ISSN 2335-8661
eISSN 2669-0527
eISBN 978-609-476-236-9
https://doi.org/10.3846/2669-0527.2020

LIETUVOS INŽINERINĖS GRAFIJOS IR
GEOMETRIJOS DRAUGIJA

INŽINERINĖ IR KOMPIUTERINĖ GRAFIKA

Konferencijos straipsnių rinkinys

Vilnius, 2020

INŽINERINĖ IR KOMPIUTERINĖ GRAFIKA

Konferencijos straipsnių rinkinys

Redakcinė kolegija

Doc. dr. Sonata Vdovinskienė, Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Doc. dr. Antanas Vansevičius, Vytauto Didžiojo universitetas
dr. Birutė Juodagalvienė, Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Konferenciją organizuoja:

Lietuvos inžinerinės grafikos ir geometrijos draugija kartu su
Vilniaus Gedimino technikos universitetu bei
europinio DIAD-tools projekto partneriais.

Konferencijos straipsniai recenzuojami

Šis leidinys finansuojamas remiant Europos Komisijai ir atspindi tik
autorių požiūrį, todėl Komisija negali būti laikoma atsakinga už bet
kokį jame pateikiamos informacijos naudojimą.

Redakcijos adresas: Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius

El. paštas *sonata.vdovinskiene@vgtu.lt*

Leidinio bibliografinė informacija pateikiama Lietuvos nacionalinės
Martyno Mažvydo bibliotekos Nacionalinės bibliografijos duomenų banke (NBDB)

© Lietuvos inžinerinės grafikos ir geometrijos draugija, 2020

Turinys

Ana Usovaitė
DABARTINIS KOMPIUTERINĖS GRAFIKOS ĮVADO KURSO DĖSTYMAS UNIVERSITETUOSE 5

Sonata Vdovinskienė
SĖKMINGO DĖSTYTOJO DARBO VEIKSNYS – LAISVĖ VEIKTI 11

Ana Usovaitė
MOKOMIEJI ŽAIDIMAI IR MOTYVACIJA MOKYMOSI PROCESE 16

Ana Usovaitė
ŽAIDYBINIMO ELEMENTŲ TAIKYMAS NUOTOLINIAM MOKYMUI 22

Dovilė Martišienė, Rasa Muleravičienė, Valdas Speičys
DAUGIALYPIS INTELEKTAS INŽINERIJOS STUDIJOSE 27

Ana Usovaitė
SERVQUAL METODIKOS TAIKYMAS VERTINANT NUOTOLINIO KURSO DĖSTYMĄ 32

Violeta Vilkevič, Mantas Juchnevičius
CAM PROGRAMŲ PRITAIKOMUMAS MOKYMO PROCESE 39

Darius Mačiulis
KRUMPLIARAČIŲ DXF FAILŲ IMPORTAVIMAS Į SOLIDWORKS PROGRAMĄ 44

Sonata Vdovinskienė, Violeta Vilkevič
FUSION 360 TAIKYMAS UŽDUOTIMS VIZUALIZUOTI 49

Jurgis Zagorskas
URBANISTINIŲ PROCESŲ VAIZDAVIMAS KOMPIUTERINĖS GRAFIKOS PRIEMONĖMIS 54

Mantas Juchnevičius, Violeta Vilkevič
MASTERCAM PROGRAMOS NAUDOJIMO YPATUMAI 60

Antanas Vansevičius
LINIJŲ PLOČIAI AR STORIAI? 66

Sonata Vdovinskienė
STANDARTAS – TAI NUORODA Į KOKYBIŠKĄ REZULTATĄ 70

DABARTINIS KOMPIUTERINĖS GRAFIKOS ĮVADO KURSO DĖSTYMAS UNIVERSITETUOSE

Ana Usovaitė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Kompiuterinės grafikos svarba inžinerijos mokslų srityje buvo pripažinta dar 1983 m. SIG-GRAPH posėdyje, kuriam pirmininkavo Jamesas Foley. Be to, posėdyje aptartas mokymo planų sudarymas ir taikymas dar visai naujame kompiuterinės grafikos moksle. Konferencijoje buvo pasisakyta už tvirtesnę kompiuterinės grafikos poziciją informatikos srityje, atsižvelgiant į tai, kad tuo metu rekomendacijose nebuvo kompiuterinės grafikos dalyko turinio, aptari požiūriai ir nuomonės, kaip mokyti studentus įvadinio kompiuterinės grafikos kurso, kartu suburiant menų, inžinerijos ir informatikos dėstytojus pristatyti savo žinias ir požiūrius (Balreira, Walter ir Fellner, 2018).

Pagrindinė kompiuterinės grafikos dėstymo reglamento nauja išsami versija pateikta 2013 m. (ACM/IEEE-CS Joint Task Force on Computing Curricula, 2013). Tai naujausia versija, kuri išplėtė nuo 14 iki 18 kompiuterinių mokslų dalykų. Šiame galutiniame variante dalykas „Grafika ir vizualioji kompiuterija“ buvo pervadinta į „Grafika ir vizualizacija“ ir šiam dalykui priskirti šeši mokymo kreditai.

Balreira et al. (2018) atliko labai įdomų ir aktualų tyrimą. Jie nagrinėjo, kaip dėstoma kompiuterinė grafika dabartiniuose universitetuose. Autoriai surinko 28 institucijų visas kompiuterinės grafikos dalyko temas iš jų viešų duomenų internete. Bendrai paminėtos 637 temos. Jos sudarė pirminį duomenų rinkinį, nes jame pasitaikė įvairių temų formuluočių ir pasakymų, kurie buvo pateikti institucijos kompiuterinės grafikos mokymo programose. Vėliau atlikta rimta mokymo temų klasifikacija ir suskirstymas į atskiras grupes.

1. Kompiuterinės grafikos įvado kurso analizė

Į 1 lentelę Balreira et al. (2018) įtraukia kompiuterinės grafikos kursų pavadinimų suvestinę. Dažniausiai pasitaikantis pavadinimas yra tiesiog

kompiuterinė grafika, bet nemažai kurso pavadinimų, į kuriuos įeina žodžiai „kompiuterinė grafika“, nors atsiranda ir kitų temų pavadinimų variacijų.

1 lentelė. Kompiuterinės grafikos įvado kurso pavadinimai

Kurso pavadinimas	Vartojimo dažnumas
Basic Techniques in Computer Graphics	1
Computer Graphics	15
Introduction to Computer Graphics	6
Fundamentals of Computer Graphics	1
Fundamentals of Computer Graphics, Image Processing, and Vision	1
Interactive Computer Graphics	1
Introduction to Computer Graphics and Imaging	1
Real-Time Rendering	1
Visual Computing	1

2 lentelėje išvardyti kompiuterinės grafikos temų pavadinimai ir nurodomas universitetų, kurių dalyko aprašuose aiškiai nurodytos šios temos, skaičius. Iš šios lentelės matome, kad *Graphics Pipeline* ir *Lighting and Shading* yra labai populiarios temos, o tema *Computer Vision* dėstoma tik dviejose apklaustuose universitetuose. Sudarant naują kompiuterinės grafikos kursą ar pertvarkant jau esamą, šioje lentelėje pateiktą informaciją galima vertinti kaip išvardytų temų svarbą (Balreira et al., 2018).

2 lentelė. Kompiuterinės grafikos temos ir jų dėstymas universitetuose

	Temos	Kiek universitetuose dėstoma	Ar dėstoma VGTU
1	*Graphics Pipeline*	26	+
2	*Lighting and Shading*	25	+
3	*Texture Mapping*	25	+
4	*Geometric Modeling*	24	+
5	*Ray Tracing*	23	–
6	*Rasterization*	23	+
7	*Transformations*	22	+
8	*Global Illumination*	17	+

2 lentelės pabaiga

	Temos	Kiek universitetuose dėstoma	Ar dėstoma VGTU
9	*Animation*	15	+
10	*Color*	15	+
11	*Shaders*	14	+
12	*Sampling*	14	+
13	*OpenGL and WebGL*	13	+
14	*Music*	12	–
15	*Hierarchical Modeling*	11	+
16	*Image Processing*	10	+
17	*Shadows*	8	–
18	*Interaction*	7	–
19	*Applications*	6	–
20	*Tools*	6	–
21	*Math Review*	6	+
22	*GPU*	5	–
23	*Visualization*	3	–
24	*Computer Vision*	2	–

Analizuojant 2 lentelės duomenis, galima teigti, kad pagrindinės kompiuterinės grafikos įvado temos dėstomos VGTU studentams, kurių dauguma – multimedijos ir kompiuterinio dizaino specialybės atstovai. Nedėstomos gana retos temos, pvz., kompiuterinė rega (*Computer vision*). Konkrečiai kalbant apie šią temą, ji nėra aktuali Lietuvos pramonei ir darbo rinkai.

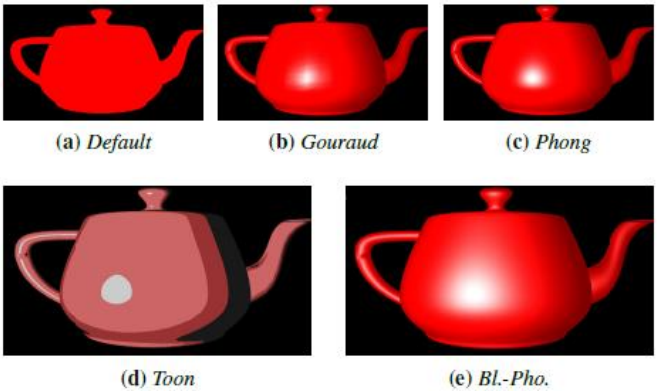
Praktinių užsiėmimų metų (laboratorinių darbų ir pratybų) nagrinėjamos temos suderintos su paskaitų turiniu (Balreira et al., 2018):

1. *Getting familiar with the course framework* (1 savaitė)
2. *Transformations* (2 savaitė)
3. *Illumination and Shading* (3 savaitė)
4. *Geometry generation and processing* (4 savaitė)
5. *Colour* (5 savaitė)
6. *Texture & Render to Texture* (6 savaitė)
7. *Simple GPU ray tracing* (7–8 savaitė)

2. Programinės įrangos naudojimas dėstant kompiuterinės grafikos įvadą

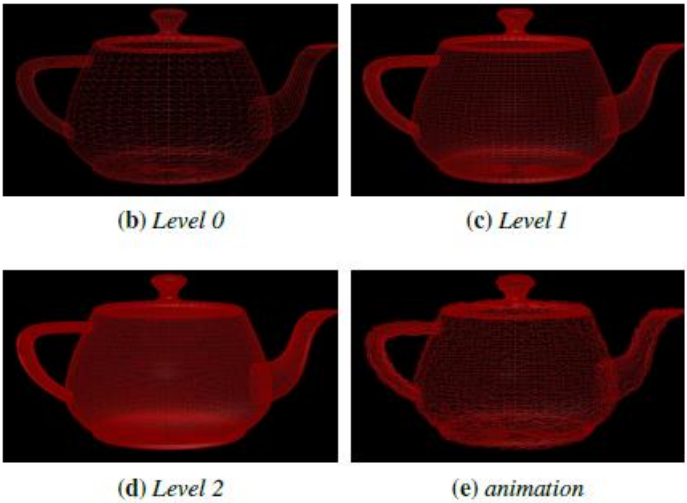
Gera kompiuterines grafikos patirtimi pasidalijo Toisoul, Rueckert ir Kainz (2017). Jie aptarė įvadinį kompiuterinės grafikos kursą ir išsamiai aprašė laboratorinių darbų užduotis studentams bakalaurantams. Jie naudoja specialią atvirojo kodo programinę įrangą *ShaderLabFramework IDE*. Ši įranga pasitelkiama, kad aukšto lygio grafikos programavimas taptų kuo labiau suprantamas studentams, pasiekiamas neturintiems ankstesnio lygio programavimo arba grafikos API žinių. Pateikta *ShaderLabFramework IDE* sugeba iš dalies iliuminuoti programavimo sudėtingumą. Įvadinio kompiuterinės grafikos kurso turinį sudaro tokios temos:

1. Įvadas į programinę įrangą
   ShaderLabFramework IDE suteikia tiesioginę sąsają su reikalingomis skaičiavimo matricomis, leidžia vartotojui valdyti tekstūras.
2. Projekcijos ir transformacijos
   Kompiuterinėje grafikoje apibrėžtos transformacijos ir projekcijos daromos atliekant matricines operacijas. Analizuodami šią temą studentai išmoksta atlikti transformacijas ir projekcijas naudodami matricas.
3. Apšvietimas ir spalvinimas
   Atlikdami šią praktiką studentai išmoks naudoti viršūnių ir fragmentų šešėliuoklius scenos apšvietimui sukurti. Išnagrinėję šią temą, studentai galės programuoti įvairius apšvietimo modelius, kaip parodyta 1 paveiksle. Apšvietimo modeliai skiriasi pagal savo fizinį dėsnį.



1 paveikslas. Apšvietimo modelių formavimas ir pateikimas

4. Objektų geometrijos generavimas ir apdorojimas
   Objekto bazinio tinklelio valdymas Nagrinėdami šią temą studentai išmoks naudoti geometrinį šešėliuoklį. Studentų prašoma įgyvendinti labai paprastą tinklo padalijimo algoritmą, kuris parodytas 2 paveiksle. Geometrinio šešėliuoklio programavimas yra labai sudėtingas procesas.
5. Spalva
   Spalvų erdvės keitimas – svarbi bet kurio šiuolaikinio kompiuterio grafinių programų priemonė. Čia kalbama apie RGB ir HSV spalvų modelių suderinamumą ir konvertavimą.



