

## CONTROL OF PROCESS OF BUILDING GEOMETRY DESIGN

L. Čiupaila & R. Žiūrienė

To cite this article: L. Čiupaila & R. Žiūrienė (2001) CONTROL OF PROCESS OF BUILDING GEOMETRY DESIGN, *Statyba*, 7:3, 184-190, DOI: [10.1080/13921525.2001.10531722](https://doi.org/10.1080/13921525.2001.10531722)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.2001.10531722>



Published online: 30 Jul 2012.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 60

---

## PASTATŲ GEOMETRIJOS PROJEKTAVIMO PROCESO VALDYMAS

L. Čiupaila, R. Žiūrienė

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas*

### 1. Įvadas

Tiriant pagrindinių šalies architektūrinio projektavimo firmų projektavimo techniką bei technologiją [1] nustatyta, kad kompiuteriai naudojami neįvertinant kompiuterinių technologijų galimybių. Visi projektuojami objektai nepriklausomai nuo jų paskirties apimties ir sudėtingumo kuriami toje pačioje aplinkoje, naudojant tuos pačius įrankius. Universali, viskam tinkanti aplinka, yra griozdiška, nes vienu metu sukaupia per daug įrankių, kurie konkrečiu atveju nereikalingi, trukdo dirbti. Įrankių gausa sunkiai valdoma. Be to, dažniausiai neįvertinamas skaitmeninis informacijos perdavimo būdas, kuris suteikia naujų galimybių tiek informacijos analizės, tiek kokybiškai naujų projektavimo technologijų diegimo prasme.

Kol kas neįvertinama, kad kompiuterio programa yra iš esmės naujo tipo įrankis [2] ir priemonė, kuri leidžia dešimteriopai padidinti žmogaus ne tik fizines, bet ir intelektualines galimybes. Viena iš kompiuterizavimo ypatybių yra ta, kad šis procesas nuolat kinta, tobulėja, todėl eiliniam vartotojui jau nebereikia ir net neįmanoma pradėti nuo nulio. Tai, kas vieną kartą gerai padaryta (bazinės sistemos, atspindinčios ir realizuojančios dalyko esmę, o ne firmų užmačias) tampa, gali ir turti tapti kitų darbų bei studijų pagrindu. Tiesa, kompiuteriniai metodai pasižymi ne vien tik didelėmis galimybėmis, bet ir valdymo sudėtingumu, jiems įsivairinti reikia laiko ir pastangų, taigi naujų technologijų įvaldymo problema dar vis laukia sprendimo ir, žinoma, nereikėtų mažinti šiuolaikinių grafinių sistemų studijoms skirto valandų skaičiaus, nes tuomet daugiau prarandama, negu sutaupoma (deja, taip daroma VGTU).

Statybos inžinerijoje apie 70%–90% informacijos pateikiama grafiniu būdu [3]. Pagal galiojančias nuostatas projekto grafikui suformuoti ir valdyti projekta-

vimo stadijoje reikia daugiau kaip 70% laiko. Projekto skaičiuojamosios dalies atlikimas taip pat kito kompiuterinėse technologijose. Paradoksalu, kad daugiausia laiko užima paprasčiausi darbai (duomenų paruošimas ir įvedimas), o sudėtingi skaičiavimai atliekami labai greitai. Turint šiuolaikinį kompiuterį su modernia programine įranga, situacija keičiasi iš esmės, pvz., brėžinius galima nubraižyti dešimteriopai sparčiau negu tradiciniais būdais. Ypač efektyvus darbas integruotai valdant duomenis, taip išvengiant rankinio duomenų paruošimo bei perdavimo, skaitmeninę informaciją apdorojant intelektualinėmis priemonėmis.

