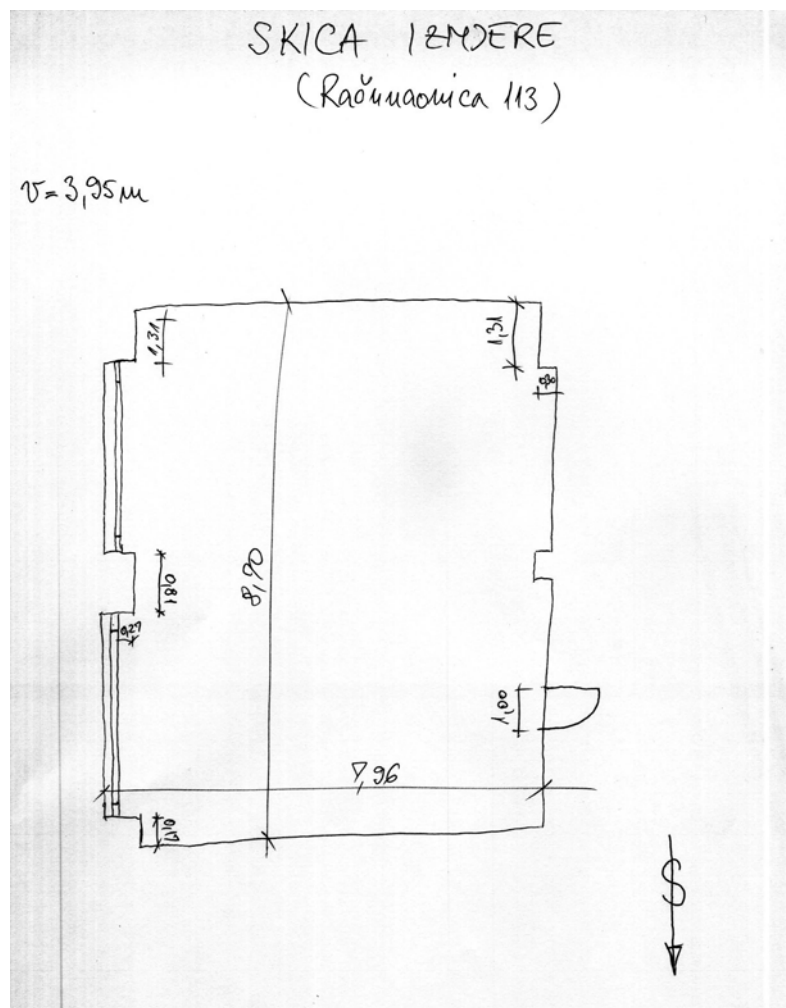
Izmjera dijela Geodetskog fakulteta obavljena je u dva dijela. Prvi dio, prvi kat na kojem je smješten fakultet, učionice, WC i radne prostorije profesora i asistenata sa smjera, izmjeren je u ak. god. 2001/2002, dok je drugi dio, ulaz u zgradu fakulteta, dio visokog prizemlja i predvorje kod studentske referade, izmjeren u ak. god. 2002/2003.

Mjerenje dijela Geodetskog fakulteta obavljeno je ručnim laserskim mjeračem DISTO tvrtke Leica i običnom mjernom vrpcom dužine 30 metara. Također za potrebe izmjere detalja u prostorijama koji nisu mogli biti izmjereni ručnim mjeračem, mjerenje je obavljeno ručnim dvometrom. Tablica 4 prikazuje glavne karakteristike ručnog laserskog daljinomjera DISTO Classic.

Tablica 4 Karakteristike i opis ručnog laserskog daljinomjera DISTO Classic

Točnost mjerenja	+/- 3mm
Domet	0.3m do >100m
Zaslon	2 linije, grafička podrška. Fluorescentni zaslon.
Baterije i trajanje	4AAA (1.5V) baterije za više od 3000 mjerenja.
Dimenzije i težina	172x69x44mm / 360g.
Funkcije i mogućnosti	Mjerenje duljine, Računanje površina, Računanje volumena, Kalkulator, Pohranjivanje konstanti (10), Editiranje konstanti, Kontinuirano mjerenje (MIN/MAX), Indirektno mjerenje visina Pitagorinim poučkom, Automatsko vremensko okidanje, Pohranjivanje 15 zadnjih vrijednosti.

Pri izmjeri trebalo je izmjeriti slijedeće: duljinu, širinu i visinu prostorija, hodnika, vrata, prozora i stepenica te debljinu pregradnih zidova. Slika 5.2.1 prikazuje skicu izmjere računaonice, na temelju koje je izrađen njezin tlocrt i projiciranjem dobiven 3D model.



Slika 5.2.1 Skica izmjere računaonice na katu Geodetskog fakulteta

Drugi dio podataka korišten pri izradi ovog diplomskog rada odnosi se na ostalu dokumentaciju. Ostala dokumentacija sastoji se od tri datoteke spremljene u dwg. formatu (format koji se koristi kod AutoCad programskog paketa).

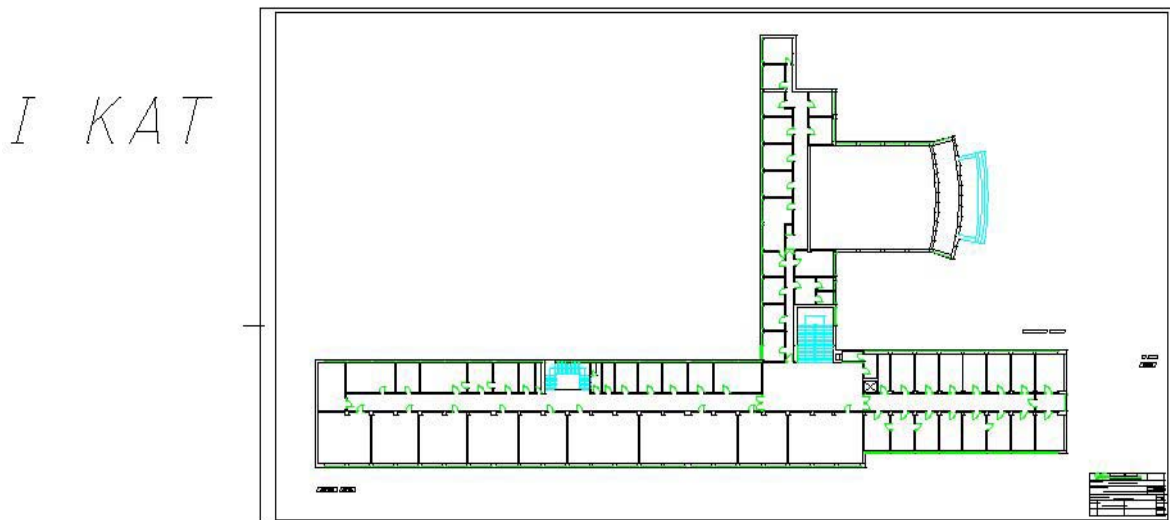
Datoteka situacija.dwg sadrži situaciju i 2D tlocrt zgrade AGG fakulteta i X. gimnazije. Tlocrti.dwg sadržavaju tlocрте svih katova zgrade AGG fakulteta, a presjeci.dwg različite presjeke zgrade.

Datoteka situacija.dwg definirana je u HDKS-u, u Gauss-Krugerovoj projekciji, dok su tlocrti katova izrađeni i spremljeni u nekom proizvoljnom lokalnom sustavu. Kako bi podaci bili konzistentni i obrađeni sa Microstation-om, situacija.dwg spremljena je u dgn. format zapisa koji koristi Microstation, pritom i koristeći datoteku seed datoteku kojom je definirana peta zona GK projekcije u Microstation-u. Datoteke Tlocrti.dwg i presjeci.dwg., također su spremljene u dgn. format zapisa radi buduće izrade trodimenzionalnog modela.

Tlocrti.dgn raščlanjeni su na nekoliko datoteka. Za svaki kat (etažu) postoji po jedna datoteka istoimenog naziva koja više ne sadrži sve etaže već samo onu pod

kojim je imenom spremljena. Takav način pohrane omogućiti će kasnije lakšu izradu 3D modela.

Slika 5.2.2 prikazuje tlocrt prvog kata dobiven iz dostupne dokumentacije na kojemu se nalazi dio Geodetskog fakulteta.



Slika 5.2.2 Tlocrt prvog kata

Tlocrti sadržani u dostupnoj dokumentaciji dobiveni su iz stare dokumentacije zgrade AGG fakulteta i njihova točnost se razlikuje od točnosti tlocrta prostorija dobivenih izmjerom od strane studenata Geodetskog fakulteta. Kako nije moguće doći do prvotne dokumentacije koja je poslužila za izradu tih tlocrta, nije moguće niti utvrditi njihovu točnost.

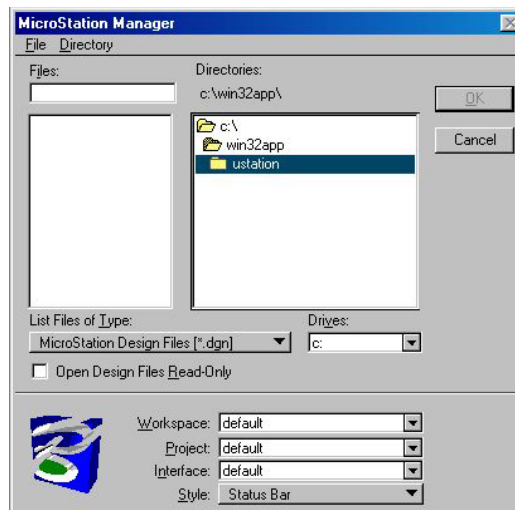
5.3. Izrada 3D modela

Izrada 3D modela Geodetskog fakulteta dio je zadatka ovog diplomskog rada. Kao referentni podaci koji su poslužili za njegovu izradu korišteni su, kako je već prije i navedeno, podaci izmjere studenata sa usmjerenja IGUPI i podaci iz dostupne dokumentacije. Tijek izrade i postupci modeliranja navedeni su u daljnjem tekstu.