2 paveikslas. Objektų geometrijos formavimas ir valdymas

6. Tekstūra ir atvaizdavimas į tekstūrą
   Ši tema skirta tekstūros koordinatės, tekstūravimo metodams
7. Spindulių sekimas naudojant grafinį procesorių
   Atlikdami šią užduotį, studentai taiko labai paprastą spindulių trasavimo metodą.

Vilniaus Gedimino technikos universitete atliekami praktiniai darbai pagal panašią tematiką. Numatytoje multimedijos ir kompiuterinio dizaino programoje nedėstomos tik objektų geometrijos generavimo ir apdorojimo (geometrijos šešėliuoklio valdymo) ir spindulių sekimo temos. Šios temos yra ganėtinai sudėtingos ir reikalauja stiprių programavimo įgūdžių (Toisoul et al., 2017).

Išvados

Darbe pristatomos kompiuterinės grafikos įvado dėstymas universitetuose. Šis kursas yra sudėtingas ir stipriai susijęs su programavimu, tad būtina padėti studentams susitvarkyti su šio kurso iššūkiais. Straipsnyje parodyta, kad kompiuterinės grafikos įvado kursas dėstomas labai plačiai ir dažnai, į jį gali įeiti įvairios temos. VGTU studentams dėstomos pagrindinės kompiuterinės grafikos kurso temos.

Literatūra

ACM/IEEE-CS Joint Task Force on Computing Curricula. Computer science curricula 2013. Technical Report; ACM Press and IEEE Computer Society Press, New York, NY, USA. doi: https://doi.org/10.1145/2534860

Balreira, G. D., Walter, M., & Fellner, W. D. (2018). A survey of the contents in introductory Computer Graphics courses. *Computers & Graphics*, 77. https://doi.org/10.1016/j.cag.2018.10.001

Toisoul, A., Rueckert, D., & Kainz B. (2017). Accessible GLSL ShaderProgramming. EUROGRAPHICS 2017.

CURRENT TEACHING OF INTRODUCTION TO COMPUTER GRAPHICS IN UNIVERSITIES

Ana Usovaitė

Summary

In the work presented in the introduction of computer graphics course teaching at universities. This course is complex and strongly linked to programming. It is essential to help students cope with the challenges of this course. This paper shows that the computer graphics introduction course is taught very extensively and frequently. This course may cover a variety of topics. The main topics of the computer graphics course are taught to VGTU students.

Keywords: Computer graphics, shaders, teaching methods.

SĖKMINGO DĖSTYTOJO DARBO VEIKSNYS – LAISVĖ VEIKTI

Sonata Vdovinskienė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

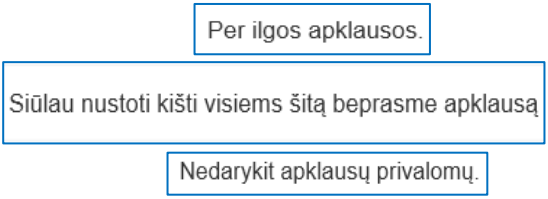
Įvadas

Kiekvieno stojančiojo į aukštąją mokyklą svarbiausiu tikslu turėtų būti naujų žinių siekimas. Tai nėra vienintelis veiksnys, kuris motyvuoja stojančiojo norą studijuoti pasirinktos specialybės dalykus. Aukštųjų mokyklų vadovai, siekdami padidinti stojančiųjų skaičių, ieško įvairių būdų, gerinančių studijų kokybę. Todėl didelis dėmesys skiriamas dėstytojų kompetencijai didinti. Ar vykdomos priemonės užtikrina norimo rezultato gavimą? Pernelyg didelė keliamų reikalavimų gausa gali sumažinti tikslų įgyvendinimą, nes dėstytojas tarsi įstatomas į tam tikrus rėmus, kurių peržengti negali. Tuomet toks darbas gali tapti nepageidaujama rutina, demotyvuojančia dėstytoją, kurio užsiėmimai tampa neįdomūs ir nepatrauklūs.

1. Studentų apklausos

Vilniaus Gedimino technikos universiteto studentų sesija yra baigiama jiems užpildžius numatytas apklausas, kuriomis siekiama atskleisti ne tik vidinę studentų motyvaciją, bet ir užsiėmimų eigos kokybę. Apklausos vykdomos jau daugiau nei 10 metų. Pirminės greičiausiai nebuvo nei efektyvios, nei patikimos, nes studentai dalyvavo jose labai pasyviai (Juodagalvienė, 2018). Dažnai tose apklausose buvo koreguojami klausimai, be to, jos tapo privalomos. Šiandien studentų vykdomą apklausą sudaro vienas atviras ir keturiolika uždarų klausimų. Šalia uždarų klausimų pateikti konkretūs atsakymai, iš kurių studentas pasirenka tinkamiausią. Dvylika klausimų tiesiogiai susiję su dėstytojo kompetencija ir elgesiu užsiėmimų metu, kiti du atspindi studentų atitinkamo dalyko studijavimo pastangas. Rengiantys tokias apklausas turėtų išsiaiškinti ne tik jų privalumus, bet ir neigiamą poveikį tiek dėstytojams (esant nepatenkinamiems atsakymams), tiek respondentams, studentams. Apklausų atsakymų metu gali kauptis psichologinė įtampa, todėl tai gali iškreipti atsakymų patikimumą (Juodagalvienė, 2018).

Šiandieniame pasaulyje, kai vienas pagrindinių gyvenimo veiksnių yra laikas, prievartinis dalyvavimas apklausose atima nemažai laiko, todėl studentai, atsakydami į atvirą klausimą, kuriuo jų prašoma pateikti pasiūlymus tobulinti studijų procesą, ne tik kad nieko iš esmės konstruktyvaus nepateikia, bet ir demonstruoja savo nepasitenkinimą tokiomis apklausomis (1 paveikslas).



1 paveikslas. Apklausos fragmentai (2017–2018)

Pastaruoju metu švietimo sistemą nagrinėjančiuose straipsniuose vis dažniau minima Suomija, kuri laikoma pavyzdine šalimi švietimo srityje. Pasak švietimo ekspertų, viena pagrindinių tokio pirmavimo priežasčių, yra tai laisvė, suteikta suomių mokytojams (Suomių švietimo sėkmės..., 2018).

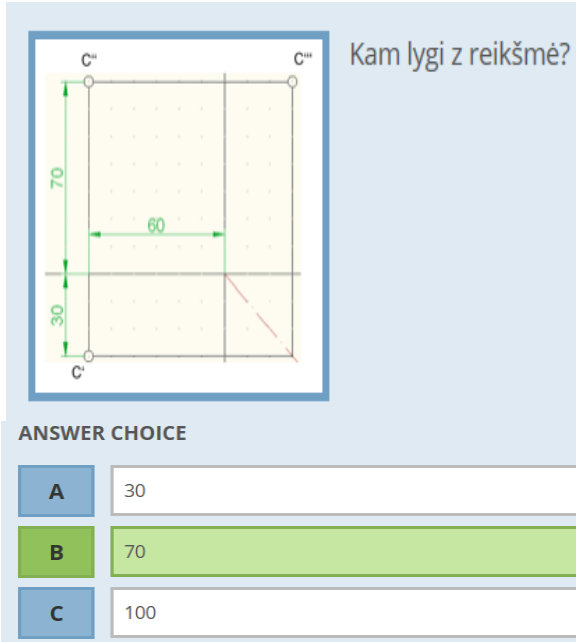
2. Laisvo dėstytojo privalumai

Laisvas mokytojas, nesvarbu, ar bendrojo lavinimo, ar aukštosios mokyklos, turi didesnį kūrybinį potencialą. Tik kūrybingas mokytojas turi galimybę ugdyti brandžią ir kūrybingą asmenybę. Nors aukštojoje mokykloje studijuoja jau sulaukę pilnametystės ir, manoma, labiau motyvuoti, tačiau dėstytojo funkcijos mažai skiriasi nuo mokytojo, kurio pagrindinis tikslas – suteikti reikiamą dalyko medžiagą bei išsiaiškinti besimokančiųjų gautų žinių suvokimą. Visais atvejais mokytojas – tai žinių pasaulio vedlys, kuris kartu yra ir vadovas, ir pavyzdys. Tik visapusiškai brandi ir laisva asmenybė turi galimybę tapti tokiu pavyzdžiu, kuriuo norėtųsi sekti.

Inžinerinės grafikos dalykas yra palankus kūrybinei erdvei, kadangi, nors ir yra fundamentinis, be pagrindinių brėžinio kūrimo taisyklių, gali būti pristatomos skirtingos braižyti skirtos kompiuterinės programos bei įvairios netradicinės užduotys, gilinančios bendrųjų žinių suvokimą (Vdovinskienė 2018). Tačiau daugybė tam tikrų dėstytojo pareigybei keliamų reikalavimų atima ne tik nemažą laiko kiekį, bet ir iš dalies suvaržo dėstytojo galimybes. Inžinerinės grafikos dėstomas modulis dažniausiai sudaromas pagal tolesnių kursų, susijusių su šiuo

dalyku, dėstytojų reikalavimus. Suprantamas jų noras, kad pas juos ateitų studentai, jau įgiję tam tikrų fundamentinių žinių, kurias jie be kliūčių galėtų toliau tobulinti.

Inžinerinės grafikos moduliui (bendrosios arba taikomosios inžinerinės grafikos) skiriamas konkretus kreditų skaičius, todėl turi būti numatomas ir atliekamų užduočių skaičius. Dėstytojas negali keisti nei moduliui skirtų auditorinių valandų, nei individualių užduočių skaičiaus, todėl vienintelis būdas, suteikiantis dėstytojui galimybę pademonstruoti savo kūrybinę laisvę, yra dalyko mokymo metodų parinkimas. Tačiau ir šiuos privaloma įrašyti į dalyko modulio kortelę, negalima jų dažnai kaitalioti. Dėstytojas savo užsiėmime savarankiškai gali taikyti tik papildomus metodus, kurie iš esmės nepakeistų numatytos užsiėmimo vedimo tvarkos, bet jam padėtų perteikti numatytą medžiagą, o studentams – ją įsisavinti.



2 paveikslas. Testų pavyzdys *Socrative* svetainėje

Efektyvus informacijos suvokimo patikrinimo būdas – įvairūs žinių patikrinimo testai, pateikiami naudojant informacines technologijas, mobiliuosius išmaniuosius telefonus, kuriais studentai gali prisijungti

prie internetinės testams skirtos svetainės (2 paveikslas). Tokia žinių testavimo forma yra greita ir patraukli šiandieniam studentui.

Daugiau laisvės pademonstruoti savo kūrybiškumą turi teorines paskaitas vedantis dėstytojas. Pirmiausia tai jis turi sugalvoti, kaip skatinti studentus lankyti paskaitas (Vdovinskienė, 2018). Be būtinų tam dalykui skirtų mokymosi metodų, kurie bendru kolegų sutarimu yra aptarti ir priimti, inžinerinės grafikos dėstytojas nusprendžia pats, kaip sudominti studentus, kaip padaryti užsiėmimą patrauklų, kad nebūtų nuobodu nei studentams, nei jam pačiam.

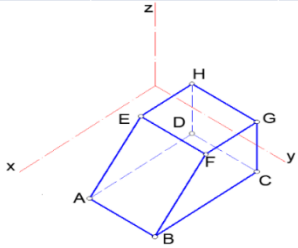
Efektyvi priemonė studentų dėmesiui ir aktyvumui sužadinti yra lengvos, greitosios užduotėlės, už kurias galima gauti papildomą įvertinimą, vėliau pridedamą prie kaupiamojo balo (3 paveikslas). Šios specialių žinių nereikalaujančios, tačiau erdvinę vaizduotę lavinančios užduotėlės palankiai vertinamos studentų, nes, pasak jų, tai savotiškas būdas pailsėti nuo tuo metu pateikiamos ir dažnai jiems per sunkios medžiagos, žaidimo forma suteikta galimybė pasitikrinti savo reakciją ir erdvinį suvokimą.

3 paveikslas. Greitųjų užduotėlių pavyzdys

Apžvelgiant išdėstytą medžiagos temą galima taip pat panaudoti testą (4 paveikslas), kuris leistų dėstytojui įvertinti studento dėmesio sutelkimą į dėstomą medžiagą teorinio užsiėmimo metu, o esant teigiamam rezultatui pridėti balą prie kaupiamosios balų sumos.

Surašyti detalės briaunas į atinkamą lentelės stulpelį

Horizontalės	Frontalės	Projektuojančios tiesės



4 paveikslas. Užsiėmimo pabaigos testo pavyzdys

Išvados

1. Tik kūrybingas dėstytojas turi galimybę ugdyti brandžią ir kūrybingą asmenybę.
2. Laisvas mokytojas turi didesnį kūrybinį potencialą.
3. Kiekvienas dėstytojas turėtų stengtis pateikti studentams medžiagą įdomiai ir patraukliai.

Literatūra

Juodagalvienė, B. (2018). *VGTU studentų apklausų ypatumai. Inžinerinė ir kompiuterinė grafika:* konferencijos pranešimų medžiaga, 44–49.

Suomių švietimo sėkmės paslaptis – mokytojų laisvė veikti. (2018). https://svietimas.vdu.lt/suomiu-svietimo-sekmes-paslaptis-mokytoju-laisve-veikti/

Vdovinskienė, S. (2018). *Inžinerinės grafikos paskaitų efektyvumo didinimas. Inžinerinė ir kompiuterinė grafika*: konferencijos pranešimų medžiaga, 27–32.

FACTOR FOR A SUCCESSFUL TEACHER – FREEDOM TO ACT

Sonata Vdovinskienė

Summary

Only a creative teacher can develop a mature and creative personality, but only a free teacher who is not constrained by a variety of rules can be creative. Therefore, an engineering graphics teacher, like any other teacher, must look for ways to express creativity.