Šiuolaikinėmis kompiuterinėmis grafinėmis sistemomis galima automatiškai sudaryti brėžinius pagal erdvinis modelius ir atvirkščiai. Vizualaus trimačio modeliavimo galimybės yra milžiniškos, nors tam reikia nemažų vartotojo pastangų, tačiau realiame gyvenime, kol gamybos procese tiesiogiai dalyvauja žmogus, vienu atveju geriausia naudoti brėžinius, kitu – erdvinis modelius. Antra vertus, šiuo metu dar nėra erdvinio projektavimo tradicijų, kadangi kompiuteriniai metodai praktikoje tik pradedami taikyti ir metodiniai apibendrinimai praktiškai neskelbiami, nes tai kol kas yra komercijos dalykas. Nors erdvinų objektų naudojimas vizualizavimo procesą tarsi priartina prie tikrovės, kai iš elementų galima sumontuoti vaizdą arba modelį, darbas dvimačiame ekrane kelia daug problemų.

### 2. Tyrimų tikslas

Šiuolaikiniai statybos projektavimo metodai, kurie remiasi kompiuterinio projektavimo technologijomis, ne tik padeda projektuotojams, bet ir kelia daug įvairių klausimų, jei tikimasi maksimaliai pasinaudoti kompiuterių galimybėmis. Kai kurie projektavimo etapai (brėžinių sudarymas, sąmatų skaičiavimai, mechanizmų bei



ryšius. Tai geometrinio modeliavimo (blokas A), normatyvinės bei kataloginės informacijos valdymo (blokas D), projektavimo dokumentų gavimo (procesas B), archyvų sudarymo ir panaudojimo valdymo (procesai C ir E) intelektiniai posistemiai.

### 3.2. Darbo kompiuteriu problemos

Nuo darbo pieštuku pereinant prie projektavimo kompiuteriu susiduriama su technologinėmis ir kitokio pobūdžio problemomis. Kadangi kompiuteris yra kokybiškai nauja darbo priemonė, naudotis juo reikėtų taikant atitinkamą technologiją. Tačiau, deja, galingas kompiuteris dažniausiai naudojamas tik kaip elektroninis kulmanas.

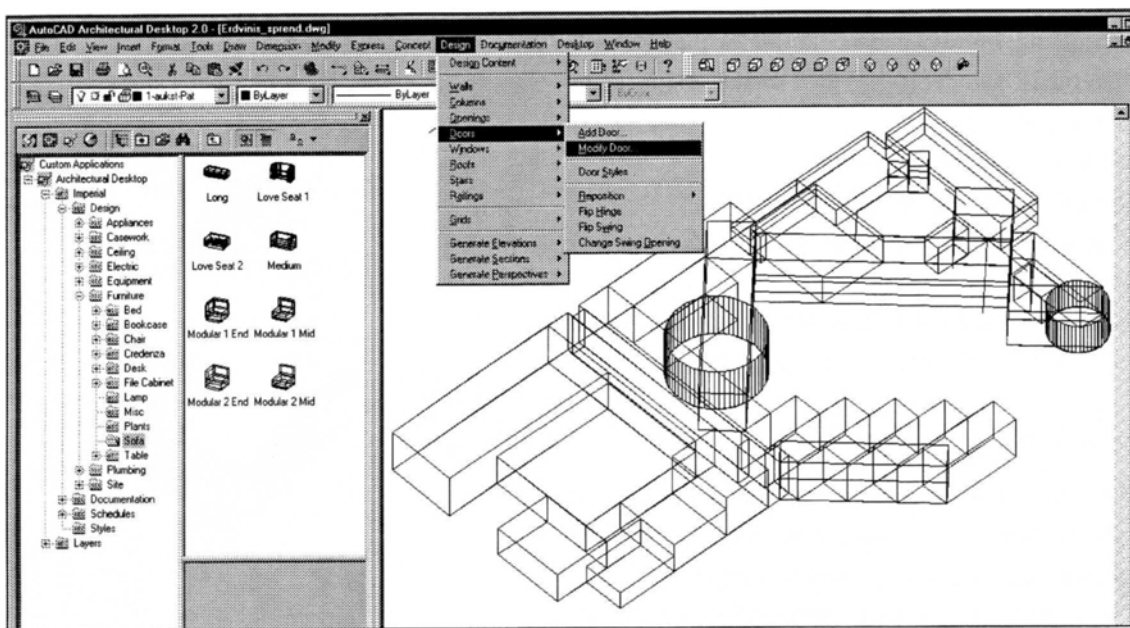
Atlikus vietovės analizę, nagrinėjama projektavimo užduotis, braižomi pirminiai objekto eskizai. Dažniausiai jie piešiami popieriuje ranka, nes naudojant dabartines programas (*AutoCAD*, *MicroStation* ir kt. [8–10]) erdviųjų kūnų valdymas yra sudėtingas ir nelankstus, nors eskizų stadijoje tai turėtų būti atliekama itin lengvai. Yra sistemų (*Nemetschek D-Board* [11]), kurios tarytum palengvina eskizavimo procesą – leidžia „pieštuku“ piešti ant ekrano, tačiau tokios sistemos iš esmės nieko neduoda, kadangi jomis negalima sukurti erdvinio modelio, kurį vėliau galima būtų konvertuoti į darbinį trimatį modelį.