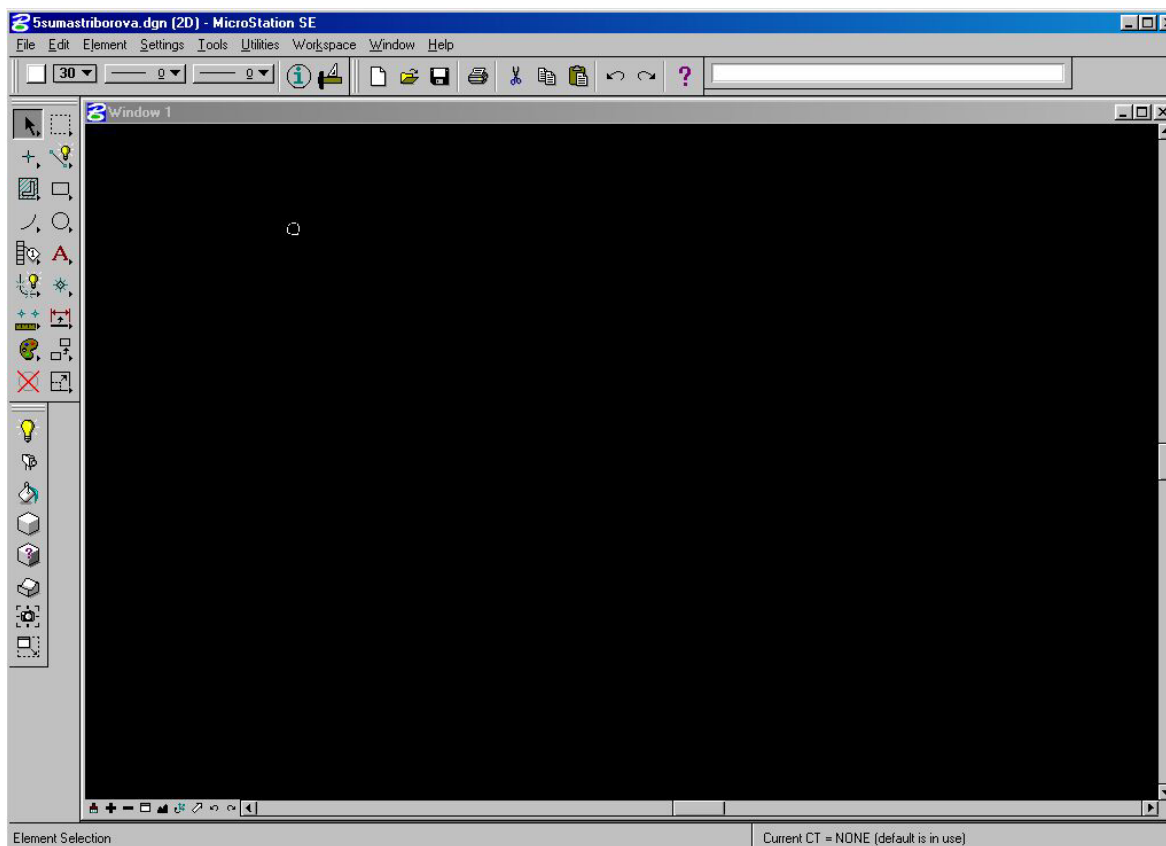
Modeliranje zgrade AGG fakulteta obavljeno je računalnim programom MicroStation SE. MicroStation je CAD (Computer Aided Design) programski sustav, proizvod tvrtke Bentley Systems osnovane 1984. Predstavlja Bentley-ovo rješenje za rješavanje raznih zadataka u arhitekturi, strojarstvu, građevini i ostalim

tehničkim granama. Korisnicima omogućava vrlo kvalitetno 2D i 3D modeliranje putem grafičkog korisničkog sučelja. Pruža mnoštvo opcija kao npr. unos, upravljanje i vizualizaciju informacija, manipuliranje vektorskim i rasterskim podacima itd. MicroStation sprema crteže (*design files*) u DGN formatu. To je format koji u najnovijim verzijama nema granice što se tiče preciznosti, broja slojeva (*levels*) i veličine same datoteke (URL 3). MicroStation može učitavati i spremati podatke i u drugim formatima od kojih je najznačajnije spomenuti DXF (Drawing Interchange Format) i DWG format - glavni format programskog paketa AutoCAD.

Pokretanjem MicroStationa otvara se dijaloški prozor MicroStation Manager (Slika 5.3.1) u kojemu možemo otvoriti novu ili već postojeću datoteku. Za potrebu izrade diplomskog rada otvorena je nova datoteka, koristeći se tzv. seed datotekom (*Seed File*) kojom je definirana peta zona Gauss-Krugerove projekcije. Nakon što smo kreirali novu datoteku 3d-model(arhiva).dgn, otvara se korisničko sučelje Microstation-a (Slika 5.3.2).



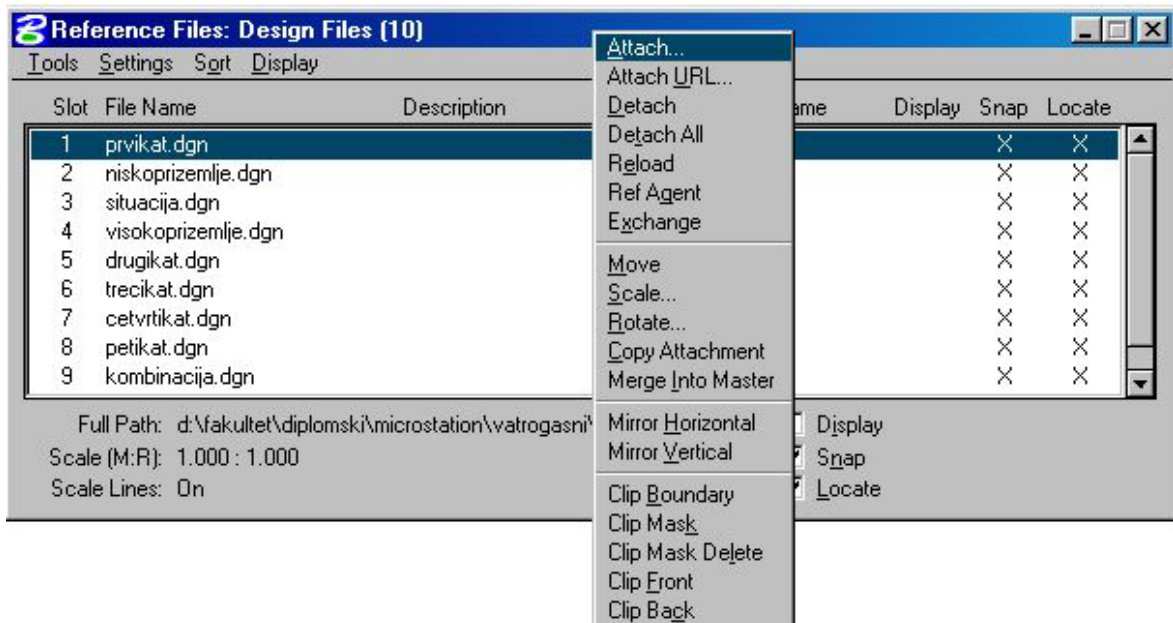
Slika 5.3.1 Prozor za dijalog MicroStation Manager



Slika 5.3.2 Korisničko sučelje MicroStation-a

Nakon što su na početku prikupljeni, podatke iz dostupne dokumentacije je trebalo organizirati i orijentirati. Tlocrti etaža zgrade AGG fakulteta transformirani su iz nekog lokalnog sustava koordinata u državni koordinatni sustav te su orijentirani u odnosu na datoteku situacija.dgn koja je već izrađena u HDKS-u. Određeni su novi nazivi datotekama na način da svaki naziv datoteke odgovara jednoj etaži. Zgrada AGG fakulteta sastoji se od sedam etaža i to redom: nisko prizemlje, visoko prizemlje i pet katova.