Keywords: Engineering graphics, teaching methods, creativity, freedom.

MOKOMIEJI ŽAIDIMAI IR MOTYVACIJA MOKYMOSI PROCESE

Ana Usovaitė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Anot Sansone ir Harackiewicz (2000), motyvacija yra savo elgesio formavimas ir valdymas siekiant konkrečių tikslų. Paprastai toks elgesys yra susijęs su konkretaus žmogaus interesais, norais ir pasitenkinimu. Būdamas motyvuotas, žmogus skiria daugiau laiko savo veiklai ir sugeba nuveikti daugiau. Deja, motyvacija dažniausiai vyksta per atlygį ar bausmę, t. y. visuomet veikia botago ir meduolio principas.

Dauguma autorių skirsto motyvaciją į išorinę ir vidinę (Sansone ir Harackiewicz, 2000; Osterloh, Frey, 2000). Osterloh ir Frey (2000) apibrėžė išorinę motyvaciją kaip išorinį faktorių. Kaip pavyzdį galima įvardyti finansinę ar materialinę naudą atlikus tam tikras užduotis. Taigi žmogaus veikla turi būti atlygintina arba žmogus nebaudžiamas už tai, ko jis nepadarė. Deja, bet jei išvardytos poveikio priemonės (finansinė ar materialinė nauda) nustos galioti, greičiausiai individas jau nebeturės noro pasiekti užsibrėžtą tikslą. Be to, pastebėta, kad kartais išorinė motyvacija (atlygis) teikia pasitenkinimą žmogui, bet pati vykdoma veikla dažniausiai to nedaro. Todėl žmogui gali nepatikti ir nebeteikti malonumo jo vykdoma veikla, o atlygis (arba bausmė) motyvuos jį atlikti užduotį ar ne, nepriklausomai nuo jo asmeninių norų (Sansone ir Harackiewicz, 2000).

Vidinė motyvacija savo ruožtu yra susijusi su žmogaus norais, pomėgiais, siekiais ir skoniais. Tai kyla iš vidinių individo savybių. Šiuo atveju atlygio faktorius nėra esminis. Pati veikla reiškia individo įsitraukimą į veiklą (Sansone ir Harackiewicz, 2000). Anot Osterloh ir Frey (2000), motyvacija yra susijusi su laime, asmeniniu pasitenkinimu arba tiesiogiai individualiais norais. Vidinė motyvacija gali pasireikšti trimis būdais. Pirmoji forma, kaip paminėta, apibrėžiama kaip pasitenkinimas arba malonūs išgyvenimai, kuriuos gali teikti veikla. Antroji forma susijusi su elgesio standartais, tokiais kaip etiškas elgesys, mandagus elgesys ar komandine dvasia pasižymintis elgesys. Trečia forma apima užsibrėžtus tikslus ir pastangas juos pasiekti, net jei pati veikla ar užduotis nėra tokia maloni.

Inžinerinio išsilavinimo iššūkis – gebėjimas mokyti studentus bendradarbiauti sprendžiant sudėtingas ir menkai susistemintas problemas,

susijusias su techniniais ir socialiniais aspektais (Woods, Felder, Stice, Rugarcia, 2000). Trumpai tariant, inžinerijos mokslai yra sunkūs ir nuobodūs jaunimui. Gera motyvacija gali būti gelbėjimosi ratas iš šitos niūros situacijos.

Literatūroje žaidimams apibūdinti švietimo srityje vartojami įvairūs terminai, pvz., skaitmeniniai mokymosi žaidimai (***digital learning games***), židybinis mokymasis (***game based Learning***), ugdomieji žaidimai (***edutainment games***), įtikinamieji žaidimai (***persuasive games***), episteminiai žaidimai (***epistemic games***), mokomieji žaidimai (***instructional games***) ar rimti žaidimai (***serious games***).

Dažniausiai dėstytojai teigia, kad žaidimai mokymo procese lemia galimybę integruotai pateikti skirtingas sąvokas, galimybę pademonstruoti išsamų ir dinamišką pavyzdį, pagerina bendradarbiavimo galimybę tarp dėstytojų ir studentų.

Norėdami mokytis, studentai turi patys dėti šiek tiek pastangų ir turėti tam tikrą motyvaciją. Literatūroje randama empirinių įrodymų, kad žaidimai gali motyvuoti mokymąsi. Viena iš aukštesnės studentų motyvacijos pasekmių – didesnis atsidavimas atliekant užduotis, kuris savo ruožtu atneša geresnius mokymosi rezultatus ir pasiekimus.

1. Mokomųjų žaidimų projektavimo metodai

Kūrimo metodika reiškia metodus ir/ar procesus, taikomus vaizdo žaidimams kurti. Kai įmanoma, vaizdo žaidimai kuriami naudojant bendrojo pobūdžio programinę įrangą ir metodikas (pvz., krioklio modelis, prieauginis arba *agile* metodas ir kt.). Žaidimo gyvavimo ciklą paprastai sudaro trys etapai: išankstinis ikigamybinis, gamybinis ir pogamybinis (analogiškai filmo gyvavimo ciklu). Toliau apžvelgiamos kai kurios populiarios vaizdo žaidimo kūrimo metodikos ir procesai (Rosyid, Palmerlee ir Chen, 2018).

1.1. 5M žaidimų kūrimo metodika

5M klasifikacija dažnai taikoma inžinerijos pramonėje ir gali būti pritaikyta kuriant vaizdo žaidimus.

Metodas: bendras įvairių gamybos etapų organizavimas, įskaitant medžiagų gamybos srautus ir žmonių veiką.

Aplinka: visi su rimtu žaidimu susiję elementai, skirti ekspertams (mokytojams, gydytojams, inžinieriams ir kt.), subrangovams (garso technikams, grafikos dizaineriams ir kt.), studentams bei dėstytojams (testavimui ir grįžtamajam ryšiui palaikyti).

Personalas: veikloje dalyvaujanti žmonių aktorių komanda. Šie veikėjai apibūdinami jų vaidmenimis (pedagogai, programuotojai ir kt.). Kartais šie vaidmenys gali būti priskirti vienam asmeniui.

Mašina: įrankių rinkinys, padedantis kurti ir gaminti rimtus žaidimus.

Medžiaga: dokumentai, modelių prototipai, vykdomieji failai, duomenų bazės ir kiti prietaisai, naudojami rimtam žaidimui sukurti.

Nors 5M metodika siūlo veiksmingą mokymo žaidimų kūrimą, ji nėra tinkama programinės įrangos inžinerijai.

1.2. Metodika, pagrįsta Westera lygiais

Šis metodas derina tris skirtingus sistemos lygius: vaizdo žaidimo integraciją, algoritmą ir struktūrą.

Konceptualiu lygiu žaidimas laikomas sistema, tai yra tarpusavyje susijusių elementų rinkinys. Žaidimas kuriamas įgyvendinant tam tikrus svarbius veiksnius, atsižvelgiant į objektų erdves ir laiko matmenis. Galima sakyti, kad nustatoma, kur erdvėje yra žaidimo objektai, jų atributai ir sąryšiai, kaip kinta jų padėtis laikui bėgant.

Techniniu lygmeniu sistema apibūdinama aprašant jos architektūrą, kūrimo įrankius, realizuojant objektus, aktorius ir žaidimo scenarijus.

Praktiniu lygmeniu nustatomos žaidimo galimybės, multimedijos elementai ir aplinka. Siūloma šią metodiką taikyti kuriant rimtus žaidimus, paremtus scenarijais su paprasta grafika.

1.3. SUM metodika

SUM yra *agile* tipo žaidimų kūrimo metodika, kuri pritaiko *Scrum* struktūrą ir vaidmenis. SUM metodika tinka mažoms tarpdalykinėms komandoms (nuo trijų iki septynių dalyvių) ir trumpalaikiams projektams (trumpesniems nei metai). Pagrindinis šios metodikos pranašumas – jos lankstumas ir pritaikomumas, nes nebūtina taikyti konkrečią taktiką.

SUM metodika dažnai taikoma kuriant vaizdo žaidimus, ji buvo pritaikoma mažiems projektams.

1.4. Ontologinė metodika

Autoriai Llansó ir kt. aprašė bendras žaidimų kūrimo problemas. Jie orientavosi į tarpdalykinę komandą (pvz., menininkai, dizaineriai, programuotojai ir kiti profesionalai). Kaip įvairių sričių specialistų susikalbėjimo problemų sprendimas siūloma ontologinė komunikacijos metodologija. Ontologijos metu dizaineriai atsakingi tik už simbolių, objektų, funkcijų ir žaidimo eigos aprašymą. Programuotojai vysto ir tobulina technines detales. Tokiu būdu jie dirba skirtingais pjūviais su ta pačia informacija. Pagrindinis šios metodologijos dėmesys skiriamas įvairių sričių specialistų bendravimui palengvinti.

1.5. Projektavimo procesas, grindžiamas Padilla-Zea modeliu

Žaidimą apibūdina atskirų dalių visuma, sukurta projektavimo procese: švietimo (edukacinio) turinio dalis, pramogų turinio dalis, edukacinio ir pramogų turinio tarpusavio sąryšio dalis ir pritaikymo vartotojams dalis. Šis požiūris pabrėžia sąryšį tarp ugdymo tikslų ir žaidimo iššūkių, kuriuos kelia mokamasis žaidimas, netiesiogiai vykdant švietimo užduotis (Woods et al., 2000; Rosyid et al. Chen, 2018; de Lope, López Arcos, Medina-Medina, Paderewski ir Gutiérrez-Vela, 2017).

2. Mokomojo žaidimo turinio struktūra

Rosyid et al. (2018) aprašo mokomųjų žaidimų struktūrą, kurioje panaudota dviejų erdvių koncepcija. Mokomųjų žaidimų turinio padalijimas į dvi dalis (mokomosios medžiagos ir žaidimo erdvės) suteikia aukštesnį žaidimų kūrimo valdymo laipsnį. Taikant dabartinius mokomųjų žaidimų kūrimo metodus, švietimo sistemos ekspertai turi būti pagrindinė jėga diegiant mokymosi medžiagą į žaidimą. Taigi labai tikimasi, kad ekspertas, atsižvelgdamas į savo kompetenciją, giliai supras mokomosios medžiagos savybes ir žaidimo turinį, kad galėtų tarpusavyje sujungti dvi erdves. Tačiau tai tampa neįmanoma ir neįgyvendinama esant sudėtingai mokymosi ar žaidimo turinio erdvei. Taigi reikalaujama, kad žaidimų kūrėjai, norėdami išspręsti mokymosi medžiagos diegimo problemą, naudotųsi natūraliais ir neatsiejamais žaidimo elementais. Tai įmanoma, nes mokymo medžiagos šaltiniai yra lengvai prieinami, o procedūrinio turinio generavimo metodai leidžia lanksčiai valdyti žaidimo elementus, kad būtų galima įterpti žinių dalis. Aprašytoms problemoms spręsti autoriai pasiūlė mokomųjų žaidimų kūrimo sistemą, kuri parodyta 1 paveiksle.

1 paveikslas. Dviejų erdvių mokomųjų žaidimų struktūra (Rosyid, Palmerlee ir Chen 2018)

Pirmiausia mokymosi medžiaga ir žaidimo elementai yra atskirose erdvėse. Mokomoji medžiaga anotuojama siekiant ją aprašyti meta-duomenimis. Vėliau nustatoma mokomosios medžiagos pateikimo žaidėjams strategija. Kita vertus, žaidimų turinys suskirstomas į kategorijas pagal sudėtingumo lygius. Taigi aspektai, kuriais grindžiama aprašomoji mokymosi medžiaga ir žaidimo elementai, gali padėti kūrėjui naudoti savo logiką formuojant sąryšius tarp mokymosi medžiagos ir žaidimo turinio. Rezultatas – mokomojo žaidimo turinio biblioteka, kurią sudaro žaidimai, skirti mokomiesiems tikslams.

Išvados

Technologijos ir inžinerijos mokslų įsisavinimo ir taikymo procesas yra labai sudėtingas. Nemenką vaidmenį atlieka studentų motyvacija mokymo procese. Didinti motyvaciją galima mokomaisiais žaidimais. Straipsnyje pateikti šiuolaikiniai kompiuterinių žaidimų projektavimo metodai. Be to, pateikta ir žaidimų kontekstinio turinio formavimo schema.

Literatūra

de Lope, R. P., López Arcos, J. R., Medina-Medina, N., Paderewski P., & Gutiérrez-Vela, F. L. (2017). Design methodology for educational games based on graphical notations: Designing Urano. *Entertainment Computing, 18,* 1–14. https://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.08.005

Osterloh, M., Frey, B. S. (2000). Motivation, Knowledge Transfer, and Organizational Forms. *Organization Science 11*(5): 538–550.

doi: https://doi.org/10.1287/orsc.11.5.538.15204

Rosyid, H. Ar, Palmerlee, M., & Chen, K. (2018) Deploying learning materials to game content for serious education game development: A case study. *Entertainment Computing* 26, 1–9. https://doi.org/10.1016/j.entcom.2018.01.001

Sansone, C., & Harackiewicz, J. M. (Eds.). (2000). Intrinsic and extrinsic motivation: The search for optimal motivation and performance. Academic Press.

Woods, D. R., Felder, R. M., Stice, J. E., & Rugarcia, A. (2000). The future of engineering education III. Developing critical skills. *Chemical Engineering Education 34*(2), 108–117.

EDUCATIONAL GAMES AND MOTIVATION IN THE LEARNING PROCESS

Ana Usovaitė

Summary

The process of assimilation and application of technological and engineering sciences and very complex. The motivation of students in the teaching process plays a significant role. Increasing motivation can be done through educational games. The article presents modern computer game design methods. In addition, a scheme for the formation of contextual content of games is provided.