Nupiešus pirminius eskizus, pradedama braižyti kompiuteriye. Dažniausiai dirbama pieštukine technologija, braižomi planai, pjūviai, fasadai, mazgai – visa tai tik 2D objekto projekcijos, kurios tarpusavyje nesusietos automatiniais ryšiais. Darbinis trimatis modelis nekuriamas, papildoma informacija (specifikacijos) irgi neturi automatinės sąsajos su braižomomis projekcijomis, todėl projektuojant su kiekvienu žingsniu korekcijos tampa vis labiau komplikotos ir kartu didėja klaidų tikimybė.

Nesukūrus erdvinio modelio, turinčio ryšį su duomenų bazėmis, neįmanomas automatizuotas daugelio operacijų, makrokomandų vykdymas (kiekybiniai, ekonominiai, stiprumo skaičiavimai).

Paprastai skirtingiems objektams – gyvenamajam namui, ligoninei ar garažui projektuoti naudojama ta pati darbo aplinka, tie patys įrankiai, tie patys elementų katalogai. Todėl susikaupia daug įrankių, kurie perkrauna darbinį lauką (3 pav.).

Įrankių gausa sunkiai valdoma. Naudojantis katalogais dažnai iškyla dilema – mažame kataloge surasti reikiamą elementą galima greičiau, tačiau ne visada galima rasti pageidaujamą elementą, o naudojantis dideliais katalogais, reikia patikrinti daug tuo metu galbūt nereikalingos informacijos. Didesnę dalį tokio darbo galima būtų pavesti kompiuteriui.



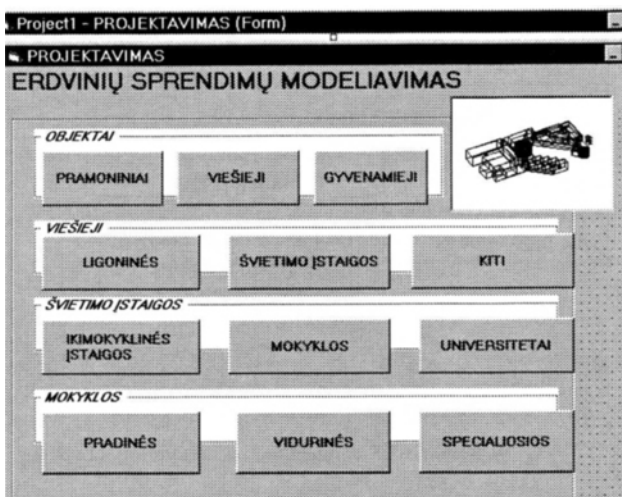
3 pav. Bazinės sistemos darbinis laukas

Fig 3. An interface of basic system

Visų tipų objektai, neskaitant kelių išimčių, yra projektuojami jau ne pirmą kartą ir vis naujoms sąlygoms, tačiau daugeliu atvejų iš esmės jie nedaug skiriasi nuo anksčiau sukurtų. Anksčiau sukurti analogiški objektai surandami ir panaudojami sprendžiant 2 pav. D uždavinį.