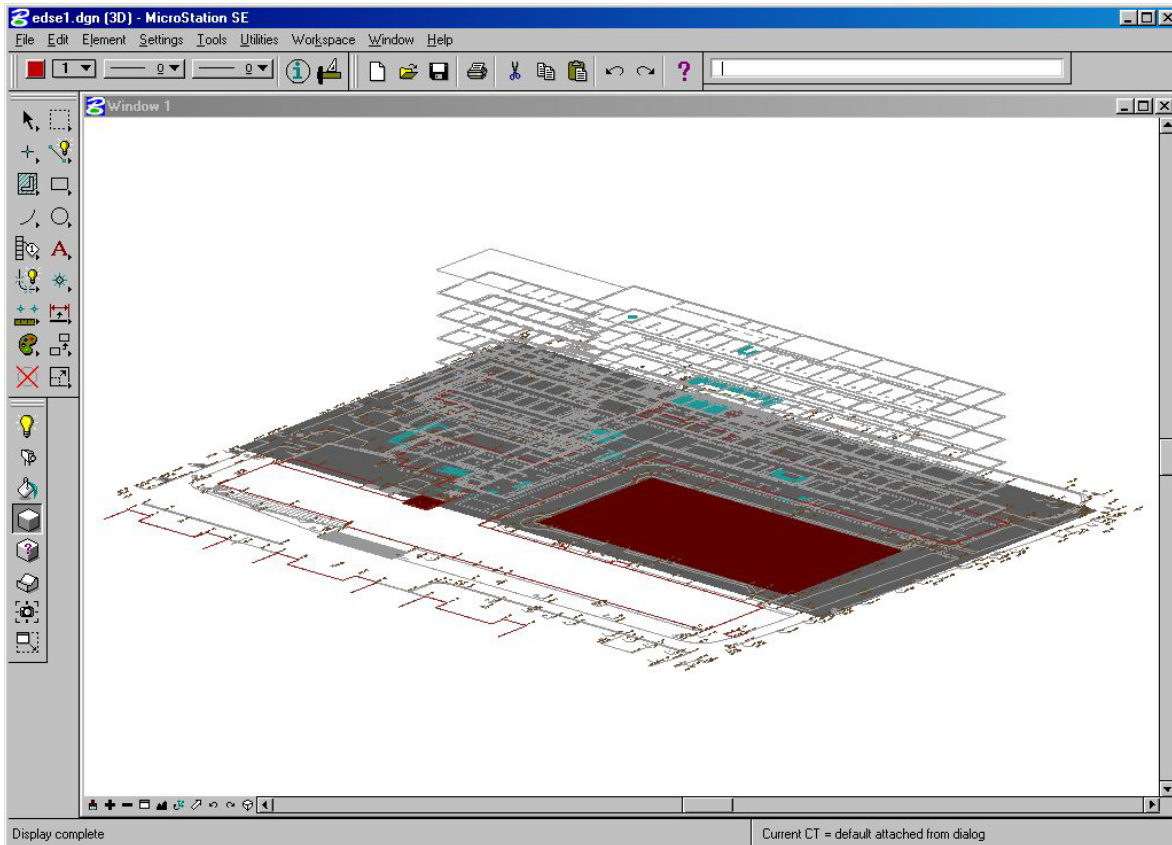
Nakon što je datoteka 3d-model(arhiva).dgn eksportirana iz 2D u 3D, učitani su tlocrti pojedinih etaža zajedno sa situacijom kao referentne datoteke MicroStation-a. Pomoću prozora *Reference file* (Slika 5.3.3) unutar izbornika *File*, učitani tlocrti naredbom *Attach*, orijentirani su naredbama *Move* i *Rotate* i postavljeni u odnosu na datoteku situacija.dgn. Visine etaža, i ostali podaci potrebni za orijentaciju i smještaj tlocrta, očitane su iz datoteke presjeci.dgn. Na taj način prikupljeni podaci orijentirani su u HDKS-u i moguće je započeti modeliranje koristeći se nekom od metoda trodimenzionalnog modeliranja.



Slika 5.3.3 Prozor Reference Files

Referentne datoteke (*design files*) moguće je također po potrebi uključivati ili isključivati opcijom *Display* te na taj način modeliranje postaje puno lakše jer glavnu datoteku (*Master*) unutar koje se izrađuje model, ne opterećuje velika količina podataka koja nije važna u ovoj fazi izrade modela. Referentne datoteke se po potrebi mogu uključiti u glavnu naredbom *Merge Into Master*.

Učitani tlocrti su pri orijentaciji u odnosu na situaciju, postavljeni s određenom pogreškom. Orijentacija je obavljena tako da na krajevima (kutovima) etaža, pogreška postavljanja tlocrta u odnosu na situaciju, ne iznosi više od 5 cm. Slika 5.3.4 prikazuje orijentirane i skupno postavljene referentne datoteke kada su uključene opcijom *Display*.



Slika 5.3.4 Referentne datoteke prikazane skupno MicroStation-om

Nakon što su prijašnje radnje obavljene, pristupilo se izradi modela podataka i određivanju koji će podaci modela biti modelirani. Za ovu fazu izrade računalnog sustava za upravljanje prostorom, odnosno jednog njegovog dijela, pristupilo se modeliranju slijedećih podataka. Koristeći se tlocrtima i presjecima zgrade, modelirane su većina prostorija Geodetskog fakulteta koje nisu bile obuhvaćene planom i izradom na kolegiju Podrška upravljanju prostorom.

Modelirani su zidovi i stropovi prostorija i hodnika, ostavljena su prazna mjesta za moguća vrata, a prozori nisu uzeti u obzir. Također, izrađene su stepenice za prijelaz sa jedne etaže na drugu. Ti podaci organizirani su na određene slojeve (*level*), za svaku etažu posebno, radi njihovog lakšeg i učinkovitijeg korištenja.

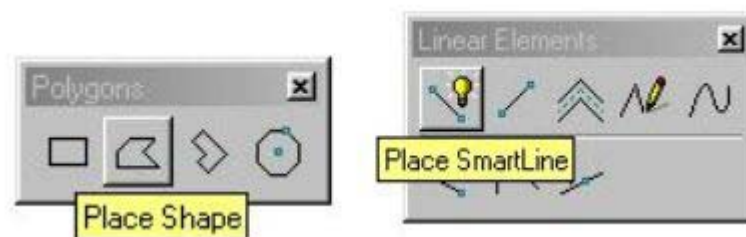
Kod modeliranja prostorija korišteni su različiti postupci 3D modeliranja. Najveći dio modela je modeliran tako da su tlocrti prostorija i ostalih objekata projicirani u 3D koristeći se visinama očitanim u datoteci presjeci.dgn. Microstation ima razne funkcije koje omogućuju takav način dobivanja 3D modela. U ovom radu većinom su korišteni alati za 3D modeliranje unutar izbornika *Tools, 3D and B-splines* (Slika 5.3.5). Naredbom *Construct Surface of Projection* otvara se prozor identičnog naziva koji nam nudi razne opcije kod izvlačenja (ekstrusion) neke projekcije (u ovom slučaju tlocrta prostorija) u 3D.



Slika 5.3.5 Alati za trodimenzionalno modeliranje

Kako su tlocrti etaža sadržani u referentnim datotekama i time nepogodni za projiciranje u 3D, bilo je potrebno za svaku prostoriju prije modeliranja, na tlocrtu prostorija postaviti poligon koji sačinjava plohu (*Shape*) i linije (*line*) koje prate zidove te ostale detalje koji su uzeti za modeliranje.

Unutar glavnog izbornika (*Main menu*) korištene su naredbe za izradu ploha *Place Shape*, *Place Block*. Za podizanje prostorija i drugih detalja iz 2D u 3D korištena je naredba *Place SmartLine* (Slika 5.3.6) kojom su iscrtani zidovi i ostali detalji na tlocrtu prostorije te zatim koristeći se naredbom *Construct Surface od Projection*, tlocrt je izvučen na određenu visinu.



Slika 5.3.6 Naredbe iz glavnog izbornika za pomoć pri 3D modeliranju

Za određene detalje korištena je metoda neposrednog 3D modeliranja kada je bila poznata jedna točka nekog objekta, smjer i njegova orijentacija. Ti podaci preuzeti su iz dostupne dokumentacije i fotografija snimljenih digitalnim fotoaparatom. Fotografije su snimljene radi bolje predodžbe objekta (nepreglednost cijele zgrade) i radi kasnijeg korištenja u svrhu izrade tekstura za virtualni prikaz modela pomoću VRML računalnog jezika. Slika 5.3.7 prikazuje zgradu AGG fakulteta fotografiranu sa južne strane. Slika 5.3.8 prikazuje vrata i dio hodnika prvog kata Geodetskog Fakulteta.



Slika 5.3.7 Fotografija cijele zgrade snimano sa njezine južne strane



Slika 5.3.8 Vrata i dio hodnika na prvom katu

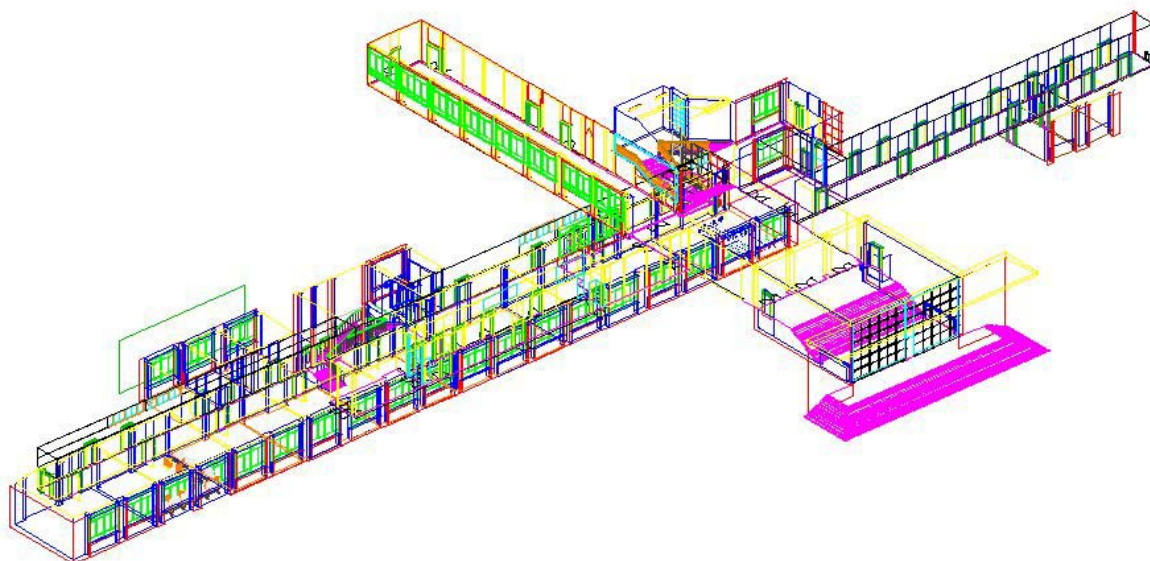
Slika 5.3.9 prikazuje fotografiju ulaza u zgradu AGG fakulteta.



Slika 5.3.9 Ulaz u zgradu fakulteta

Drugi dio kod izrade 3D modela odnosi se na geometrijsko i logičko povezivanje i organiziranje podataka izmjere studenata iz nastavnog predmeta Podrška upravljanju prostorom u sada postojeći 3D model. Podaci su bili podijeljeni u dva dijela, tako da je za svaku akademsku godinu modeliran drugi dio fakulteta.

Modelirane podatke trebalo je povezati i transformirati. Provjerena je struktura slojeva kod svakog dijela i istovrsni podaci postavljeni su na identične slojeve. Dva različita modela spojena su u jedan koji je nazvan kombinacija.dgn (Slika 5.3.10) i sa kojim se krenulo u povezivanje sa postojećim 3D modelom. Datoteka kombinacija.dgn učitana je kao referentna i već opisanim postupcima iz lokalnog koordinatnog sustava je transformirana u HDKS. Tako dobiveni model orijentiran je i postavljen u odnosu na tlocrte iz dostupne dokumentacije te je na taj način dobivena jedna kompletna cjelina.