Keywords: educational games, motivation, design process.

ŽAIDYBINIMO ELEMENTŲ TAIKYMAS NUOTOLINIAM MOKYMUI

Ana Usovaitė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Kaip aiškiai atskirti žaidybinimo ir rimtų žaidimų sąvokas. Kas yra žaidybinimas? Žaidybinimas jungia žaidimo mechaniką su tradicinėmis el. mokymosi veiklomis ir moduliais. Lyderių lentelės, taškai ir el. mokymosi ženkleliai paskatina besimokančius internetinėje erdvėje aktyviai dalyvauti procese. Būtina atlikti išsamius auditorijos tyrimus, norint nustatyti, kas skatina besimokančiuosius. Pavyzdžiui, kai kuriems dalyviams lyderių sąrašai gali patenkinti jų draugiškos konkurencijos poreikį. Kiti renkasi el. mokymosi ženklelius, taškus ir kitus apdovanojimo variantus. Kas yra rimti žaidimai? Rimti žaidimai atitinka tipinę žaidimo struktūrą, tačiau turi ir tam tikrą praktinių įgūdžių įvertinimo formą. Pavyzdžiui, besimokantieji internete turi įveikti keletą kliūčių žaidime, kad galėtų įgyti esminių įgūdžių. Rimti žaidimai yra linksmi, malonūs ir interaktyvūs. Tačiau jie taip pat suderinami su konkrečiais mokymosi tikslais ir uždaviniais. Nors žaidybinimas susijęs su tradicine el. mokymosi kursų struktūra, rimti žaidimai gali egzistuoti nepriklausomai. Nepaisant to, jie idealiai tinka pozityvumo elementams naudoti internetiniuose mokymuose. Todėl rimti žaidimai neturėtų būti savarankiška el. mokymosi veikla ir galėtų būti puikus priedas prie išsamių el. mokymosi kursų.

1. Žaidybinimo ir rimtų žaidimų privalumai

Nors el. mokymasis, žaidybinimas ir rimti žaidimai gali turėti skirtumų, jie turi daug bendrų privalumų:

- Motyvacijos padidinimas

Vienas reikšmingiausių žaidybinimo ir rimtų žaidimų pranašumų – jų galėjimas motyvuoti besimokančius asmenis internete. Kai kurie besimokantys internetinėje erdvėje jau gali būti motyvuoti siekti savo tikslų. Tačiau yra ir tokių dalyvių, kuriems reikalingas papildomas potraukis, norint aktyvinti jų dalyvavimą. Pavyzdžiui, galimybė užsidirbti el. mokymosi ženklelį arba surinkti daugiau taškų. Net menkas atlygis gali suteikti jiems

postūmį, reikalingą norint pasiekti norimą rezultatą. Šie požiūriai yra labiau įtraukiantys ir veiksmingi, todėl pašalina nuobodulį iš mokymo proceso.

- Sąryšis tarp žinių ir praktikos

Tiek žaidybinimas, tiek rimti žaidimai per el. mokymosi kursus išgalvotus elementus susieja su realaus pasaulio situacijomis. Pavyzdžiui, el. mokymosi dalyviai susiduria su tokiais pačiais realaus gyvenimo iššūkiais kaip ir auditorija. Tai suteikia besimokantiems internete galimybę pritaikyti savo žinias ir išbandyti įvairius praktinius metodus. Jie gali pritaikyti visus savo įgūdžius ir naujai rastą informaciją, įveikti kliūtis ir pereiti į kitą lygį. Besimokantys internetinėje veikloje gali manyti, kad jie tiesiog bando užsidirbti el. mokymosi ženklelį, tačiau iš tikrųjų jie įgyja realaus pasaulio patirtį nerizikuodami.

- Draugiškumas

Draugiška konkurencija skatina besimokančius internete daryti viską, kaip įmanoma geriau ir pranokti savo kolegas. Rimti žaidimai ir žaidybinimas gali leisti dalyviams išbandyti savo gebėjimus. Čia dažniausiai naudojamos žaidimų mechanika ir taškų arba pasiekimų lentelės. Besimokantys internetinėje svetainėje varžosi dėl aukštesnės vietos ir įrodo, kad gali pasiekti tikslą.

- Palengvina mokymąsi, pagrįstą klaidomis

Iš klaidų galima mokytis. Jos parodo mums, ką turime tobulinti. Tiek žaidybinimas, tiek rimti žaidimai apima paskatomis pagrįstą sistemą. Todėl besimokantys internete gauna iš karto reikalingą grįžtamąjį ryšį, kad nustatytų tobulintinas sritis. Kiekvienas sugeba padaryti klaidų ir tiksliai suderinti savo strategiją saugioje aplinkoje. Pavyzdžiui, internetinis besimokantysis neuždirba reikiamų taškų arba nesugeba pereiti į kitą lygį. Tai rodo, kad jis turi nepakankamų rezultatų ar įgūdžių. Kiekviena klaida, kurią daro besimokantieji internete, yra galimybė pagerinti savo žinias ir įgūdžius (Garrison, 2011; Laurillard, 2005).

2. El. mokymosi su žaidybinimo elementais

2.1. Pagrindiniai el. mokymosi veiksniai

E. pedagogika iš esmės gali būti apibrėžta kaip mokymosi struktūra, apimanti mokymo, mokymosi ir vertinimo veiklų, paremtų technologijomis, visuma.

Technologija yra pagrindinė infrastruktūra, leidžianti įgyvendinti el. mokymąsi. Naudojimosi skaitmeninėmis technologijomis ir socialiniais tinklais mastas per pastaruosius dešimtmečius sparčiai augo, ir šios technologijos yra vis labiau įtraukiamos į aukštojo mokslo dėstymą. Ugdymo

technologijos gali būti suprantamos kaip programos, kurios išnaudoja ir technologines galimybes ir programos instruktorių edukacinę kompetenciją. Tik tokiu būdu jie gali pagerinti naujųjų technologijų įsitraukimą į švietimo sistemą ir gali palengvinti reikalingų žinių suderinimo procesą. Svarbu pasirinkti optimalią technologiją, kuri leistų patikimai naudotis el. mokymosi.

Dizainas – dėl silpnos vartotojo profilio analizės, netinkamų projektavimo metodų ir nesudėtingų žaidimų schemų gali būti pasiekta prastų rezultatų.

Administravimas – el. mokymuisi administruoti reikalingos technologijos ir žmonės. Administravimas lengvai atliekamas naudojant mokymosi valdymo sistemas. Kitas ir pats svarbiausias dalykas – suteikti mokytojams galimybę valdyti žaidybinimo procesą, pritaikyti ji individualiems poreikiams ir veiklai, naudojant skirtingą mokymosi turinį, saugomą pačioje platformoje.

Žmonės – pagrindinis el. mokymosi tikslas yra suteikti žinių pasitelkiant technologijas. El. mokymasis turi būti organizuotas taip, kad studentai būtų patenkinti. Norint gerai organizuoti el. mokymąsi, būtina žinoti dalyvių išsilavinimo lygį, kompetencijos sritis, amžių, profesiją, lytį, kultūrą, įgūdžius ir t. t. Į el. mokymosi organizavimo ir diegimo procesą turėtų būti įtraukti įvairūs ekspertai.

Mokomoji medžiaga – pagal savo turinį elektroninės mokomosios medžiagos dizainas gerokai nesiskiria nuo tradicinių spausdintų variantų. Medžiaga turi būti pagrįsta tais pačiais principais ir turėtų būti padalyta į atskirus skyrius arba mokymosi skyrius ir turėtų būti tinkamai parengta turinio ir didaktikos požiūriu.

Finansai – svarbi viso el. mokymosi dalis. Reikia atsižvelgti, kiek valandų truks darbas; kiek kainuos darbo vietų įrengimas; ko mokytojams reikia jų darbui; kurios laikmenos bus reikalingos savarankiškam studentų darbui; kokių instrumentų reikės egzaminams (Urh, Vukovic, Jereb ir Pintar, 2015).

2.2. El. mokymosi tobulinimo etapai

Svarbiausi el. mokymosi su žaidybinimu tobulinimo etapai aukštajame moksle yra šie: analizė, dizainas, kūrimas, įgyvendinimas ir vertinimas.

Analizė. Pirmasis el. mokymosi tobulinimo aukštajame moksle etapas yra analizė. Ji turėtų apimti pedagogikos, technologijos, projektavimo, administravimo, žmonių, mokymosi medžiagos ir finansų sritis. Tinkamai surinkti ir išanalizuoti duomenys padeda sukurti efektyvų ir patrauklų el. mokymosi dizainą.

Planavimas – el. mokymosi planavimas turi būti atliekamas remiantis gera išankstine analize. Gauti planavimo rezultatai nurodo, ką, kodėl, kada ir kaip plėtoti el. mokymąsi. Projektavimo sąnaudos, palyginus su realios plėtros išlaidomis, yra palyginti mažos. Palyginti mažos planavimo etapo išlaidos leidžia eksperimentuoti naudojant skirtingas el. mokymosi alternatyvas.

Plėtra – el. mokymasis dažniausiai kuriamas ir įgyvendinamas internetinėje aplinkoje. Šiame etape svarbu parinkti tinkamus kūrimo įrankius ir metodą.

Įgyvendinimas – diegimo etape el. mokymasis pristatomas plačiajai visuomenei. Šioje stadijoje reikalingas sistemingas naudotojų stebėjimas. Optimalus el. mokymosi efektyvumas pasiekiamas renkant atsiliepimus iš naudotojų. Svarbu greitai prisitaikyti prie studentų, dėstytojų, mentorių ir administracijos darbuotojų, kurie dalyvauja el. mokyme, poreikių. Įgyvendinimas yra viena iš sunkiausių fazių.

Vertinimas – el. mokymosi vertinimas yra procesas, kurio metu nustatomi pasiekti el. mokymosi tikslai. Vertinama gaunama informacija apie studentų pasitenkinimą, motyvaciją, efektyvumą ir efektyvumą (Urh et al. 2015).

2.3. Vartotojo patirties elementai

Studentų pasitenkinimas el. mokymu priklauso nuo geros naudotojo patirties. El. mokymosi erdvės plėtros etape reikėtų atsižvelgti į elementus, kurie daro didžiausią įtaką vartotojo patirčiai. Svarbiausia vartotojo patirties dalis yra naudojamumas (*usability*).

Vartotojų patirties tyrimų metu dėmesys skiriamas vartotojo elgesio, poreikių ir motyvų supratimui, taikant stebėjimą, užduočių analizę ir kitas grįžtamojo ryšio metodikas. Vertinant naudojamumą pagrindinis dėmesys skiriamas analizei, kaip naudotojai išmoksta ir naudoja produktą savo tikslams pasiekti. Taip pat tiriama, ar naudotojai tuo procesu patenkinti. Informacijos architektūra orientuojasi į tai, kaip informacija organizuojama, struktūruota ir pateikiama vartotojams. Kuriant vartotojo sąsajos dizainą, daugiausia dėmesio skiria numatymui, ko gali prireikti vartotojams, ir užtikrinimui, kad sąsajos elementai būtų lengvai suprantami ir pasiekiami. Sąveikos dizainas orientuojasi į patrauklių dalykų kūrimą, interaktyvias sistemas su gerai apgalvota sąveika. Vaizdo dizainas orientuojasi į estetiškai malonią sąsaja, kuri atitinka įmonės ženklo tikslus. Turinio strategija orientuojasi į naudingo turinio rašymą planuojant kūrimą, pristatymą ir valdymą. Prieinamumas orientuojamas į tai, kaip neįgalus asmuo gali naudotis svetaine, sistema ar programa. Žiniatinklio duomenų analizė skirta tinklalapio duomenims rinkti, ataskaitoms teikti ir analizuoti.

2.4. El. mokymosi žaidybinimo elementai ir naudotojai

Aukštojo mokslo el. mokymosi su žaidybinimu modelis sukurtas norint maksimaliai padidinti studentų pasitenkinimą, motyvaciją, efektyvumą ir veiksmingumą. Šis modelis atsižvelgia į šiuolaikines švietimo teorijos ir praktikos taikymą naudojant el. mokymąsi. Šiuolaikinės efektyvaus mokymosi teorijos rodo, kad veiksmingiausias mokymasis yra tada, kai jis pagrįstas situacijų nagrinėjimu ir problemų sprendimu ir teikia tiesioginį grįžtamąjį ryšį. Žaidybinimas e. mokymosi platformose gali padidinti studentų motyvaciją. Dauguma aukštojo mokslo studentų turi asmeninius tikslus ir karjeros orientaciją. Aukštojo mokslo studentai geriau supranta pasirinkto išsilavinimo svarbą. Motyvacija aprašyto modelio studentams dar labiau padidinama naudojant žaidybinimą. Jis turi būti integruotas į modelį tokiu būdu, kad sustiprinti studentų supratimą apie švietimo svarbą ateičiai (Urh et al. 2015).

Išvados

Gerai suprojektuoti žaidybinimo elementai ir mokomieji žaidimai siūlo nuolatines galimybes žaidėjams tobulėti, jie turi pasirinkimą formuoti atsakus atsižvelgiant į keičiančius besimokančių žmonių veiksmus ir poreikius. Kitas svarbus pastebėjimas – jei norima įtraukti žaidybinimą ar žaidimus į mokymosi aplinką, labai svarbu tinkamai sukurti žaidimą, kad būtų lengva suprasti aplinką ir užduotis bei pasiekti norimus mokymosi rezultatus.

Literatūra

Garrison, D. R. (2011). E-Learning in the 21st Century: a Framework for Research and Practice. Walsworth Publishing Company, Marceline MO.