### 3.3. Galimi valdymo sprendimo būdai

Projektavimo procesui labai svarbu numatomo projektuoti objekto tipas. Dažniausiai jau yra žinoma statinio paskirtis, planuojamos išlaidos. Esminis skirtumas tarp dabar naudojamų ir siūlomos architekto darbo aplinkos – tai automatiškai susiformuojanti darbo aplinka. Projektavimo aplinka priklauso nuo pasirinkto projektuojamo objekto. Šie objektai yra sugrupuojami pagal tipologiją (4 pav.). Tokios projektavimo eigos esmė ta, kad, išsirinkus projektuojamą objektą, automatiškai parinkama informacija ir įrankiai, kurie bus reikalingi tik šio objekto projektavimui.



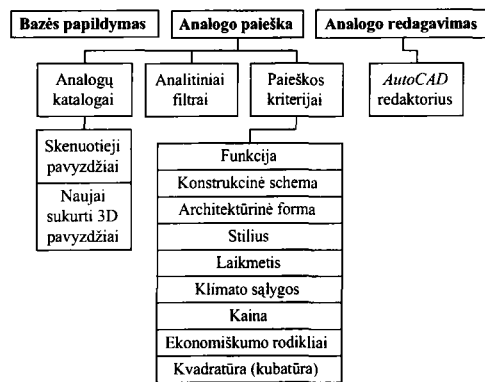
4 pav. Sistemos valdymas

Fig 4. System control

Pasirinkus objektą galimi du iš principo skirtingi projektavimo būdai: ieškoti tinkamiausio analogo ir jį redaguoti pagal naują situaciją arba kurti visiškai naują objektą.

Norint surasti tinkamiausią analogą, atliekama intelektinė analogo paieška (5 pav.).

Paieškos kriterijai gali būti įvairūs: kaina, klimato sąlygos, paskirtis, kvadratūra, stilius, konstrukcinė schema ir pan. Analogų katalogai gali būti trejopi – skenuotieji pavyzdžiai (tiems analogams, kurie buvo nu-



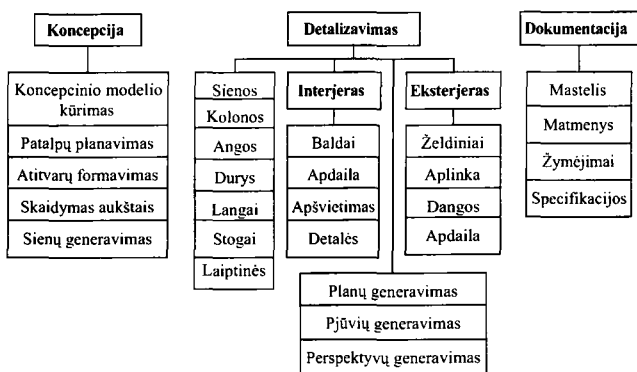
5 pav. Projektavimas pagal analogą

Fig 5. Design process based on analogue

braižyti popieriuje), 2D brėžiniai ir 3D brėžiniai. Išsirinktas analogas gali būti panaudotas nepakeistas. Jei reikia jį keisti, jis koreguojamas ir naujasis variantas grąžinamas atgal į katalogus kaip naujas analogo pavyzdys.

Kuriant naują objektą kaip bazinę sistemą galima naudoti *AutoCAD Architectural Desktop R2* (toliau – *ADT*) sistemą, nes ji valdo tūrinį parametrinį modelį ir todėl jos struktūroje yra prielaidų intelektiniam valdymui.