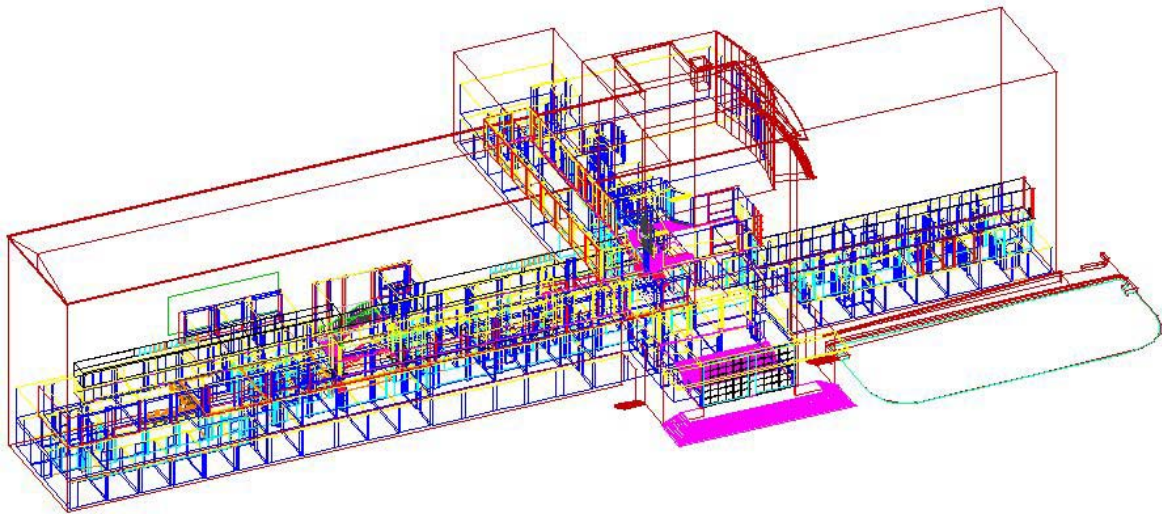


Slika 5.3.10 Datoteka kombinacija.dgn

Naredbom *Merge into Master* unutar prozora *Reference files* datoteka kombinacija učitana je u glavnu datoteku (master). Na taj način dobili smo u jednoj datoteci 3d-model(arhiva).dgn, sakupljene i organizirane sve podatke.

Na kraju, služeći se i dalje tlocrtima učitanim kao referentne datoteke i datotekom presjeci.dgn, krenulo se u izradu vanjskih kontura zgrade AGG fakulteta. Vanjski zidovi postavljeni su na zasebni sloj kako bi u svakom trenutku, već prema potrebi, bilo moguće podatke isključiti ili uključiti. Pri izradi također su zbog veličine i nepravilnog oblika zgrade, korištene fotografije zgrade i drugih detalja.

Pri izradi vanjskih kontura i ostalih detalja, vodilo se računa o načinu modeliranja i postavljana ploha. Slika 5.3.11 pokazuje gotov 3D model zgrade u žičanom prikazu. Kako bi kod dodijeljenih tekstura za potrebe izrade virtualnog prikaza bilo moguće korektno obaviti zadatak, plohe su morale biti postavljene pažljivo, uvijek pritom imajući na umu, da li će dodijeljeni raster omogućiti korektan vizualni prikaz.



Slika 5.3.11 Prikaz gotovog 3D modela

5.4. Vizualizacija i izrada različitih prikaza

Iz dobivenog modela moguće je, raznim postupcima i metodama, dobiti različite prikaze koji će nam poslužiti kao podrška kod upravljanja. Model izrađen na prethodno opisan način i prikazan kako ga prikazuje (Slika 5.3.11) žičani način prikazivanja (wireframe), neće nam dati velike mogućnosti vizualizacije i samim time neku veliku mogućnost upotrebe kod nekog sustava za upravljanje prostorom. Zato je potrebno ovako izrađen model urediti kako bi mogao poslužiti podrška kod upravljanja.

Iz ovakvog 3D modela moguće je dobiti sljedeće vizualne prikaze:

- Tlocrti etaža za postupak etažiranja
- Virtualni prikaz modela pomoću VRML-a

Mogućnost upotrebe ovih grafičkih prikaza te način na koji su dobiveni, opisan je u daljnjem tekstu.

5.4.1. Etažiranje

Upis nekretnine u zemljišnu knjigu, preduvjet je za uspostava etažnog vlasništva na nekoj nekretnini. Izrada plana posebnih dijelova nekretnine ili elaborata etažiranja možemo reći da se sastoji od dva dijela: pravnog i tehničkog. Pojednostavljeno (iako ne u potpunosti točno) možemo reći da se pravni dio odnosi na tekstualne podatke, dok tehnički dio sadrži razne grafičke prikaze i njihove opise.

Trodimenzionalni model moguće je iskoristiti na više načina. Jedan od njih je da se dio podataka koji je služio za njegovu izradu, kasnije iskoristi za uspostavu jednog dijela elaborata etažiranja. U tu svrhu podaci modela moraju biti pohranjeni i strukturirani po slojevima, kako bi ih se kasnije njihovim uključivanjem ili isključivanjem, moglo iskoristiti za izradu tehničkog dijela elaborata etažiranja.

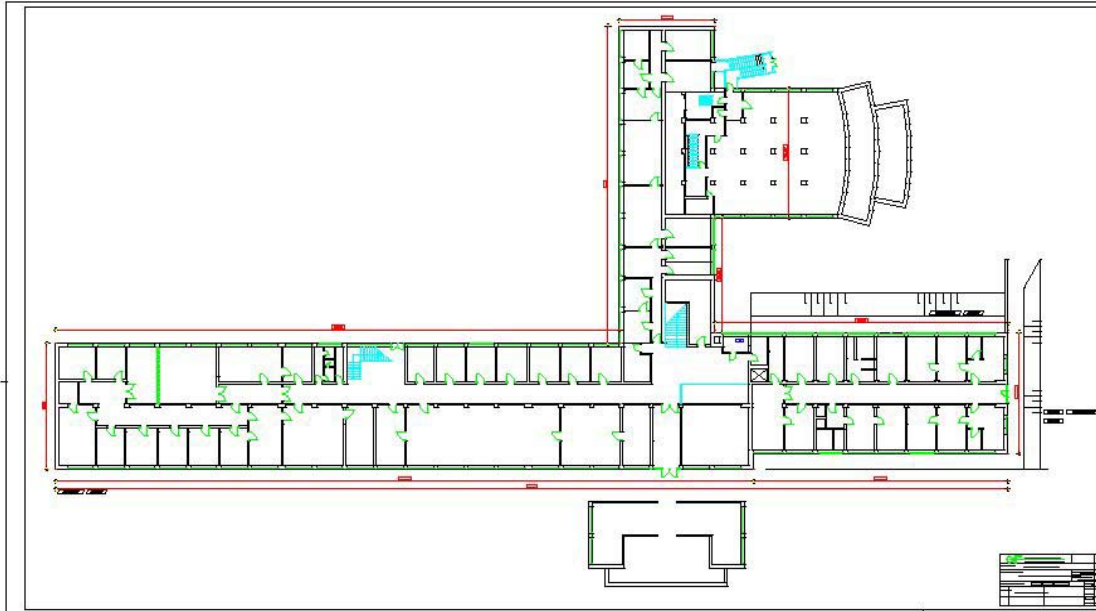
Pri izradi 3D modela moralo bi se voditi računa o prikazima koje je kasnije moguće izdvojiti iz modela i upotrijebiti kod upravljanja. Etažiranje je zasigurno jedan od njih, tako da pri izradi modela treba voditi računa o slijedećem:

- tlocrti svih prostorija (posebnih dijelova) na jednoj etaži moraju biti sadržani na zasebnom sloju
- unutar tlocrta moraju biti ostavljena mjesta za vrata koja će zajedno sa prozorima i stepenicama također biti pohranjena na posebnom sloju
- opisi posebnih dijelova (naziv posebnog dijela, iskotirane prostorije, površine prostorija i njihova namjena, šrafure u bojama za vizualni prikaz vlasništva i sl.) na pojedinim etažama pohranjuje se na zasebni sloj
- sastavnica (opis i naziv etaže, mjerilo i sl.) postavlja se na zasebni sloj

Na ovaj način uređeni i modelirani podaci, koristiti će u 3D modelu kod izrade elaborata etažiranja za definiranje njegovog tehničkog dijela.

Slika 5.4.1 pokazuje tlocrt etaže niskog prizemlja dobivenog iz dostupne dokumentacije. Tlocrt je učitao kao referentna datoteka unutar 3D modela kako bi poslužio za njegovu izradu, ali također moguće ga je uz još određene podatke iskoristiti upravo za dobivanje tehničkog dijela elaborata etažiranja.

NISKO PRIZEMLJE



Slika 5.4.1 Tlocrt etaže nisko prizemlje

Kako je prema Zakonu o državnoj izmjeri i katastru nekretnina određeno da se posebno u određenim dijelovima katastarskog operata evidentiraju posebni i zajednički dijelovi nekretnine, potrebno je i podatke unutar modela organizirati na način da odgovaraju zahtjevima za katastar.