Laurillard, D. (2005). E-learning in higher education. In: Aswin, P. (Ed.), Changing Higher Education. London: Routledge,

Urh, M., Vukovic, G., Jereb, E., & Pintar, R. (2015). The model for introduction of gamification into e-learning in higher education. Procedia – Social and Behavioral Sciences 197, 388–397.

GAMIFICATION ELEMENTS IN DISTANCE LEARNING

Ana Usovaitė

Summary

Well-designed gamifications elements and educational games offer constant opportunities for players to improve, they have the option to shape responses to the changing actions and needs of learners. Another significant observation, if you want to incorporate gaming or games into a learning environment, it is very important to create the game properly so that it is easy to understand the environment and tasks and to achieve the desired learning outcomes.

Keywords: Gamification, distance course, e learning.

DAUGIALYPIS INTELEKTAS INŽINERIJOS STUDIJOSE

Dovilė Martišienė, Rasa Muleravičienė, Valdas Speičys

Kauno technikos kolegija

Įvadas

„Įtrauki, inovatyvi, reflektyvi, novatoriška...“ – taip apibūdinama šiuolaikinė visuomenė. Ją sudarantys individai yra panašūs, kartu ir skirtingi. Vieni lengviau bendraujantys, veiklūs, kiti priešingai – tylūs, nekalbūs. Juos gali sieti bendri pomėgiai, bet visi turėti skirtingų žinių. Pasak H. Gardnerio (1999), „galime ir toliau ignoruoti savo skirtingumus ir apsimetinėti, kad visi esame vienodi (…). Arba galime savo švietimą keisti ir mūsų skirtybes maksimaliai išnaudoti.“

Dažnai įgytų formalių kvalifikacijų neužtenka, reikia mokėti prisitaikyti prie kintančios aplinkos, kurios esminis veiksnys yra asmens kompetencija ir jos plėtotė. Todėl reikšmingais tampa individo veiklos gebėjimai, kurie, pasirinkus atitinkamus veiklos metodus, leistų įgytą kvalifikaciją realizuoti profesinėje veikloje pagal asmenines savybes, požiūrius ir vertybes. Dažniausiai individas nejaučia, kokios žmogiškos savybės ar intelekto tipai padeda siekti vienokių ar kitokių rezultatų ir ką reiktų tobulinti norimam rezultatui pasiekti. Tai lėmė šiame straipsnyje sprendžiamą problemą: koks daugialypio intelekto tipas dominuoja tarp studentų?

Straipsnio tikslas – išanalizuoti daugialypio intelekto dominavimą inžinerijos studijose.

Straipsnio uždaviniai:

1. Apžvelgti daugialypio intelekto tipus.
2. Nustatyti daugialypio intelekto tipus Kauno technikos kolegijoje.

Tyrimo metodai: mokslinės literatūros ir dokumentų analizė, anketinė apklausa.

Straipsnį sudaro dvi dalys: pirmoje dalyje trumpai pristatomi daugialypio intelekto tipai; antra dalis skirta daugialypio intelekto tipams nustatyti Kauno technikos kolegijoje.

1. Daugialypio intelekto tipai

Intelektas – žodis, dažnai vartojamas kasdieniame gyvenime. Tai tokių gebėjimų visuma, kaip mokytis, įsiminti, greitai perprasti

sudėtingus dalykus, rasti sprendimus, pastebėti sąsajas, kurti, reikšti mintis, valdyti emocijas, numatyti galimas priežastis, pasekmes, galimybes, gebėti pasimokyti iš patirties (Intelektas 2020).

H. Gardnerio (1983) teigimu, dviejų vienodų asmenybių, kurios turėtų vienodų proporcijų intelektus ir būtų identiški, nėra. Kokį intelekto tipą gali turėti asmenybė, lemia genetika, paveldimumas, aplinka, šeima, kelintas vaikas šeimoje, mokykla ir t. t. (Multiple-intelligences 2020). Todėl turint vienodas sąlygas, kai kuriems individams be vargo sekasi mokytis, o kitiems – ne.

Norint plėtoti daugialypį intelektą ugdant individą pirmiausia reikia stiprinti prigimtines savybes, o vėliau pereiti prie kitų sričių lavinimo. Atsižvelgdamas į platesnį žmogiškojo potencialo spektrą H. Gardneris (Gardner, 2019; Intelekto teorija, 2020), sukūrė „Daugialypio intelekto teoriją“, kurioje išskyrė 8 pagrindinius intelekto tipus (1 paveikslas), o vėliau pridėjo dar tris: religinį, egzistencinį ir moralinį (dorovinį). Ši teorija leidžia pažvelgti į savo gyvenimą, ištirti galimybes, kurias paliko vaikystėje, pavyzdžiui, meilė šokiui ar muzikai ir t. t., suteikiant galimybę apleistas savybes tobulinti įvairiuose kursuose ar lavinant pomėgius bei suvokti savo silpnąsias ir stipriąsias puses.

Matematinis-loginis	• Gebėjimas abstrakčiai samprotauti, skirti loginius ar skaičių dėsningumus, spręsti loginius galvosūkius, ieškoti priežasties ir pasekmių ryšių.
Erdvinis -vaizdinis	• Gebėjimas tiksliai suvokti vizualinį ir erdvinį pasaulinį ir kurti bei keisti jį pagal savo suvokimą, konstruoti trimačius objektus, interpretuoti diagramas, žemėlapius ir t.t.
Kūno-kinestezinis	• Gebėjimas kontroliuoti savo kūno judesius ir meistriškai valdyti objektus.
Muzikinis	• Gebėjimas kurti ir pajusti ritmą, garso aukštumą ir tembrą, išskirti instrumento skambesį melodijoje, mėgautis improvizuojantir žaidžiant su muzikos garsais.
Gamtinis	• Gebėjimas stebėti gamtą, atpažinti ir skirstyti kategorijomis augalus, gyvūnus ir kitus gamtos objektus, tausoti ją ir rūpintis..
Socialinis	• Gebėjimas skirti žmonių nuotaikas, temperamentą, motyvaciją, bendrauti su kitais socialinėje aplinkoje.
Vidinis-asmeninis	• Gebėjimas į pažinti save, gilinti į savo jausmus ir gebėjimus, juos skirti bei remtis kontroliuojant savo elgesį, pažinti savo stipriąsias ir silpnąsias puses.
Žodiisė-kalbinis	• Gerai išvystyti kalbiniai gebėjimai ir jautrumas žodžių skambesiui, ritmui, pajėgumas pakeisti nuotaiką, įtikinti ar perteikti informaciją.

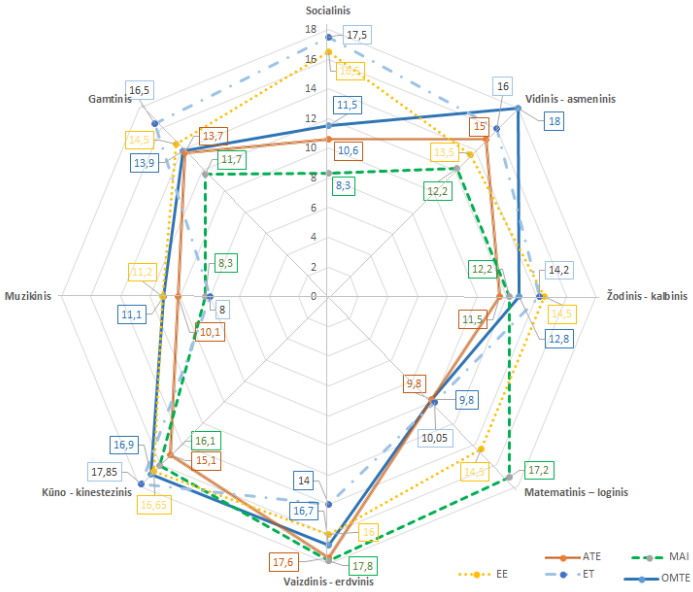
1 paveikslas. Intelekto tipai ir pagrindiniai jų bruožai
Šaltinis: remiantis H. Gardneriu (1983)

Daugialypio intelekto teorija siūlo neapsistoti prie vieno lavinimo būdo, o taikyti kelis. Pavyzdžiui, mokotės apie verslo plano sudarymą, galite skaityti apie tai (lingvistinė inteligencija), studijuoti matematines formules (loginė-matematinė), nagrinėti grafines diagramas (erdvinė) ir t. t. Įvairūs mokymo(-si) būdai leidžia surasti efektyviausią mokymo(-si) strategiją.

Kai yra žinomi savi gebėjimai, lengviau prisitaikyti prie kintančios aplinkos, realizuoti save profesinėje veikloje, įgyti norimą profesiją ar kvalifikaciją bei siekti gerų rezultatų.

2. Daugialypio intelekto tipai KTK

Tyrimas atliktas Kauno technikos kolegijoje. Buvo apklausta 120 šių specialybių pirmo kurso studentų: orlaivių mechanizmų techninio eksploatavimo (OMTE), medžiagų apdirbimo inžinerijos (MAI), automobilių techninio eksploatavimo (ATE), elektros energetikos (EE), elektronikos technikos (ET). Studentų amžius – nuo 19 iki 22 metų. Apklausos anketa buvo parengta remiantis A. Smith (1999). Iš viso buvo 40 teiginių, iš kurių po 5 teiginius kiekvienam intelekto tipui, kurie įvertinti balais. Gauti rezultatai pateikti grafiškai (2 paveikslas).



2 paveikslas. I kurso OMTE, MAI, ATE, EE, ET specialybių intelekto tipai
Šaltinis: sudaryta autorių

Kaip matome iš 2 paveikslo, tarp pirmo kurso respondentų intelekto tipai pasiskirsto taip:

- EE, ET studijų programose vyrauja kūno – kinestezinis (17,2);
- ATE ir MAI studijų programose – vaizdinis-erdvinis (17,7);
- OMTE studijų programose – vidinis-asmeninis (18).

Antrasis ryškiausiai matomas intelekto tipas yra EE ir ET studijų programose socialinis (17), MAI studijų programoje – matematinis-loginis (17,2), OMTE ir ATE studijų programoje kūno-kinestezinis (16).

Mažiausiai dominuojantys intelekto tipai yra: MAI studijų programoje muzikinis ir socialinis (8,3), ET studijų programoje – muzikinis (8), taip pat EE studijų programoje (11,2), OMTE ir ATE studijų programose matematinis-loginis (9,8).

Kadangi individai gali turėti ne vieną tipą, dar reikėtų išskirti MAI studijų programoje kūno-kinestezinį (16,1), EE ir OMTE programose vaizdinį-erdvinį (16,3), ATE ir ET programose vidinį – asmeninį (15,5). Likę intelekto tipai tarp respondentų pasiskirstę panašiai.

Apibendrinant galima teigti, kad tarp I kurso studentų labiausiai dominuoja kūno-kinestezinis, vaizdinis-erdvinis ir vidinis-asmeninis intelekto tipai. Techninio profilio specialybėse labiau reikėtų skatinti matematinį-loginį intelekto tipą, t. y. studentus skatinti daugiau analizuoti duomenis, skatinti dedukcinį mąstymą, naudoti kompiuterines diagramas, braižyti, skaičiavimams atlikti naudoti programas ir t. t.

Išvados

1. Apžvelgus H. Gardnerio daugialypio intelekto teorijos tipus matyti, kad kiekvieno individo veikloje jie reiškiasi skirtingai ir dažniausiai dominuoja 2–3 intelekto tipai.
2. EE, ET, OMTE, MAI ir ATE pirmo kurso studijų programose dominuoja šie tipai: EE ir ET studijų programoje – kūno-kinestezinis; ATE ir MAI – vaizdinis-erdvinis, OTE – vidinis-asmeninis. Mažiausiai dominuojantys tipai yra šie: matematinis-loginis ATE ir OMTE studijų programose, o MAI, EE, ET studijų programose – muzikinis ir socialinis.

Literatūra

Gardner, H. (1999). Intelligence Reframed. Multiple intelligences for the 21st century. New York: Basic Books.

Gardner, H. (1983). Frames of Mind: The theory of multiple intelligences. New York: Basic Books.

Gardner, H. (2019). Multiple intelligences and education. http://infed.org/mobi/howard-gardner-multiple-intelligences-and-education

Intelekto teorija. (2020). https://lt.wikipedia.org/wiki/Intelekt%C5%B3_%C4%AFvairov%C4%97s_teorija

Intelektas. (2020). https://lt.wikipedia.org/wiki/Intelektas

Multiple-intelligences. http://www.institute4learning.com/resources/articles/multiple-intelligences

Veblauskaitė E. (2009). Pradinių klasių mokinių konstrukcinio intelekto ir kūrybiškumo sąsajos.
http://talpykla.elaba.lt/elaba-fedora/objects/elaba:2078378/datastreams

Smith A. (1999). Accelerated Learning in the Classroom. Network Educational Press Ltd. www.gedminai.lt/n/wp-content/uploads/2012/01/MOKOMOJI-M.-Nr-4.docx

Veterienė, J. (2014). Daugialypis intelektas.
http://www.marsc.lt/files/marsclt/MokMedziaga/12_tema_Teorine_vaizdine_medziaga_Daugialypis_intelektas.pdf

MULTIPLE INTELLIGENCE IN ENGINEERING STUDIES

Dovilė Martišienė, Rasa Muleravičienė, Valdas Speičys

Summary

The modern innovative environment stimulates an interesting, complete and sufficiently intense life. This is related to teaching / learning environment too. Not everyone accepts innovation equally. Some succeed in understanding everything quickly, while others have difficulty. This led to a review and study of what types of multiple intelligence dominate in engineering studies. Similar research has already been done, but this study reflects the situation of Kaunas Technical College.

Keywords: H. Gardner, multiple intelligence, types of intelligence.