Kuriant koncepcinį modelį (6 pav.), objekto kompozicija formuojama iš pagrindinių geometrinių kūnų (gretasienis, cilindras, sfera, prizmė, kūgis) atliekant sudėties, atimties, sankirtos veiksmus. Kuriamas parametris modelis, kurio redagavimas yra gerokai paprastesnis nei kietojo kūno (*AutoCAD solid*). Suformuotas modelis toliau naudojamas patalpoms planuoti, atitvaroms ir aukštams formuoti. Planuojant patalpas kiekvienam pasirinktam objektui iš anksto kuriama patalpų biblio-



6 pav. Naujo objekto projektavimas

Fig 6. Design of an entirely new object

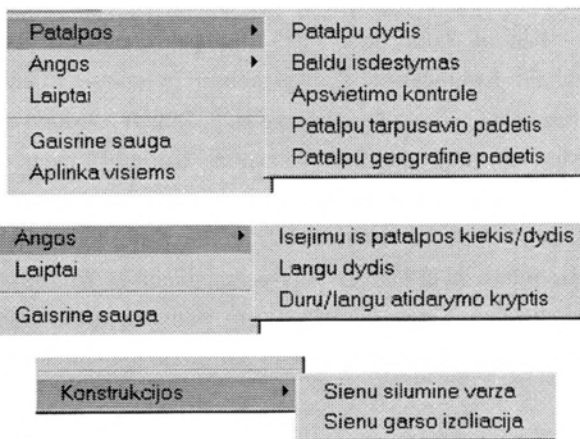
teka, kurioje nurodomos visos reikalingos patalpos, jų ploto intervalai.

Detalizavimo stadijoje iš visų elementų katalogu atrenkami tik reikalingi elementai konkrečiam objektui projektuoti.

### 3.4. Tūrinio modelio intelektinio projektavimo technologija, svarbiausios funkcijos ir schemas

Daug laiko ir jėgų reikia suderinti projektą su įvairiomis tarnybomis, tokiomis kaip Priešgaisrinis departamentas, Higienos inspekcija, įvertinti, ar jis atitinka neįgaliųjų poreikius ir pan. Jis koreguojamas tol, kol įvykdomos sąlygos, nurodytos projektavimo užduotyje, normose bei standartuose. Daugumos sudėtingų koregavimų galima būtų išvengti, įvertinus projektams keliamus reikalavimus projektavimo metu.

Ši problema aktualiausia projektuojant griežtai reglamentuotus didelius viešuosius pastatus (mokyklas, ligonines ir pan.). Nėra paprasta suprojektuoti viešąjį objektą taip, kad jis atitiktų visus reikalavimus. Tenka daugybę kartų tikrinti patalpų plotus, jų konfiguraciją, plotų tarpusavio santyki.



7 pav. Kontrolės įrankiai

Fig 7. Tools of control

Pasirinkus projektuojamą objektą (šiuo atveju mokyklą) detaliame meniu šalia kitų komandų pateikiamos funkcijos (7 pav.), galinčios pagal tam tikras sąlygas analizuoti reikiamus duomenis ir pateikti atsakymus. Sąlygos kuriamos remiantis normomis ir standartais kiekvienam objektui atskirai. Jos galėtų būti įvairiausios, pvz., patikrinti, ar kiekvienos patalpos plotas  $S$  neviršija nustatytų intervalų:

$$S_{Min} \leq S \leq S_{Max},$$

arba suskaičiuoti bendrą rekreacinės zonos plotą, skirtą pradinėms klasių mokiniams  $BRPS$ , patikrinti, ar jis pakankamas numatomam mokinių skaičiui:

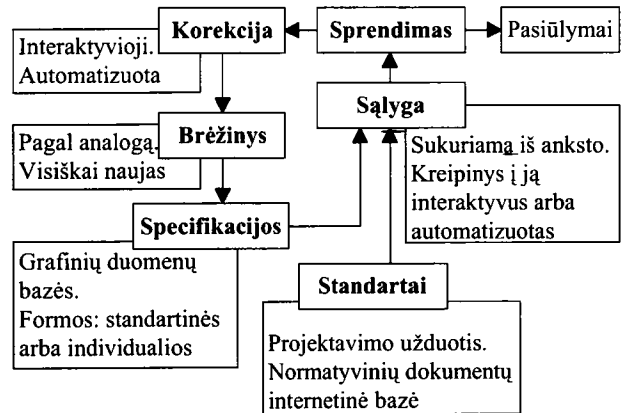
$$BRPS \geq 0,05 \text{ m}^2/1 \text{ mokiniui}$$