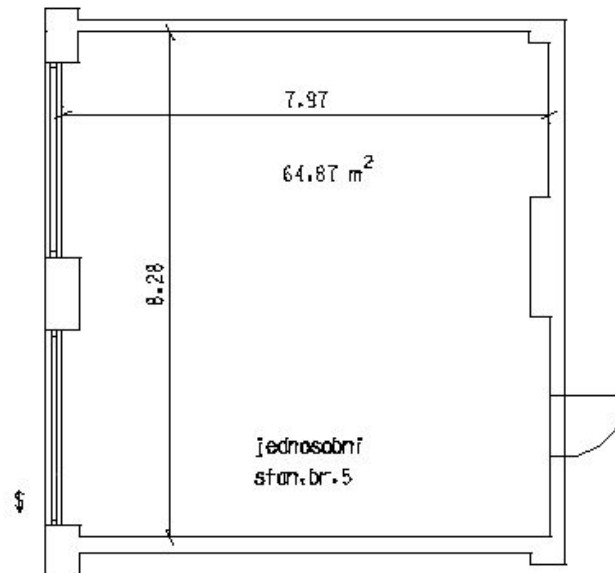
Ovim Zakonom to nije posebno definirano, ali kada ovo pitanje bude uređeno, pri izradi 3D modela i odabiru modeliranih podataka te strukturiranju slojeva, morati će se ravnati tim odlukama ukoliko želimo upotrijebiti podatke modeliranog objekta.

Pri izradi 3D modela učionica i drugih prostorija na Geodetskom fakultetu kao podloga za izradu modela izrađeni su njihovi tlocrti. Tlocrti su uređeni tako da ih se na najjednostavniji način opisalo te kako bi kao takvi mogli poslužiti kod elaborata etažiranja.

Na tlocrte su ucrtana vrata, prozori i dimenzije prostorije. Upisan je naziv prostorije (u našem slučaju proizvoljno su nazvane *Jednosobni stan br.*), i upisana je površina same prostorije. Označen je smjer sjevera i upisano mjerilo (M 1:100) u kojem su tlocrti crtani.

Slika 5.4.2 prikazuje jedan takav tlocrt sa svojim opisom i drugim detaljima.

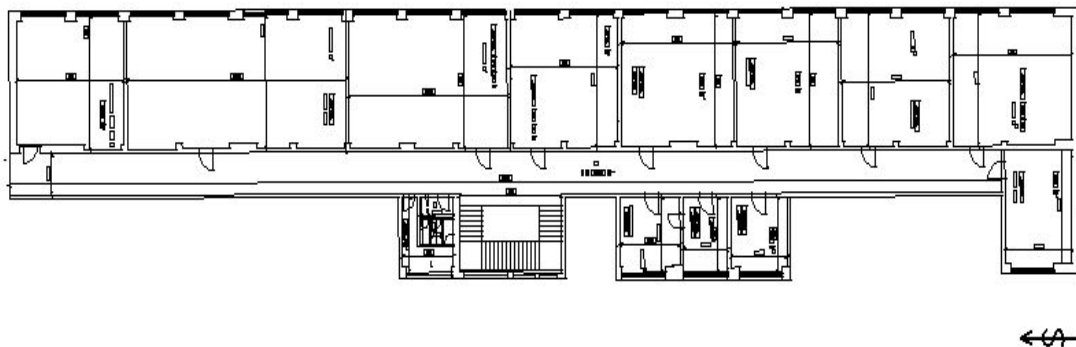
TLOCRT JEDNOSOBNOG STANA BR. 5



M 1:100

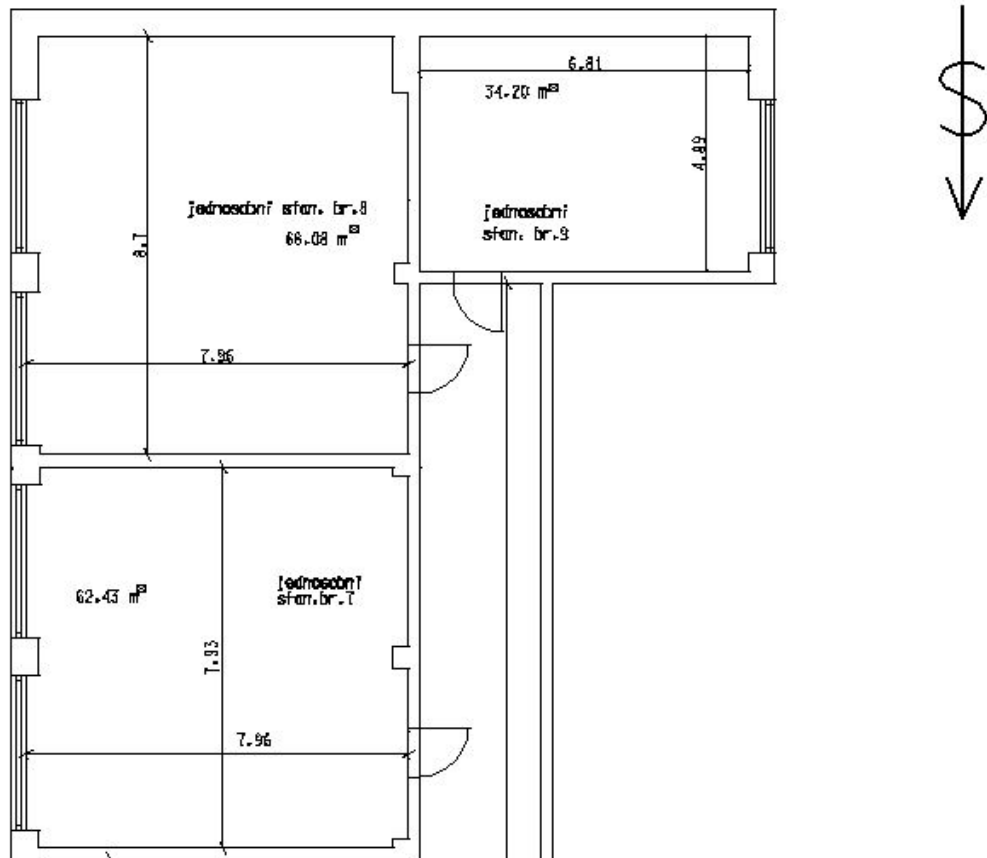
Slika 5.4.2 Tlocrt učionice sa opisom

Slika 5.4.3 prikazuje tlocrt prvog kata Geodetskog fakulteta sa ucrtanim dimenzijama prostoriya, njihovim opisom i upisanom površinom.



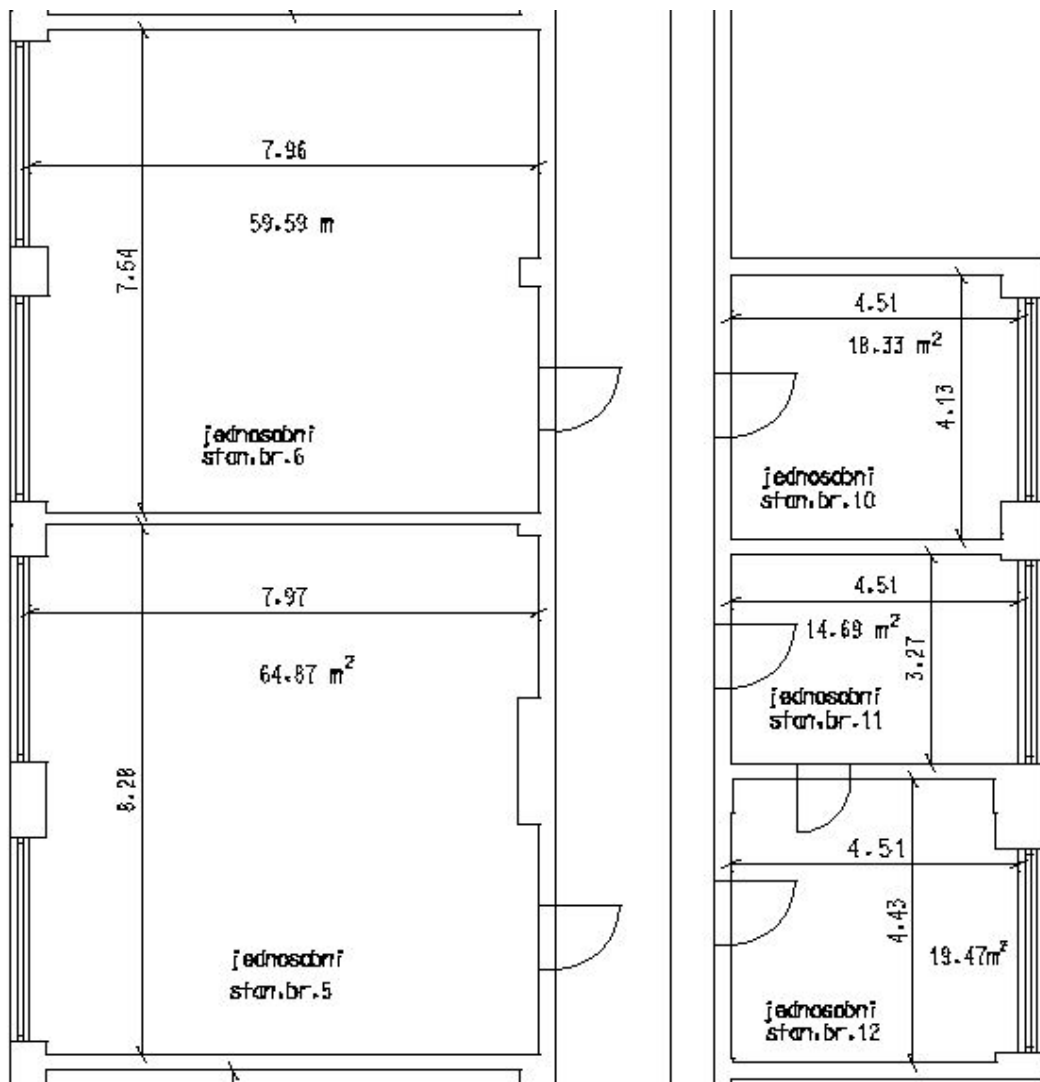
Slika 5.4.3 Tlocrt prvog kata sa ucrtanim dimenzijama i površinom

Korištenjem na ovaj način definiranih 2D prikaza, uz ostale podatke elaborata dobiti ćemo plan posebnih dijelova nekretnine koji je moguće provesti u zemljišnoj knjizi. Zgrada i njezini dijelovi koji su na taj pravno valjani način evidentirani, zahvaljujući i korektno izrađenim 2D prikazima, moći će biti objekti upravljanja i ispravno korišteni u razne svrhe. Slika 5.4.4 prikazuje tlocrte računaonica 112, 113 i 114 koje se nalaze na južnom krilu prvog kata.