SERVQUAL METODIKOS TAIKYMAS VERTINANT NUOTOLINIO KURSO DĖSTYMĄ

Ana Usovaitė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Aukštojo mokslo kokybės samprata gali būti apibrėžiama kaip sąlygų ir nuostatų rinkinys, kuris turėtų būti prieinamas mokymosi procese, siekiant patenkinti studentų poreikius ir lūkesčius. Vertinant ir analizuojant studentų reakciją į paslaugų kokybę, reikia atsižvelgti į daugelį gana svarbių klausimų, nes jų atsakas svarbus ir reikšmingas norint pagerinti rezultatus, įskaitant mokymo aspektą bei mokymo programos kūrimą ir vykdymą (Nair, Murdoch ir Mertova, 2011; Ulewicz, 2014; Asefi, Delaram, Deris, 2017).

Aišku, bet koks realus procesas gali būti kokybiškai patobulintas. Aukštojo mokslo sritis, kaip ir daugelis paslaugų sektorių, stengiasi išmatuoti savo teikiamų paslaugų kokybę. Dažniausiai naudojama paslaugų kokybės matavimo technika (Parasuraman, Zeithaml ir Berry, 1988; Sahney, Banwet ir Karunes, 2004) yra SERVQUAL modelis. SERVQUAL metodika sukurta Parasuraman A. ir kt. (1988). Autoriai įvertino paslaugų kokybę ir palygino rezultatus su klientų lūkesčiais dėl tos pačios paslaugos.

Pasak Parasuraman ir kt. (1988), nepriklausomai nuo teikiamų paslaugų rūšies, vartotojai iš esmės taiko vienodus kokybės vertinimo kriterijus. Paslaugų kokybės suvokimas yra apibendrinta klientų nuomonė apie suteiktą paslaugą po sėkmingos ar nesėkmingos patirties.

1. SERVQUAL metodikos taikymas

SERVQUAL metodikos privalumai (Asubonteng, McCleary ir Swan, 1996):

- SERVQUAL metodas gana paprastai, patikimai taikomas ir vykdomas, nereikalauja didelių, sudėtingų investicijų.
- SERVQUAL metodika skirta nagrinėti ir vertinti esamą organizacijos teikiamų paslaugų kokybę.
- SERVQUAL metodika suteikia galimybę gauti išsamius duomenis apie organizacijos klientų norus ir pageidavimus, susijusius su paslaugų kokybe.

- SERVQUAL metodika leidžia nustatyti klientų lūkesčius ir atsižvelgti į juos siekiant tobulinti paslaugas.

Dauguma SERVQUAL metodikos naudotojų pripažįsta, kad išsamus ir visapusiškas paslaugų poreikių ir paslaugų kokybės tyrimas suteikia neįkainojamą požiūrį į paslaugų kokybės gerinimą. SERVQUAL pateikia išsamią informaciją apie:

- klientų aptarnavimo suvokimą (standartas, kurį nustato klientai);
- klientų suvokimo rodiklių lygį;
- klientų komentarus ir pasiūlymus;
- darbuotojų nuomonę apie lūkesčius ir klientų pasitenkinimą.

SERVQUAL metodikos **trūkumai** (Asubonteng et al. 1996):

- Sudarant SERVQUAL metodikos instrumentarijų, labai svarbus jo adaptavimas pagal tiriamų paslaugų specifiką. Nuo to priklauso tyrimo rezultatai.
- SERVQUAL metodo duomenų patikimumas tiesiogiai priklauso nuo respondentų atsakymų objektyvumo. Jei tarp respondentų dominuoja išankstinis nusistatymas ar abejingumas, anketos gali būti pildomos atmestinai, neįsigilinant į klausimų specifiką.
- Pagal SERVQUAL metodą kokybė yra vertinama klientų pasitenkinimu, nors pasitenkinimas yra tik vienas iš požiūrio į kokybę niuansų.
- Kai kurie tyrimai kelia abejonių dėl minėtų penkių parametrų pagrįstumo ir lygiaverčio metodo taikymo visose paslaugų srityse.
- Norėdami surasti atsakymą į pagrindinį klausimą „Ko trūksta klientui arba ko jis nori iš mūsų?“, būtina atlikti tris nuoseklius veiksmus:
  - nustatyti organizacijos / įmonės teikiamų paslaugų kokybės lygį;
  - nustatyti, kokių kriterijų reikia norint apibrėžti teikiamų paslaugų / produktų kokybę;
  - patikrinti gautų tyrimų rezultatų objektyvumą ir patikimumą.

Klientai suvokia teikiamos paslaugos kokybę pagal jų įgytą patirtį. Palankios arba nepalankios vartotojų patirtys, taip pat jų teigiamos ir neigiamos emocijos gali turėti didelę įtaką suvokiamai paslaugų kokybei. Be to, klientų vertinimai priklausys nuo palyginimų su ankstesne aprantavimo patirtimi pas konkurentus.

SERVQUAL metodika yra penkių lygių (spragų) kokybės valdymo modelis (1 paveikslas). Šis modelis padeda organizacijai pagerinti suteikiamų

paslaugų kokybę. Tačiau pateiktas modelis nėra vienintelis būdas, kuriuo klientai naudojasi vertindami paslaugą. Jie taip pat gali naudoti penkis plačios apimties aspektus kaip sprendimo kriterijus: apčiuopiamumą, patikimumą, atsakingumą, užtikrinimą ir empatiją (Abu, Ilias, 2008):

- apčiuopiamumas: fiziniai įrenginiai, įranga ir personalo išvaizda;
- patikimumas: galimybė patikimai ir tiksliai atlikti pažadėtąją paslaugą;
- atsakingumas: noras padėti klientams ir greitai teikti paslaugas;
- užtikrinimas: darbuotojų žinios ir pagarba, jų gebėjimas įgyti pasitikėjimą;
- empatija: rūpestingas, individualus dėmesys.

Apčiuopiamumas apima visus materialius dalykus, t. y. viską, ką klientas gali pajausti arba apčiuopti. Tai fiziniai aspektai, įranga, pastato fasadas, mokymo įstaigos informacinės medžiagos. Šis paslaugų kokybės matas susijęs su viskuo, kas siejasi su daiktais, panaudotų paslaugų teikimo procese. Pavyzdžiui, patalpų išvaizda ir įrengimas, darbuotojų išvaizda, interjeras ir patalpų švara.

Patikimumas turėtų būti suprantamas kaip organizacijos arba įstaigos gebėjimas užtikrinti tinkamai ir laiku atlikti tai, ką garantuoja savo klientams. Patikimumas yra organizacijos gebėjimas daryti savo klientams tai, ką ji pažadėjo daryti be trūkumų ir nepriekaištingai. Patikimumas – įstaigos gebėjimas teikti paslaugas teisingai ir patikimai, tiksliai ir laiku įvykdyti pažadus. Dėstytojo gebėjimas rengti nuolat įdomias ir naudingas paskaitas; gebėjimas paskaitų metu pateikti informaciją, kuri būtų vertinga studento siekiamai kvalifikacijai; dėstytojo gebėjimas pasitaisyti padarius klaidą.

Atsakingumas reiškia, kaip lengvai, atsižvelgiant į klientus, organizacijos atstovai reaguoja į jų pageidavimus ir prašymus. Atsakingumas – nuoširdus personalo noras ir gebėjimas išgirsti klientą ir jam padėti, klientų aptarnavimo efektyvumas. Pavyzdžiui:

- kaip greitai įvykdomas užsakymas;
- kaip draugiškai ir nuoširdžiai personalas vertina klientą;
- kaip darbuotojai reaguoja į klientų skundus, pastabas, komentarus ir pan.

Atsakingumas – rodiklis, leidžiantis klientui jausti, kad organizacija jam nėra abejinga ir visada pasirengusi padėti, paslaugos teikėjo pasirengimas padėti klientui nedelsiant išspręsti kilusias problemas, gebėjimas išpildyti jų poreikius. Dėstytojo gebėjimas greitai atsakyti į studentų poreikius, noras padėti išspręsti studentams kilusias problemas.

Užtikrinimas – personalo žinios, gebėjimai, kompetencija, atsakomybė ir galėjimas įgyti klientų pasitikėjimą.

Svarbu paslaugą teikiančio personalo kompetentingumas, paslaugumas, mandagumas, pagarba klientui, dėstytojo kompetentingumas, jo nešališkumas vertinant studento darbus, noras diskutuoti su studentais, atsakyti į jų klausimus, šiltas bei pozityvus bendravimas su studentais.

Empatija – tai rūpestis ir individualus dėmesys klientams, gebėjimas suprasti klientą, jo pageidavimus, domėjimasis kliento poreikiais. Dėstytojo gebėjimas „išgirsti“ individualius studentų poreikius, nuoširdžiai domėtis studentų lūkesčiais, juos motyvuoti. Empatija parodo, kiek suprantami kiekvieno kliento individualūs poreikiai, kliento ypatumų įvertinimas, noras suprasti jo poreikius, juos patenkinti teikiant tinkamas individualizuotas paslaugas. Savo ruožtu tai leidžia klientui pajausti, kad organizacija jį supranta.

2. Tyrimo priemonės

Tyrimo anketą sudaro trys dalys: pirmoje dalyje pateikiamos pirmosios studijų pakopos studentų demografinės charakteristikos, tokios kaip amžius, lytis ir balų vidurkis. Antroje dalyje naudojamas SERVQUAL metodikos klausimynas vertinant studentų lūkesčius ir paslaugų kokybės santykį. Į šį klausimyną įtraukta 19 klausimų, apimančių penkis paslaugų kokybės vertinimo metmenis:

- apčiuopiamumas (angl. *tangibles*) (3 klausimai);
- patikimumas (angl. *reliability*) (5 klausimai);
- atsakingumas (angl. *responsiveness*) (3 klausimai);
- užtikrinimas (angl. *assurance*) (4 klausimai);
- empatiškumas (angl. *emphathy*) (4 klausimai).

SERVQUAL skalė buvo parengta pagal Parasuraman ir kt. (1991). Be to, panaudota 5 taškų Likerto skalė, pradedant nuo „Visiškai nesutinku“ (1) iki „Visiškai sutinku“ (5) („Visiškai nesutinku“, „Nesutinku“, „Nei sutinku, nei nesutinku“, „Sutinku“, „Visiškai sutinku“). Susipažinimui su studentų lūkesčiais ir suvokimu apie aukštojo mokslo įstaigos paslaugų kokybę galima apklausti universiteto nuotolinių kursų dalyvius. Toliau pateikta apklausos anketa.

I. Apčiuopiamumas (angl. *tangibles*)
T1. Ar fakultetas turi modernią nuotoliniam kursui reikalingą įrangą (auditorijas, laboratorijoas, kompiuterius, programinę įrangą, projektorius ir pan.).
T2. Ar nuotolinis kursas vyko visiems studentams patogiu laiku?
T3. Ar nuotolinis kursas lengvai ir patogiai prieinamas studentams bei nuolat atnaujinamas ir tobulinamas (studijų programų aprašai, studijų tvarkos, lankstinukai, metodiniai nurodymai, mokslinių tyrimų ištekliai ir pan.).
II. Patikimumas (angl. *reliability*)
RL1. Ar nuotolinio kurso susitikimai vyksta pagal iš anksto paskelbtą tvarkaraštį arba asmeniškai susitarus?
RL2. Ar studentai laiku ir tiksliai informuojami apie tam tikras nuotolinio kurso veiklas ir rengimo etapus (peržiūras, pristatymus, gynimus ir pan.)?
RL3. Ar dėstytojas stebi ir tiksliai fiksuoja baigiamojo darbo rengimo pažangą (dalyvavimas konsultacijose, peržiūrose, tarpiniuose atsiskaitymuose ir pan.)?
RL4. Ar dėstytojas turi objektyvius ir aiškius dalyko vertinimo kriterijus ir tinkamai informuoja studentus apie atliktų darbų vertinimų rezultatus?
RL5. Ar nuotolinio kurso metodinė medžiaga aiški ir lengvai suprantama studentams?
III. Atsakingumas (angl. *responsiveness*)
RS1. Ar studentų pageidavimai, prašymai ir reikalavimai tvarkomi, sprendžiami laiku ir greitai?
RS2. Ar dėstytojas noriai padeda studentams?
RS3. Ar dėstytojas visada palankiai vertina studentų klausimus ir komentarus?
IV. Užtikrinimas (angl. *assurance*)
A1. Ar studentai pasirengę ir turi pakankamai žinių bei kompetencijų išklausyti šį kursą?
A2. Ar dalyko tematika ir turinys atitika studijų programos tikslą?
A3. Ar dėstytojai turi reikiamas dalyko žinių bei tinkamų bendravimo su studentais įgūdžių?
A4. Ar dėstytojai teikia profesionalius atsakymus į studentų dalykinius klausimus?
V. Empatiškumas (angl. *emphathy*)
E1. Ar dėstytojai supranta studentų poreikius, rodo teigiamą požiūrį studentų atžvilgiu ir kiekvienam studentui skiria individualų dėmesį?
E2. Ar dėstytojai vienodai ir su pagarba vertina studentus?
E3. Ar dėstytojai pakankamai pasirengė nuotoliniam kurso dėstymui?
E4. Ar fakultete atsižvelgiama į studentų atsiliepimus tobulinant nuotolinį kurso dėstymą?