ir ar šių patalpų aukštis  $RPH$  ne mažesnis už nustatytą higienos normose  $RPH_{norm}$ :

$$RPH > RPH_{norm},$$

kur konkrečiu atveju  $RPH_{norm} = 3,25 \text{ m}$ .

Programa, patikrinus duomenis pagal vieną ar kitą sąlygą, priima sprendimą ir pateikia pasiūlymus arba grąžina juos atgal į brėžinį (8 pav.) ir išryškina koreguotinus elementus. Pasiūlymai priklausomai nuo užduoties gali būti įvairūs, pvz.,  $BRPS$  padidinti iki  $108 \text{ m}^2$ . Pakoregavus pažymėtų patalpų dydį, sąlygą galima tikrinti pakartotinai.



8 pav. Sąlygos tikrinimo ryšių schema

Fig 8. Scheme of connections of condition checking

Kadangi  $ADT$  operuoja parametriniu modeliu, galima sukurti funkcijas, kurios tikrintų ne tik plotų santykinę priklausomybę, bet ir kitus pastato bei jo dalių parametrus pvz., patalpos aukštį, langų angų plotą, tenkantį patalpos grindų plotui, visus laiptų parametrus (pakopos aukštį ir plotį, maršo ilgį, plotį), evakuacinių išėjimų (koridorių ir durų plotis) parametrus ir dar daugelį kitų. Žinant patalpų koordinates, galima patikrinti jų tarpusavio ryšius ir pastato funkcinę struktūrą. Programa, remdamasi ergonominiais reikalavimais, gali pasiūlyti optimalų baldų išdėstymą patalpoje (mokykliniai suolai klasėse) ir apskaičiuoti, kiek ir kokių baldų reikės visam objektui.

| Ideja                    | Projektavimas | Dok. | Projektavimas          | Dokumen | Dokumentacija            | Darbastalis |
|--------------------------|---------------|------|------------------------|---------|--------------------------|-------------|
| Turio formavimas         |               |      | Brezinio turinys       |         | Brezinio mastelis        |             |
| Turiniai elementai       |               |      | Sienos                 |         | Nutraukimo žymėjimas     |             |
| Turiu grupavimo įrankiai |               |      | Kolonos                |         | Detaliu žymėjimas        |             |
| Erdviu projektavimas     |               |      | Angos                  |         | Aukstu žymėjimas         |             |
| Rubos                    |               |      | Durys                  |         | Vedamasis                |             |
| Informacija apie erdves  |               |      | Langai                 |         | Ivairus                  |             |
| Supjaustyti aukštai      |               |      | Stogai                 |         | Peržiurejimo debesys     |             |
| Formuoti sienas          |               |      | Laiptai                |         | Pjūviu žymėjimai         |             |
|                          |               |      | Tureklei               |         | Pavadinimai              |             |
|                          |               |      | Tinklai                |         | Specifikacines etiketes  |             |
|                          |               |      | Formuoti aukstu planus |         | Specifikaciniai duomenys |             |
|                          |               |      | Formuoti pjūvius       |         | Specifikacines lenteles  |             |
|                          |               |      | Formuoti perspektyvas  |         |                          |             |

9 pav. Naujo objekto kūrimo įrankiai

Fig 9. Tools for design of an entirely new object

Projektavimo pradinėje stadijoje architektas susipažįsta ir išnagrinėja statybos aikštelę arba esamą situaciją. Šiuo etapu jam reikės surinkti ir įvertinti daugybę informacijos. Šiam etapui pagreitinti ir informacijos tikslumui pagerinti siūlomi įrankiai pateikti 9 pav. Pasirinkus objekto tipą ir išnagrinęjus vietovę kuriamas objekto koncepcinis modelis.