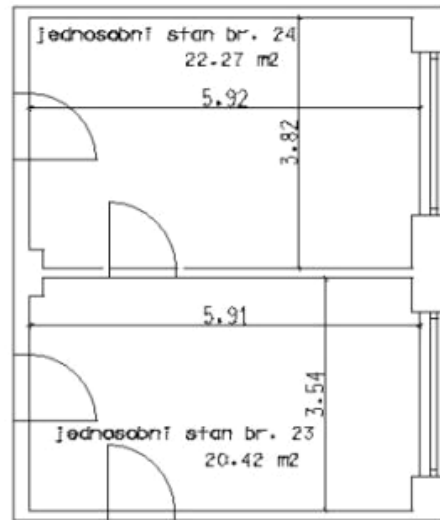


Slika 5.4.4 Tlocrt južnog krila prvog kata

Slika 5.4.5 prikazuje urede profesora i asistenata sa usmjerenja IGUPI zajedno sa učionicama 115 i 116. Slika 5.4.6 prikazuje urede koji se nalaze u hodniku visokog prizemlja.



Slika 5.4.5 Uredi i učionice na prvom katu



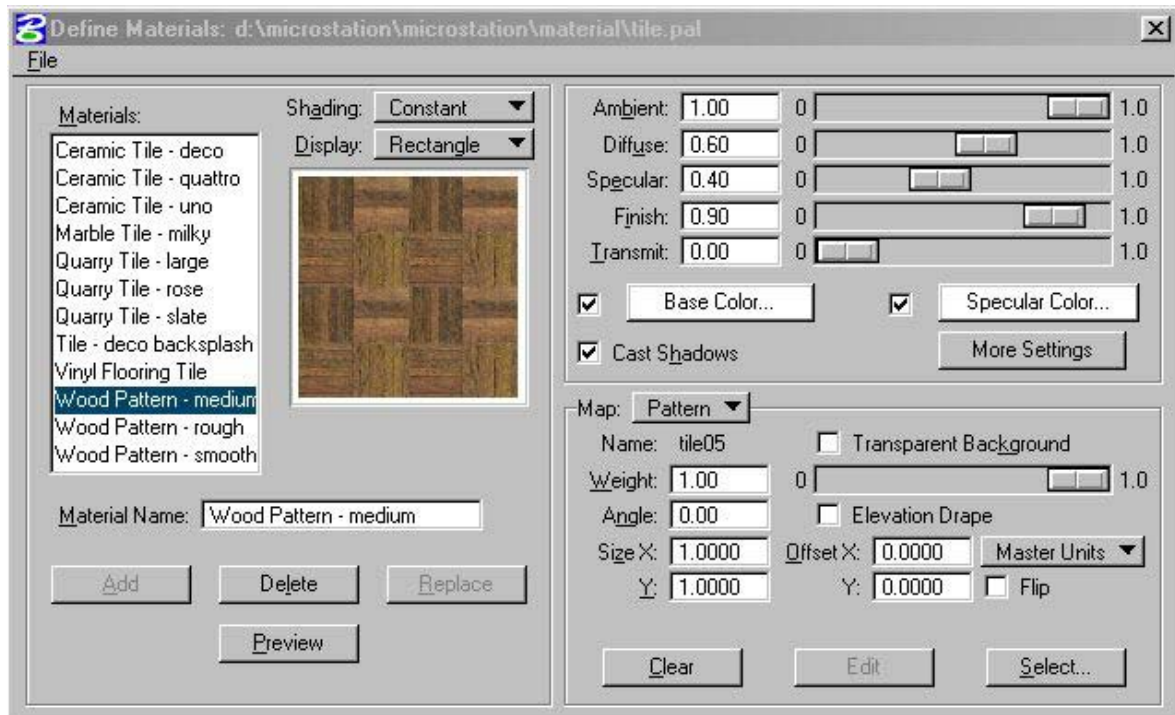
Slika 5.4.6 Uredi u hodniku visokog prizemlja

5.4.2. Virtualni prikaz modela pomoću VRML-a

VRML je računalni jezik za opis virtualne stvarnosti. Njegova upotreba omogućuje nam sagledavanje modeliranog objekta iz raznih pozicija, prolazak kroz objekt te još razne druge multimedijalne mogućnosti. Osnovna značajka VRML-a je da može biti prikazan na Web-u upotrebom posebnih preglednika za manipuliranje i prikaz VRML svjetova ili nadogradnjom (plug-in) već postojećih Internet preglednika.

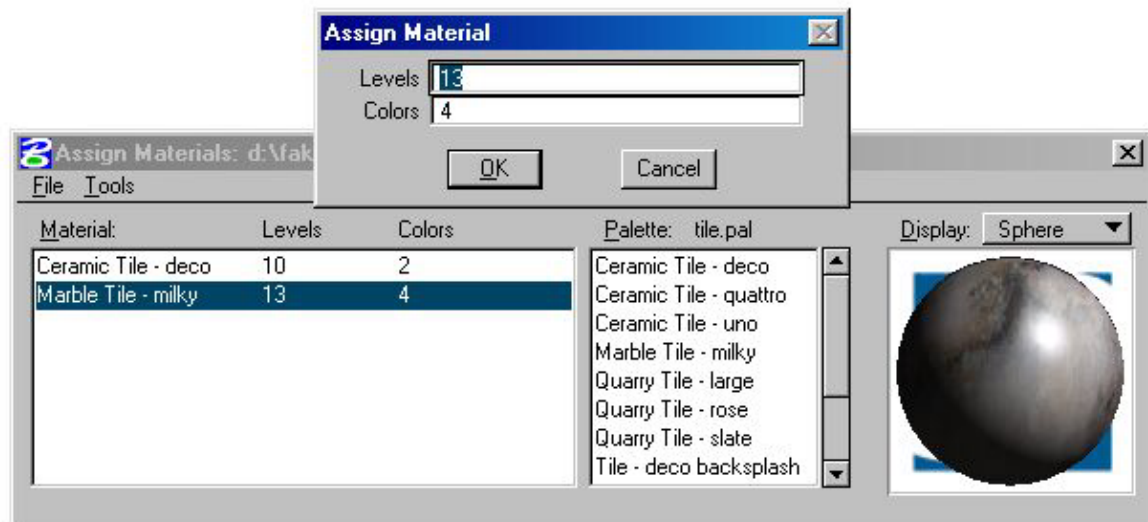
Kao podrška upravljanju izrađen je VRML prikaz zgrade fakulteta. Za početak bilo je potrebno odrediti teksture koje će biti dodijeljene na 3D model te ga na taj način učiniti još sličnijim stvarnom objektu. Teksture su dijelom preuzete od radova studenata, a dijelom same izrađene pomoću fotografija snimljenih digitalnim fotoaparatom. Teksture je trebalo obraditi u nekom grafičkom programu. U tu svrhu korišten je grafički program za obradu slika *Adobe PhotoShop 4*.

MicroStation nudi mogućnost kreiranja vlastitih paleta u kojima bi bile sadržane sve teksture koje se odnose na određeni model ili otvaranje već definiranih MicroStation-ovih paleta. Uz paletu *faks.pal*, kreirana je i nova paleta, *palette.pal* u kojoj su sadržane teksture korištene za prikaz virtualne stvarnosti. Unutar izbornika *Settings* odabirom opcije *Rendering* pa *Define Materials* otvara se istoimeni prozor (Slika 5.4.7) u kojem je moguće definirati vlastitu paletu ili izabrati već neku postojeću. Unutar prozora nude se razne opcije (*Size*, *Angle*, *Weight* i sl.) pomoću kojih je određenu teksturu moguće uspješno prilagoditi nekoj plohi.



Slika 5.4.7 Prozor za definiranje tekstura

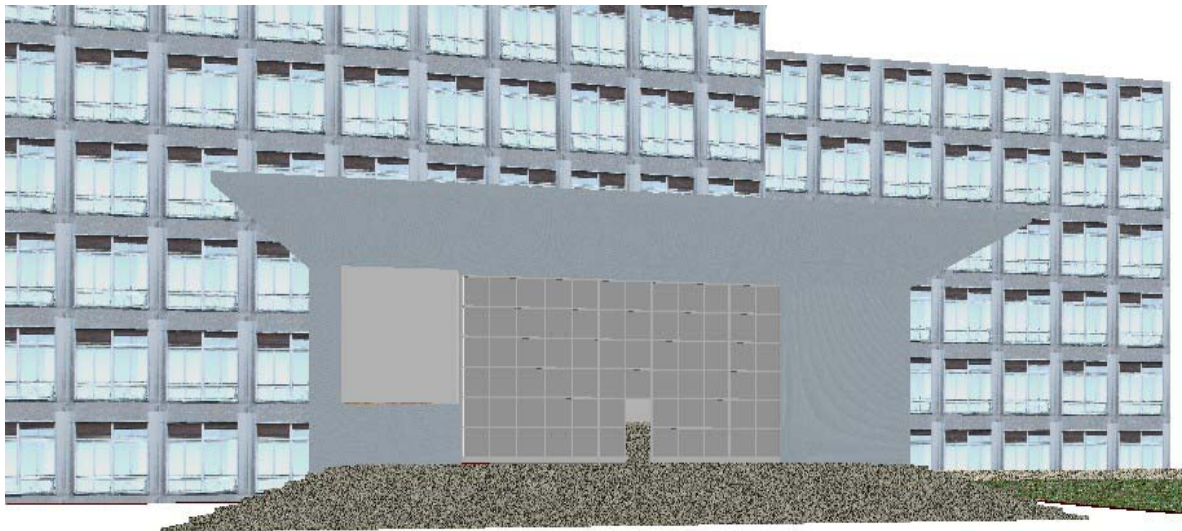
Kada su definirane teksture unutar paleta krenulo se u dodjeljivanje tekstura modeliranim podacima. Opet unutar izbornika Settings, odabirom opcije Rendering pa Assign Materials otvara se istoimeni prozor (Slika 5.4.8) unutar kojega se učitavanjem ranije definiranih paleta, učitavaju i teksture unutar modela. Za svaku teksturu definira se sloj (*level*) i boja kako bi tekstura bila dodijeljena upravo tamo gdje smo željeli.