Išvados

Išanalizavus studijų kokybės įvertinimo problemas nagrinėjančių autorių publikacijas, pastebėta, kad tema labai aktuali, o jai spręsti dažniausiai taikoma SERVQUAL metodika. Akivaizdu, kad labai svarbu sužinoti studentų nuomonę, nes būtent studentai gauna mokymo paslaugą. Studentų nuomonę tirti pagal SERVQUAL metodiką reikia atsižvelgiant į tyrimo tikslus, adaptuojant standartinį SERVQUAL metodikos klausimyną. Atsižvelgusi į SERVQUAL metodikos klausimyną ir anketos sudarymo rekomendacijas bei nuotolinių kursų dėstymo specifiką, autorė sudarė tyrimų anketą, kurią sudaro 19 klausimų.

Literatūra

Abu, H.H.F., Ilias, A. (2008). Service Quality and Student Satisfaction: A Case Study at Private Higher Education Institutions. *International Business Research*, *1*(1), 163–175.

Asefi, F., Delaram, M., & Deris, F. (2017). Gap between the Expectations and Perceptions of Students regarding the Educational Services Offered in a School of Nursing and Midwifery. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, *11*(4), JC01–JC04.

Asubonteng, P., McCleary, K. J., & Swan, J. E. (1996). SERVQUAL revisited: a critical review of service quality. *Journal of Services Marketing*, *10* (6), 62–81.

Nair, C. S.; Murdoch, N., & Mertova, P. (2011). Benchmarking the student experience: The offshore campus experience. *The TQM Journal 23*(6), 585–597, 2011.

Parasuraman, A., Berry, L. L., & Valarie, A. Z. (1991). Refinement and reassessment of the SERVQUAL scale. *Journal of Retailing, 67*, 420–450.

Parasuraman, A., Zeithaml, V. & Berry, L. (1988). SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality. *Journal of Retailing 64*(1), 12–40.

Sahney, S., Banwet, D.K., & Karunes, S. (2004). A SERVQUAL and QFD approach to total quality education: a student perspective. *International Journal of Productivity and Performance Management, 52* (1/2), 143–166.

Ulewicz, R. (2014). Application of servqual method for evaluation of quality of educational services at the university of higher education. *Polish Journal of Management Studies, 9*, 254–264.

SERVQUAL METHODOLOGY IN EVALUATION OF DISTANCE COURSE TEACHING

Ana Usovaitė

Summary

After analyzing the publications of the authors examining the problems of study quality assessment, it was noticed that the topic is very relevant, and the SERVQUAL methodology is most often used to solve it. In order to survey students' opinions using the SERVQUAL methodology, it is necessary to adapt the standard SERVQUAL methodology questionnaire taking into account the objectives of the study. Taking into account the SERVQUAL methodology questionnaire and the recommendations for compiling the questionnaire, as well as the specifics of teaching distance courses, the authors compiled a research questionnaire consisting of 19 questions.

Keywords: SERVQUAL, distance courses, e-learning, evaluation.

CAM PROGRAMŲ PRITAIKOMUMAS MOKYMO PROCESE

Violeta Vilkevič, Mantas Juchnevičius

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija

Įvadas

CAD/CAM kompiuterinės programos skirtos projektavimo ir gamybos paruošimo procesams automatizuoti. Yra daug prieinamų ir nesunkiai išmokstamų naudotis programų, kurios laikomos būtinomis gamybos įmonei, siekiančiai išlikti konkurencingai. Studentai, studijų metu įgiję detalių projektavimo ir technologinių procesų modeliavimo patirties, gali šias žinias veiksmingai pritaikyti realioje gamybinėje aplinkoje. Straipsnyje apžvelgiami detalių mechaninio apdirbimo kompiuterinio projektavimo programa *Edgecam* ypatumai, *Edgecam* ir *Mastercam* programų taikymo studijų procese privalumai ir trūkumai.

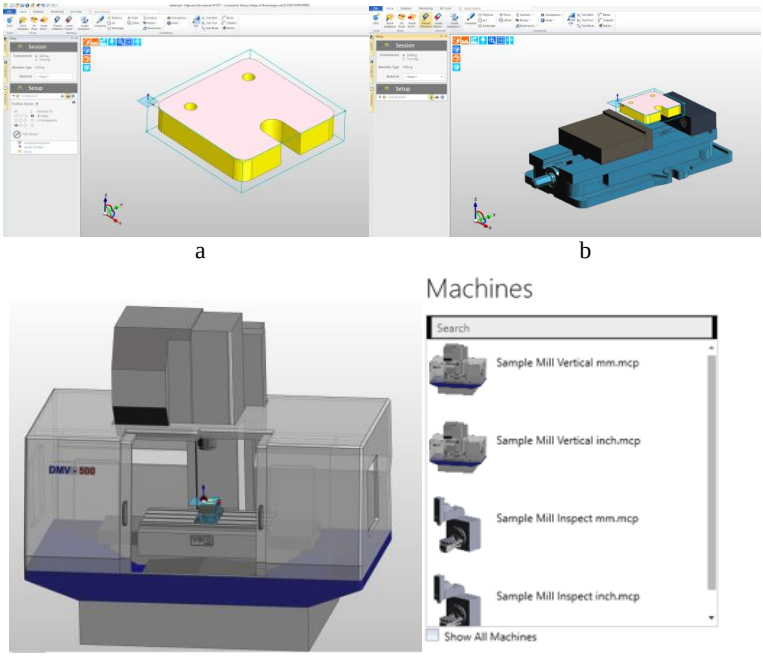
1. Detalių mechaninio apdirbimo modeliavimas *Edgecam* programa

Edgecam yra firmos *Pathtrace* sukurta kompiuterizuoto mechaninio apdirbimo sistema, skirta CNC staklių įrankio valdymo programoms sudaryti. Šiuo programiniu paketu galima atlikti frezavimo, kombinuoto frezavimo ir tekinimo, tekinimo apdirbimo modeliavimą ir simuliaciją (Edgecam; Šablevičius, 2006). *Edgecam* programa Vilniaus technologijų ir dizaino kolegijoje taikoma paskutinio kurso mechanikos inžinerijos studijų studentų mokymo procese. Tai viena pirmųjų CAM programų, naudojamų kolegijos studentams mokyti (Vilkevič, 2015). Kad galėtų tinkamai naudoti šią programą, studentai turi suprasti brėžinyje pateiktą visą detalei pagaminti reikalingą informaciją, gebėti CAD programomis kurti erdvinius detalės modelius, mokėti parengti detalės gamybos technologiją, išmanyti metalų apdirbimo įrenginius ir gamybos įrankius.

Detalės mechaninio apdirbimo technologiniam procesui sudaryti *Edgecam* programa, kaip ir *Mastercam* programa, reikia sukurti detalės erdvinį modelį. Modeliuoti galima ir CAM terpėje, tačiau CAD programos turi geresnių projektavimo galimybių. Studentai, išbandę tiek

Edgecam, tiek *SolidWorks* trimačių objektų kūrimo įrankius, nedvejodami pasirenka modeliuoti CAD programa.

Įkėlus detalės modelį į programą, pagal detalės parametrus parenkamas ruošinys ir nustatomas nulinis taškas. Ruošinį galima pasirinkti iš ruošinių bibliotekos arba suprojektuoti patiems pagal detalės matmenis ir formą (1 pav., a). Tuomet įkeliami tvirtinimo elementai ir nustatomas ruošinio užspaudimo gylis (1 pav., b). Paskui parenkamos staklės (1 pav., c). Skirtingai nei *Mastercam* programoje, tolesniam darbui būtina iš sąrašo parinkti konkretaus tipo stakles (1 pav., d).



1 paveikslas. Projektavimo žingsniai

Edgecam programinė įranga maksimaliai priartina studentą prie realių gamybos sąlygų, nes pasižymi erdvine staklių darbo zonos vizualizacija, turi plačias staklių, pjovimo įrankių, ruošinio medžiagų, tvirtinimo elementų bibliotekas. Modeliuojant gamybos procesus, svarbus vaidmuo tenka *Edgecam* programos naudotojui. Sprendimai dėl staklių tipo parinkimo, detalių fiksavimo staklėse, ruošinio dydžio ir

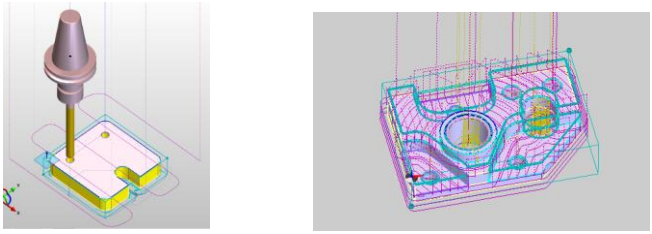
detalės mechaninio apdirbimo operacijų atlikimo tvarkos yra darbo dalis, kur turi dalyvauti kvalifikuotas žmogus.

Toliau modeliuojant technologinį procesą, parenkami apdirbamieji paviršiai: kiaurymės, kišenės, išdrožos, frezavimo paviršiai ir t. t. Sudarytą apdirbamųjų paviršių sąrašą galima koreguoti.

Kitas darbo programa žingsnis – apdirbimo proceso modeliavimas. Naujesnėje *Edgecam* programos versijoje atsirado papildoma galimybė – apdirbimo operacijų planavimas (2 pav.). Tai automatiniu būdu pagal parinktus paviršius sugeneruotas detalės technologinio apdirbimo maršrutas. Jį prireikus galima redaguoti: keisti operacijas vietomis, trinti nereikalingas ir pan. Pasirinkus tinkamas operacijas, sumodeliuojamas detalės apdirbimo procesas (3 pav.), nubraižomos įrankio trajektorijos (4 pav.).

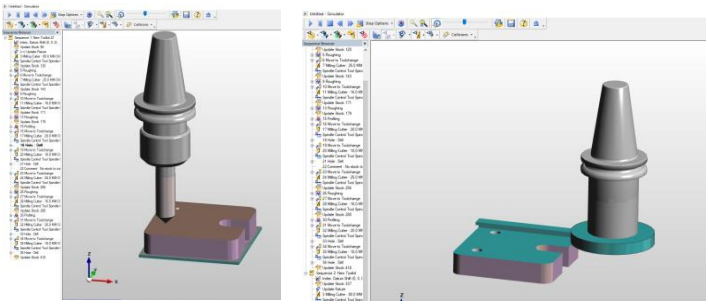
2 paveikslas. Apdirbimo planavimas

3 paveikslas. Technologinis procesas



a b

4 paveikslas. Įrankio trajektorijos



a b

5 paveikslas. Apdirbimo operacijų simuliacijos *Edgecam* programa

Dar vienas CAM programų privalumas – sudarytą detalės mechaninio apdirbimo programą galima peržiūrėti simuliaciniu režimu (5 pav.). Čia ne tik galima vizualiai stebėti detalės apdirbimo procesą, bet ir aptikti klaidas, t. y. jei įrankis atsiremia į ruošinį ar bet kurią staklių dalį, ta vieta pažymima raudona spalva ir tuomet galima imtis priemonių, norint to išvengti.

Sumodeliavus detalės apdirbimą, generuojamas detalės mechaninio apdirbimo NC kodas.

2. *Edgecam* ir *Mastercam* naudojimo studijų procese privalumai ir trūkumai

Privalumai:

- Studentai, studijų metu įsisavinę inžinerinės grafikos, kompiuterinio modeliavimo, pjovimo procesų ir įrankių, technologinių įrenginių, įrangos projektavimo dalykų medžiagą, įgytas žinias gali praktiškai pritaikyti dirbdami CAM programomis.

- Įgiję darbo su šiomis projektavimo sistemomis patirties, studentai, baigę studijas, galės dirbti įmonėse, kurių gamyba grindžiama moderniomis technologijomis.

Trūkumai:

- Šių programų nemokamai prieinamos yra tik demonstracinės versijos. Dėl šios priežasties, neturint visos darbui skirtos programos, tam tikros funkcijos yra ribotos, pvz., negalima sugeneruoti NC kodo ar įkelti JPEG failų.
- Trūksta metodinės literatūros, padedančios išmokti dirbti šiomis specializuotomis kompiuterių programomis.

Išvados

1. Nors detalių gamybos procesų modeliavimo *Edgecam* ir *Mastercam* programomis principai panašūs, šiek tiek skiriasi jų darbinė aplinka.
2. Didesnis studentų kiekis įvaldytų CAD-CAM programų rodo jų teorinių ir praktinių žinių kompetencijų lygį. Šie įgūdžiai leidžia jiems, baigus studijas, lengviau įsilieti ir įsitvirtinti į šiuolaikinę, vis reiklesnę darbo rinką.

Literatūra

Edgecam. http://edgecam.com

Šablevičius, R. (2006). „Edgecam“ – naujas vardas metalo apdirbimo srityje Lietuvoje. *Mokslas ir technika*: Lietuvos MA ir Lietuvos inžinierių sąjungos mėnesinis žurnalas, Nr. 7–8.

Vilkevič, V. (2015). Edgecam projektavimo sistemos naudojimas studentų mokymui. *Inžinerinė ir kompiuterinė grafika: konferencijos pranešimų medžiaga*, 113–116.

APPLICABILITY OF CAM PROGRAMS TO THE TEACHING PROCESS

Mantas Juchnevičius, Violeta Vilkevič

Summary

Newest technologies are increasingly used in modern production of machine components. Students, who during their studies gained the experience of working with computer design systems , can use this knowledge effectively in a real manufacturing environment. This article reviews the advantages and disadvantages of using CAM design system in the teaching process.

Keywords: CAM applications, CNC Programming Software, machining of parts.