#### 4. Išvados

Išanalizavus šiuolaikines kompiuterinio projektavimo sistemas bei firmose taikomą projektavimo metodiką, nustatyta, kad racionaliai pasinaudoti kompiuterinėmis galimybėmis galima tik suformulavus intelektualius kompiuterinio projektavimo modelius, leidžiančius iš principo naujai traktuoti projektavimą. Šiuolaikiniai kompiuteriai gali atlikti ne tik elementarų vizualizavimą, bet ir automatizuotai pateikti bei valdyti įvairiausių duomenis, apimančius milžinišką medžiagų įvairovę, galimus (jau realizuotus) architektūrinius sprendimus, jų ekonominį įvertinimą, egzistuojančius apribojimus (techniniai reikalavimai) ir automatizuotai kaupti bei įvertinti patyrimą.

Svarbiausios darbo išvados:

1. Atlikus Lietuvos architektūrinių firmų kompiuterinio projektavimo metodikos analizę nustatyta, kad kompiuteriai projektuojant naudojami kaip braižymo įrankiai, atliekant operacijas tarsi pieštuku, kai vizualizuojamos atskiros linijos ar netgi taškai, o ne funkciniai objektai, kurių realizavimas tapo galimas tik kompiuterinėmis priemonėmis. Kompiuterinio projektavimo integracija panaudojama ne daugiau kaip vienam projektui rudimentiniu lygiu.

2. Iš dažniausiai naudojamų kompiuterinių projektavimo sistemų analizės seka, kad naudojamos universalios ir specialiosios sistemos, kurios skiriasi savo galimybėmis bei komercine kaina. Nepaisant jau esamų techninių bei programinių prielaidų, didžiausias laimėjimas yra integruotumo didinimas esant labai menkoms intelektualinėms galimybėms.

3. Remiantis analize ir sudarytais intelektualiais modeliais parengta pastatų erdvinio sprendimo vizualizavimo aplinka:

- aptartos svarbiausios erdvinio projektavimo aplinkos funkcijos ir sudaryti jų realizavimo algoritmai;
- sudaryta įrankių struktūros schema.

4. Naudojant pasiūlytus modelius ir algoritmus, sudaryti programiniai fragmentai, kurie buvo realizuoti sprendžiant pavyzdį. Ši medžiaga galėtų būti naudinga mokomajame procese bei projektuojant. Sudaryti pagrindinių operacijų algoritmai ir programiniai moduliai, leidžiantys taikyti modernias projektavimo technologijas, taip pat panaudoti ir tradiciniu būdu sukurtus projektus.

#### Literatūra

- R. Žiūrienė, L. Čiupaila. Automatizuoto projektavimo sistemų panaudojimo galimybės ir perspektyvos // Urbanistika ir architektūra, XXIII tomas, Nr. 3. Vilnius: Technika, 1999, p. 138–147.
- A. Дюозед. Компьютеры и образование: опыт Франции // Перспективы, 1988, № 4, с. 17–37.
- Л. А. Чюпайла. К вопросу о компьютерном черчении // Tarptautinės asociacijos BALGRAAF konferencijos „Inžinerinė ir kompiuterinė grafika“ pranešimų medžiaga. Vilnius: Technika, 1998, p. 56–60.
- L. Čiupaila. Grafiniai metodai projektavime // Statyba ir architektūra, Nr. 4, 1996, p. 29–30.
- L. Čiupaila, J. Tamkienė. Pagrindinių gelžbetoninių konstrukcijų brėžinių kompiuterinis modeliavimas // Konferencijos „Inžinerinė ir kompiuterinė braižyba“ pranešimų medžiaga. Kaunas: Technologija, 1997, p. 121–124.
- L. Čiupaila. TAIGRA-II taikomosios grafikos praktinių uždavinių sprendimas ESM // Konferencijos „Inžinerinė ir kompiuterinė braižyba“ pranešimų medžiaga. Kaunas: Technologija, 1997, p. 116–121.
- Г. С. Поспелов. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии. М.: Наука, 1988. 280 с.
- ArchiCAD побеждает в Бостоне // Компьютер-пресс, апрель / 97, с. 254–255.
- А. Россоловский. 3D Studio VIZ. Впечатления от знакомства // Компьютер-пресс, август / 97, с. 276–278.