Slika 5.4.8 Prozor Assign Materials

Kada su sve teksture dodijeljene, spremaju se u posebnu datoteku *Material Table* identičnog naziva kao i izrađeni model, ali sa ekstenzijom *.mat*. Na taj način omogućeno je kod svakog pozivanja modela, otvaranjem ove datoteke, izbjeći ponovno definiranje tekstura.

Nakon što je model izrađen, a teksture dodijeljene, napravljeno je nekoliko različitih pogleda pomoću kojih će nam kasnije biti olakšano kretanje i manipuliranje VRML modelom. Unutar izbornika *Utilities* pod opcijom *Saved Views* spremaju se ranije definirani pogledi (views) koji su izrađeni korištenjem kamere kod alata za 3D pogled, *3D View Control*. Ovako se postiže brzina i lakše dolaženje do određenih detalja za koje mislimo da bi nas mogli interesirati više od drugih. Slika 5.4.9 prikazuje pogled prema ulazu u zgradu izrađen uz pomoć VRML-a.



Slika 5.4.9 VRML prikaz ulaza u zgradu fakulteta

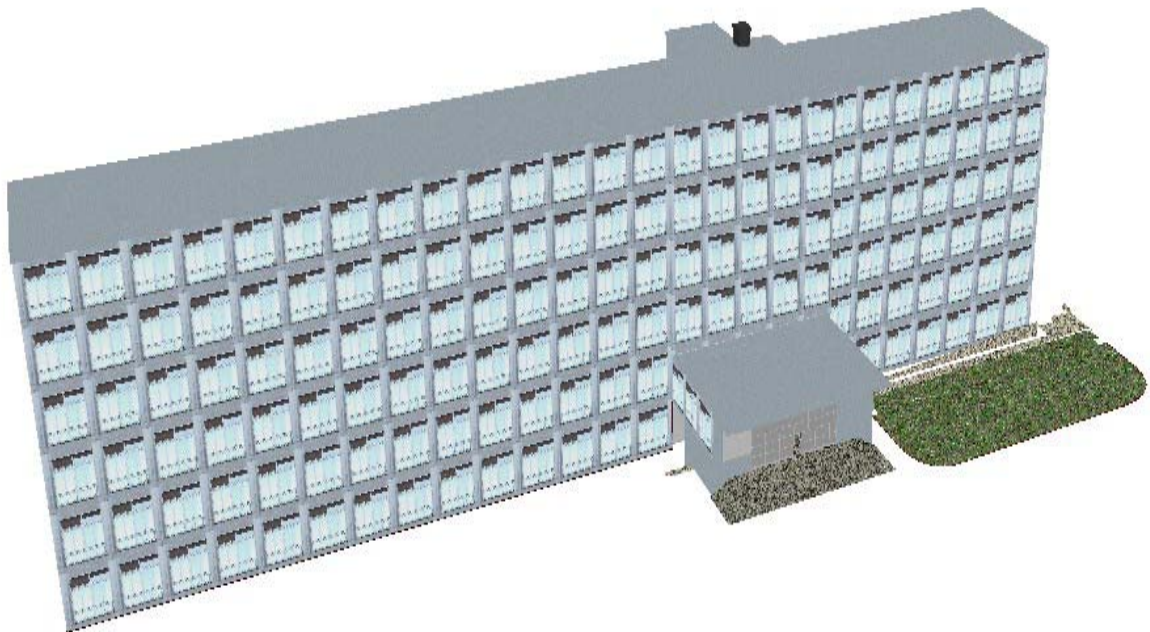
Radi boljeg pregleda i izbjegavanja tamnih površina koje se slabo vide, MicroStation omogućuje i opcije definiranja svjetla na model. Možemo izabrati globalno svjetlo (Global Lighting) ili neko svjetlo iz izvora (Source Lighting) unutar izbornika *Settings* i opcije *Rendering*.

Kada je model ovako definiran, eksportiran je iz dgn. datoteke u wrf. datoteku. Ta datoteka se učitava u VRML preglednik i na taj način se omogućuje virtualni prikaz izrađenog modela.

Potrebno je unutar izbornika *File*, odabrati opciju *Export* a zatim *VRML World*. Otvara nam se istoimeni prozor unutar kojega se odabiranjem određenih opcija dgn. datoteka eksportira u wrf. Prije toga potrebno je spremiti model u posebnu datoteku unutar kojeg model treba prebaciti na neke lokalne koordinate, kako bi se izbjegli problemi koji mogu nastati pri eksportiranju modela postavljenog u GK koordinatama.

Slika 5.4.10 pokazuje gotov VRML prikaz zgrade AGG fakulteta. Ovakav prikaz poslužiti će kao vizualna podrška kod sustava za upravljanje. Na ovaj način možemo jednostavno na svome računalu bilo kod kuće, na poslu ili drugdje, pregledati zgradu i modelirani dio Geodetskog fakulteta.

Takav prikaz pomoći će nam da odluke koje donosimo budu brze te da i uz podatke sadržane u nekoj bazi, možemo uspješnije odlučivati kod donošenja bilo kakvih odluka vezanih uz model.



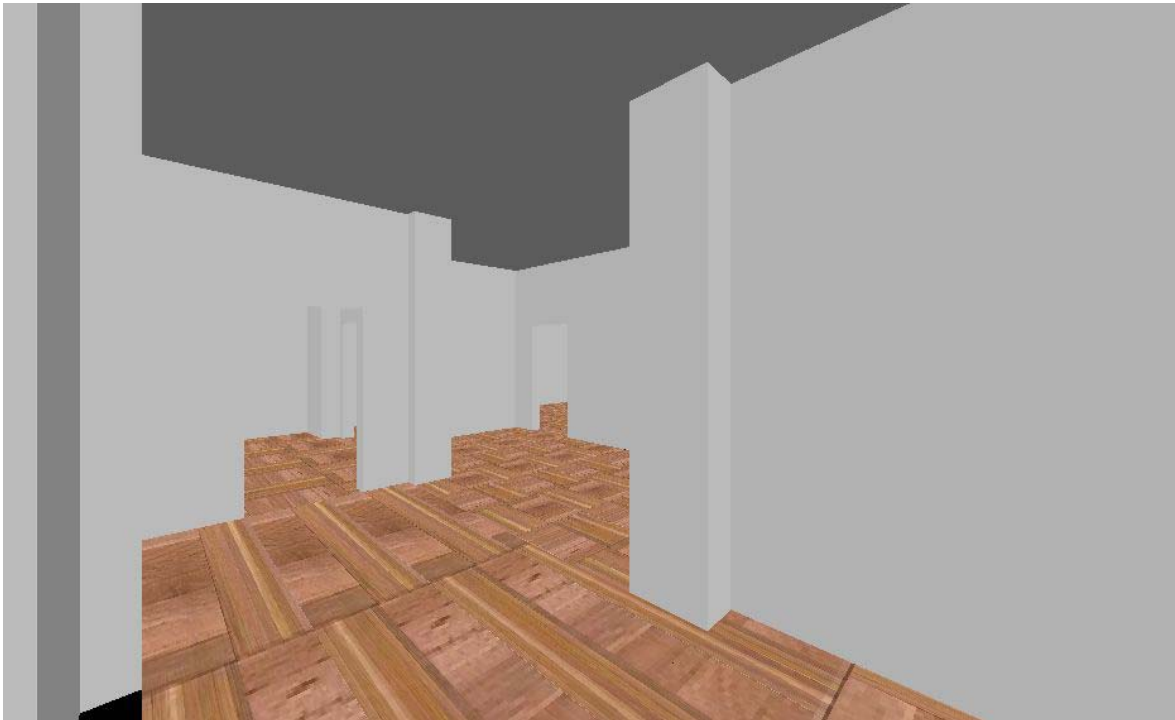
Slika 5.4.10 Gotov VRML prikaz zgrade fakulteta

Slika 5.4.11 prikazuje stepenice koje vode sa prvog kata Geodetskog fakulteta u visoko prizemlje i knjižnicu.