10. С. Грачёв, Н. Султанов, А. Фохт-Бабушкин, А. Крылов. MicroStation TriForma – опыт практического использования в среде MicroStation 95 // САПР и графика, февраль / 98, с. 42–46.
11. Новая эра в рисовании. Программные решения фирмы Nemetschek // САПР и графика, апрель/ 2000, с. 50–53.

Įteikta 2001 02 05

## CONTROL OF PROCESS OF BUILDING GEOMETRY DESIGN

L. Čiupaila, R. Žiūrienė

### Summary

Methods of the modern building design do not only help designers in their work, but also raise a number of different questions, especially in the cases of using maximum computer possibilities. One of the possible ways is to create a model of the interface of a workstation, which would have the following properties:

- The design process (design tools and information) has to be made automatically, depending on the type of the designed object.
- There should be a possibility to gain automatically one's experience and to use the existing information.
- The way of the automatic control of the digital information has to be evaluated, as well as the means of the maximum use of the automatic information control qualities should be estimated.

The controlling of the information becomes rational only by the use of intelligent systems (Fig 1). This investigation covers the problems related with a spatial modelling only (Fig 2). Basic systems could not be rational due to their general purpose (Fig 3), so it is necessary to create a structure of separate groups of problems (Fig 4). The course and the means of solving this problem depend on the way one chooses: the design according to the analogue (Fig 5) or the design of an entirely new object (Fig 6). The rational work could be possible only by making the means of modelling and control (Fig 7–9).

General conclusions:

1. While analysing the methods of computer design used in Lithuanian companies of architectural design, there has been determined:

a) In the design process computers are being used as simple drawing tools for making different operations like with a pencil, to depict separate lines or even points. Computers are not used as functional objects, which realisation has become possible by using modern means of computer;

b) integration of computer design is used only in the limits of one project on rudimental level.

2. The analysis of the mostly used computer aided design (CAD) systems shows:

a) the most common and specialised CAD systems are used which differ in their possibilities and commercial price;

b) in spite of the existing technical and programme conditions, the highest achievement is only the development of integration with very low intelligent possibilities.

3. The interface of the visualisation of building spatial solution has been prepared on the base of analysis and created intellectual models:

a) the main functions of spatial design interface have been discussed, as well as algorithms of their realisation have been prepared;

b) a scheme of tool structure has been made.

4. By using the proposed models and algorithms there have been created the fragments of programme, which are realised by solving an example. This material could be used in the educational and practical design process. The algorithms of main operations and programmed models are made, enabling the use of modern design technologies and projects, created in traditional way.

.....  
**Lionginas ČIUPAILA**. Doctor, Associate Professor. Dept of Engineering Graphics. Vilnius Gediminas Technical University (VGTU, formerly VTU), Saulėtekio al. 11, LT- 2040 Vilnius, Lithuania. E-mail: lac@fm.vtu.lt

Doctor (1984). First degree in Civil Engineering, Vilnius Civil Engineering Institute (1976, VISI, now VGTU). Research interests: engineering and computer graphics, artificial intelligence design systems in engineering.

.....  
**Rytė ŽIŪRIENĖ**. Doctoral student (since 1996). Dept of Engineering Graphics, Vilnius Gediminas Technical University (VGTU, formerly VTU), Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lithuania. E-mail: Ryte.Ziuriene@fm.vtu.lt

First degree in Architecture, Vilnius Civil Engineering Institute (1993, VISI, now VGTU). MSc (1996, VGTU). Research interests: architectural design, computer-aided design systems, computer graphics, intelligent design in engineering.