Slika 5.4.11 Stepenice sa prvog kata Geodetskog fakulteta

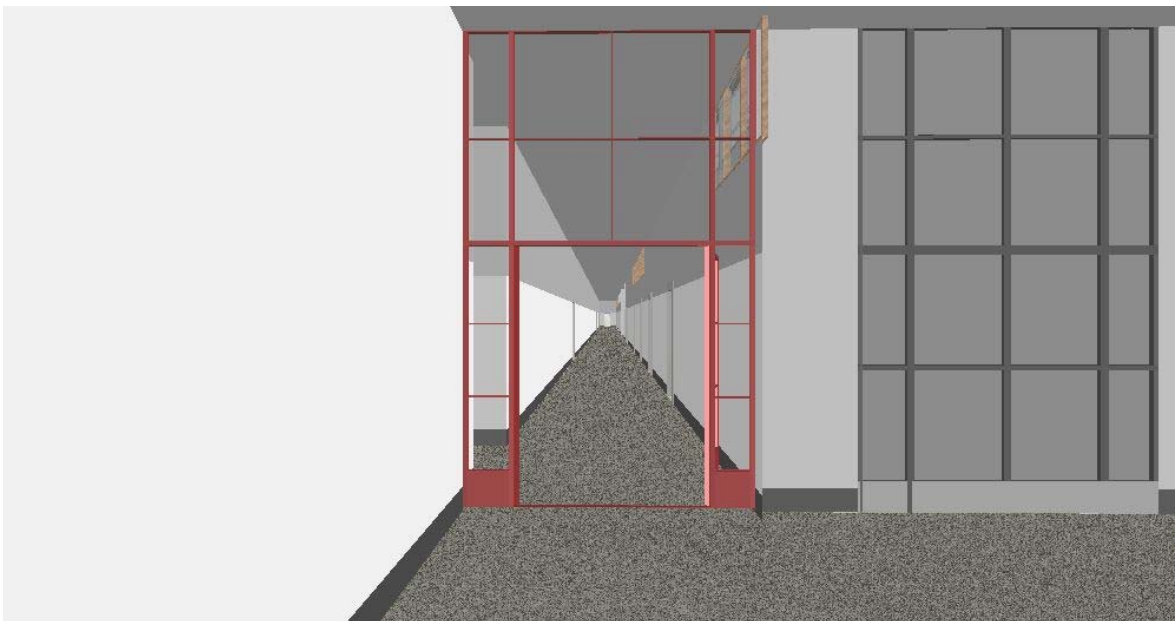
Slika 5.4.12 daje prikaz južnog krila hodnika niskog prizemlja u kojemu se nalaze uredi i računaonica Geodetskog fakulteta. Slika 5.4.13 prikazuje glavno stubište zgrade penjući se iz visokog prizemlja na prvi kat. Slika 5.4.14 prikazuje ulaz u hodnik Geodetskog fakulteta sa glavnog stubišta zgrade. Također pokazuje i ulaz u referadu Geodetskog fakulteta.



Slika 5.4.12 Južno krilo hodnika u niskom prizemlju



Slika 5.4.13 Glavno stubište zgrade



Slika 5.4.14 Ulaz u hodnik Geodetskog fakulteta na prvom katu i referada

Slika prikazuje računaonicu 114 u kojoj su rađene vježbe iz predmeta Podrška upravljanju prostorom.



Slika 5.4.15 Računaonica 114

5.5. Sadržaj priloženog medija

Na priloženom mediju pohranjeni su podaci korišteni pri izradi diplomskog rada i svi postignuti rezultati. Logički su organizirani prema smislu (Tablica 5).

Tablica 5 Sadržaj priloženog medija

RB.	Mapa/ Datoteka	Sadržaj
1	2	3
1.	Diplomski.doc	Tekst diplomskog rada.
2.	3d-model(arhiva).doc	Struktura slojeva u datoteci 3d-model(arhiva).dgn.
3.	vrml/vrml.wrl	VRML prikaz izrađenog modela.
4.	Materijali/*.jpg	Fotografije i teksture korištene za VRML prikaz.
5.	dwg/*.dwg	Preuzeti podaci.
6.	dgn/*.dgn	Preuzeti podaci i 3D model zgrade.

6. Zaključak

Razvoj računalne tehnologije znatno je utjecao na promjene u oblikovanju rada i radnog procesa. Razvitkom novih alata CAD i DBMS te njihovim povezivanjem omogućena je izrada posebnih sustava za upravljanje prostorom koji će kvalitetnim korištenjem od strane korisnika takvog sustava, omogućiti poboljšanja na raznim područjima ljudske djelatnosti.

Podrška upravljanju prostorom moguća je sagledavanjem stvarnog stanja objekta ili područja kojim se upravlja. Danas se sve češće kod ovakvih sustava žele uključiti 3D modeli koji nam omogućuju realan prikaz bez odlaska na modelirani objekt ili područje. Mogućnost izrade različitih prikaza nastalih iz 3D modela daje nam priliku za njihovo korištenje kao vizualne podrške kod upravljanja za razna područja. Na taj način postizemo novu razinu kod upravljanja jer prostornim podacima koji su ranije bili prikazani tekstualno nekim od DBMS sustava ili vizualno CAD alatima, njihovim povezivanjem, dajemo novu dimenziju.

Korištene i opisane tehnologije u ovom diplomskom radu dobre su za izradu 2D i 3D vizualizacija, ali praktički bez ikakvih prostornih analitičkih mogućnosti. 3D GIS sustava na tržištu gotovo da i nema, ali korištenje relativno nove SDBMS tehnologije koja omogućuje rad s prostornim podacima, moglo bi sve promijeniti.

Novčana ulaganja koja se koriste u hrvatskim tvrtkama za nabavku računalnih programa i hardvera još se uvijek kreću u relativno velikom postotku u odnosu na ulaganja u edukaciju, osposobljavanje stručnih kadrova i naknade za njihov rad. Malo većim izdvajanjem sredstava i ulaganjem u edukaciju djelatnika, dobiti ćemo mogućnost implementacije i korištenja ovakvih sustava koji će nam unaprijediti i podići poslovanje na višu razinu.

Literatura:

Bentley Systems (1997): MicroStation SE User's Guide.

Klaić, B., (1984): Rječnik stranih riječi, Nakladni zavod Matice Hrvatske, Zagreb.

Macarol, S. (1985): Praktična geodezija, Tehnička knjiga, Zagreb.

Mastelić Ivić, S., Angst J. (1997): Gospodarenje površinama i objektima pomoću Faciltiy Managmenta, Zbornik radova Prvog Hrvatskog kongresa o katastru, Hrvatsko geodetsko društvo, urednici Roić/Kapović, str. 179-186, Zagreb.

Matijević H, (2003): Uvod u 3d modeliranje, skripta, Geodetski fakultet, Zagreb.

Narodne novine (1991): Pravilnik o ustrojavanju i vođenju knjige položenih ugovora, 42.

Narodne novine (1973): Zakon o vlasništvu nad posebnim dijelovima zgrada, 52.

Narodne novine (1996): Zakon o zemljišnoj knjizi, 91.

Narodne novine (1996): Zakon o vlasništvu i drugim stvarnim pravima, 91.

Narodne novine (1999): Zakon o državnoj izmjeri i katastru nekretnina, 128.

Pribičević, B., Medak, D. (2003): Geodezija u građevinarstvu, Građevinski fakultet, Rijeka

Roić, M., Matijević H. (1997): Računalom podržano upravljanje prostorom, Zbornik radova Prvog Hrvatskog kongresa o katastru, Hrvatsko geodetsko društvo, urednici Roić/Kapović, str. 169-178, Zagreb.

Roić, M., Mastelić Ivić, S., Matijević, H. (2001): Moderni pogonski katastri – "As built", Zbornik radova Drugog Hrvatskog kongresa o katastru, Hrvatsko geodetsko društvo, urednici Roić/Kapović, str. 161-170, Zagreb.

Roić, M., (2002): Podrška upravljanju prostorom, skripta, Geodetski fakultet, Zagreb.

Rožić, N. (1996): Geoinformatika III, skripta, Geodetski fakultet, Zagreb.

Vojnović, I., Mačković, V. (2003): Katastarski etažni nacrti, Izvješća o znanstveno – stručnim projektima iz 2001. godine, Državna geodetska uprava, urednik, Landek, str. 79-90, Zagreb.

POPIS URL-ova:

URL 1 <http://www.fmlink.com>

URL 2 <http://www.vrml.org>



URL 3 <http://www.bentley.com>

ŽIVOTOPIS

EUROPEAN
CURRICULUM VITAE
FORMAT



OSOBNE OBAVIJESTI

Ime	MEDAN , Ratko
Adresa	Trščanska, 14, 10000, Zagreb, Hrvatska
Telefon	
Faks	
E-pošta	rmedan@geodet.geof.hr
Državljanstvo	Hrvatsko
Datum rođenja	16. prosinac 1978.

RADNO ISKUSTVO

- Datum (od – do)
- Naziv i sjedište tvrtke zaposlenja
 - Vrsta posla ili područje
- Zanimanje i položaj koji obnaša
- Osnovne aktivnosti i odgovornosti

ŠKOLOVANJE I IZOBRAZBA

- | | |
|---|------------------------------------|
| • Datum (od – do) | 1993.-1997. |
| • Naziv i vrsta obrazovne ustanove | Geodetska tehnička škola u Zagrebu |
| • Osnovni predmet /zanimanje | Geodetski tehničar |
| • Naslov postignut obrazovanjem | Geodetski tehničar |
| • Stupanj nacionalne kvalifikacije
(ako postoji) | 4. stupanj |

OSOBNJE VJEŠTINE I SPOSOBNOSTI

Stečene radom/životom, karijerom, a koje nisu potkrijepljene potvrdama i diplomama.

MATERINSKI JEZIK

Hrvatski

DRUGI JEZICI

ENGLESKI

dobro

osnovno

dobro

- sposobnost čitanja
- sposobnost pisanja
- sposobnost usmenog izražavanja

SOCIJALNE VJEŠTINE I
SPOSOBNOSTI

Življenje i rad s drugim ljudima u višekulturnim okolinama gdje je značajna komunikacija, gdje je timski rad osnova (npr. u kulturnim ili sportskim aktivnostima).

Dugogodišnji rad na kampovima za mlade i tinejdere kao voditelj grupa i voditelj sportske sekcije.

ORGANIZACIJSKE VJEŠTINE I
SPOSOBNOSTI

Npr. koordinacija i upravljanje osobljem, projektima, financijama; na poslu, u dragovoljnom radu (npr. u kulturi i sportu) i kod kuće, itd.

Voditelj košarkaške ekipe na Geodetskom fakultetu u trajanju od dvije (2) godine.

TEHNIČKE VJEŠTINE I
SPOSOBNOSTI

S računalima, posebnim vrstama opreme, strojeva, itd.

Microsoft Office, AutoCad, MicroStation, vještine su stečene na fakultetu.

UMJETNIČKE VJEŠTINE I
SPOSOBNOSTI

Glazba, pisanje, dizajn, itd.

DRUGE VJEŠTINE I SPOSOBNOSTI

Sposobnosti koje nisu gore navedene.

VOZAČKA DOZVOLA

DA

DODATNE OBAVIJESTI

DODATCI