KRUMPLIARAČIŲ DXF FAILŲ IMPORTAVIMAS Į SOLIDWORKS PROGRAMĄ

Darius Mačiulis

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

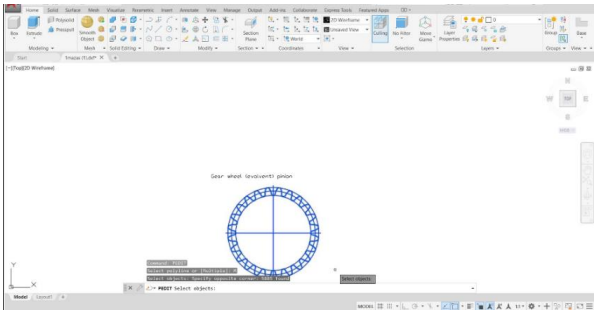
Naudojant SOLIDWORKS programą krumpliaračiams projektuoti, gana dažnai projektuotojams ir studentams iškyla dxf failų konvertavimo problema. Krumpliaračio profilio dxf failas sugeneruojamas nemokamomis internetinėmis krumpliaračių skaičiavimo programomis, taip pat mechanikų naudojamomis MDESIGN programos senesnėmis versijomis, pvz., MDESIGN 14. Dažnai dxf faile krumpliaračio profilis būna pavaizduotas iš daugelio atskirų primityvų, kuriuos gana keblu importuoti į SOLIDWORKS programą. Šiame straipsnyje konkrečiu pavyzdžiu nagrinėjamas krumpliaračio dxf failo, gauto iš MDESIGN 14, importavimas į SOLIDWORKS programą.

1. Dxf failo importavimo į SOLIDWORKS programos failą veiksmų seka

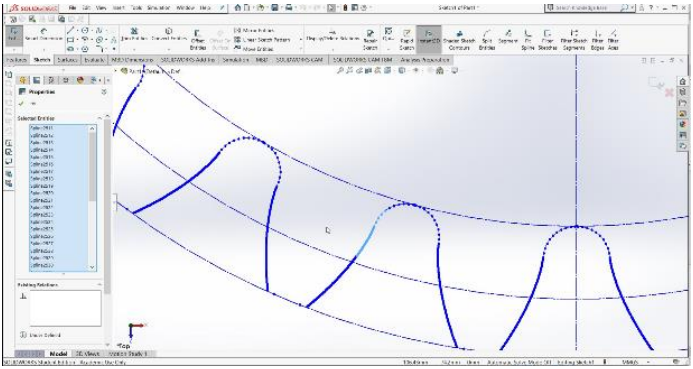
Panagrinėkime MDESIGN 14 dxf faile gauto krumpliaračio konvertavimo į SOLIDWORKS pavyzdį.

Tiesiogiai importuodami dxf failą į SOLIDWORKS programą, gauname daug pavienių primityvų, kuriuos sunku sujungti į bendrą viso krumpliaračio profilį. Pirmas žingsnis būtų atlikti pakeitimus „AutoCAD“ programa, t. y. paversti profilį nenutrūkstama linija.

Atlikus veiksmus „AutoCAD“ programa, gautas profilis yra paprasčiau importuojamas į SOLIDWORKS programą (1 pav.). Patikriname, ar turimame dxf faile teisingai atvaizduoti apskritimai, jeigu matome elipses, pakeičiame jas apskritimais. Pažymėję visus krumpliaračio profilio elementus komanda *pedit*, gauname vientisą kontūrą *polyline*. Tada gautą kontūrą komanda *spline cv* padarome vientisu kontūru *spline* ir tuomet keliame į SOLIDWORKS (2 pav.).

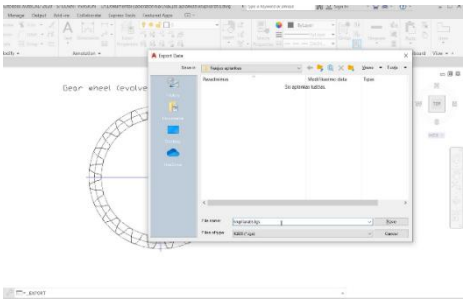


1 paveikslas. dxf failas, importuotas į „AutoCAD“

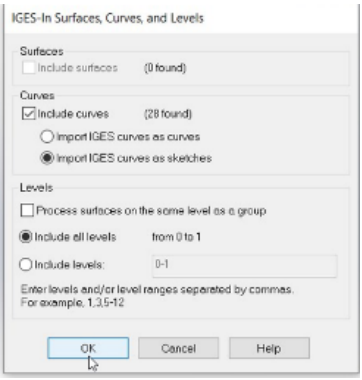


2 paveikslas. Kontūras, įkeltas į SOLIDWORKS

Daugeliui primityvų įkelti vienu metu taikysime kitą būdą – eksportuosime į igs failą (3 pav.).

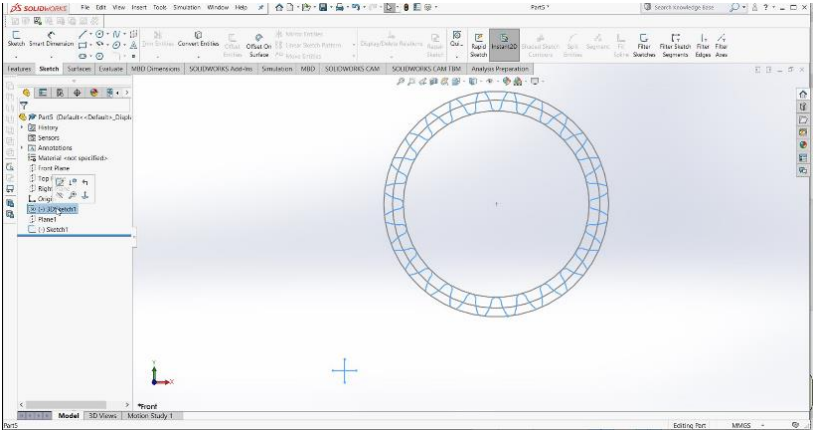


3 paveikslas. Eksportavimas į igs failą



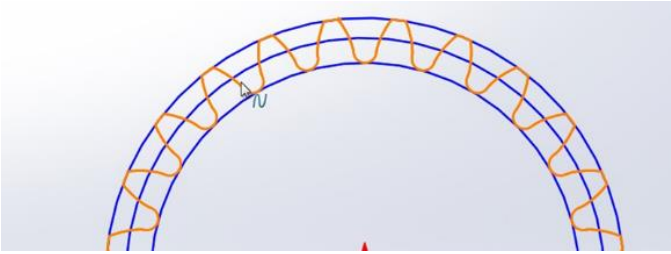
4 paveikslas. Importavimas į SOLIDWORKS failą

Importavus į SOLIDWORKS programą (4 pav.), atliekami šie pakeitimai: kopijuojame 3D eskizą ir įklijuojame bet kurioje projekcijų plokštumoje (5 pav.).



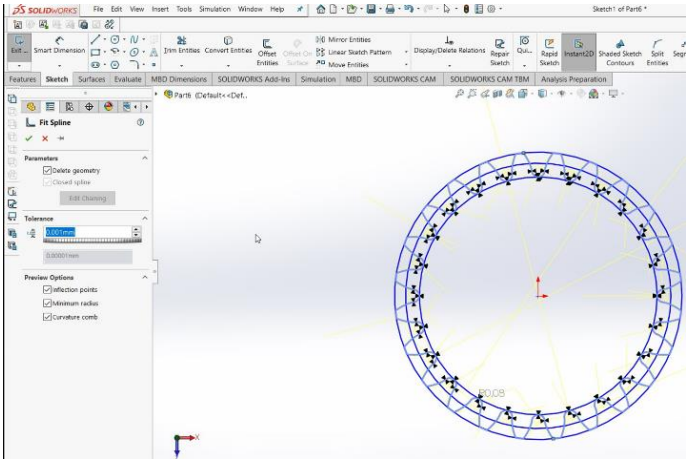
5 paveikslas. Eskizas įklijuotas projekcijų plokštumoje

Gauname 2D eskizą, sudarytą iš lekalinių kreivių *spline* (6 pav.).



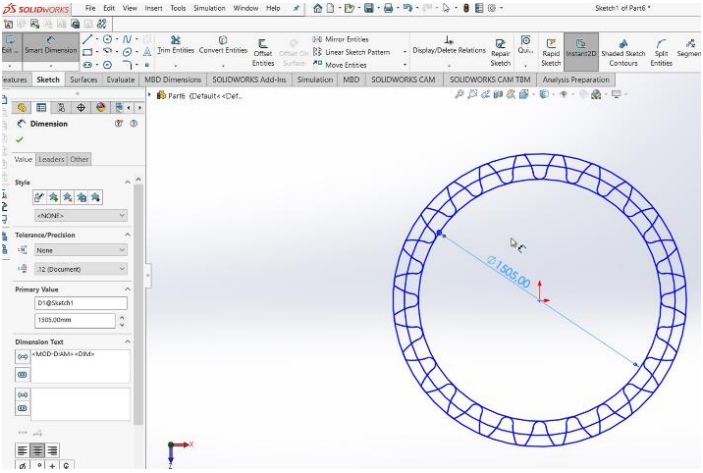
6 paveikslas. Eskizas, sudarytas iš kreivių *spline*

Eskizui galima pritaikyti komandą *Fit splane* (7 pav.).



7 paveikslas. Komanda *Fit splane* SOLIDWORKS aplinkoje

Gavus ištisinį *spline* profilį, turime gana tikslų krumpliaračio profilį (8 pav.). Jį galime išsaugoti kaip atskirą 2D profilį ar bloką ir redaguoti erdvinėmis SOLIDWORKS komandomis. Tokiu būdu SOLIDWORKS programoje projektuojamos ir kinematinės krumpliaračių sistemos, pvz., greičių dėžės ir pan., atliekama jų judėjimo analizė, gaunami darbo brėžiniai.



8 paveikslas. Ištisinis *spline* profilis SOLIDWORKS aplinkoje

Išvados

Yra didelė dalis tiek mokamų, tiek nemokamų, internetinių ir instaliuojamų į kompiuterį programų, skirtų krumpliaračiams apskaičiuoti. Jos sugeneruoja krumpliaračio profilį dxf failo formatu, todėl studentams, besimokantiems dirbti SOLIDWORKS programa, yra naudinga susipažinti su dxf failo konvertavimo ir importavimo į SOLIDWORKS programą galimybėmis.

Literatūra

Mdesign. https://www.mdesign.de/en/

Solidworks. https://www.solidworks.com/

IMPORT OF DXF FILES OF GEARS INTO SOLIDWORKS

D. Mačiulis

Summary

The article reviews the possibilities of converting *dxf* files of gears into CAD programme SOLIDWORKS files.

Keywords: SOLIDWORKS, gears, *dxf* file, imported, MDESIGN

FUSION 360 TAIKYMAS UŽDUOTIMS VIZUALIZUOTI

Sonata Vdovinskienė, Violeta Vilkevič

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Aukštojoje mokykloje, ruošiančioje inžinerijos sričių specialistus, inžinerinės grafikos mokymo(-si) lygis turėtų būti vienas aukščiausių, nes būtent brėžinių kūrimo ir skaitymo kompetencijos perteikia diplomanto pasiruošimą būsimai profesijai. Nepaisant skaitmeninių priemonių ir robotizacijos procesų įsigalėjimo, inžineriniame pasaulyje vis dar svarbią reikšmę turi žmogaus gebėjimai pateikti informaciją inžinerine kalba, t. y. perduoti savo mintis ir tikslus brėžiniais. Todėl ruošiant būsimus statybinės ar mašinų gamybos rinkos specialistus bei inžinierius projektuotojus, ypatingas dėmesys skiriamas inžinerinės grafikos mokymui.

Studijuojant universitete prasideda specialus profesinis mąstymas, nuo kurio iš dalies priklauso asmens profesinės veiklos sėkmė (Krasovskaya, Bauer, Shusharina, Romanova, 2018). Dažnai studentai, pasirinkę techninės specialybės studijas, net neįsivaizduoja, kokius dalykus teks studijuoti. Dauguma jų prieš tai nėra iš viso mokęsi inžinerinės grafikos, su ja aukštojoje mokykloje susiduria pirmąkart, todėl, akivaizdu, patiria didelių mokymosi sunkumų. Dėstytojams tenka didelis iššūkis – neturėdami galimybės skirti pakankamai dėmesio ar išskirtinio laiko atėjusiems studijuoti be jokio pasiruošimo pagrindo, privalo studentams taikyti optimalius mokymo(-si) metodus.

Jau, rodos, nieko nestebina vis naujesni žmonijos išradimai, pakeičiantys patį žmogų daugelyje gyvenimo sferų, kurių bene svarbiausias tikslas – sutaupyti žmogaus laiką. Todėl ir studijų procese vienas svarbiausių kriterijų, apsprendžiančių proceso organizavimą, yra laikas. Galima būtų spėti, kad dėl jo taupymo inžinerinei grafikai skiriama mažiau kreditų, kartu ir mažiau laiko, nors užduočių skaičius išlieka beveik nepakitęs. Norint per trumpesnį laiką įgyvendinti tokius pat tikslus, būtina pačias užduotis daryti paprastesnes, nors vargu, ar toks sprendimas sulauktų norimų rezultatų. Taigi, norint tokią pačią informaciją pateikti per trumpesnį laiką ir tikėtis ne prastesnių studentų suvokimo rezultatų, būtina ieškoti efektyvesnių mokymo(-si) būdų. Tai

kasdienis kiekvieno dėstytojo uždavinys, nuolat verčiantis juos tobulintis ir kurti.

Straipsnyje pateikiamas vienos iš daugybės kompiuterinių programų „Fusion 360“ naudojimas inžinerinės grafikos užduotims aiškinti ir vizualizuoti.

1. „Fusion 360“ ypatumai

„Autodesk“ kompanijos siūloma hibridinė parametrinė modeliavimo programa „Fusion 360“ yra viena iš nemokamų kompiuterinių programų, sukurtų naudojant debesijos sistemą, pagal kurią vartotojo duomenys nuolat sinchronizuojami su internetiniu debesimi, taip išvengiant būtinybės saugoti sukurtus duomenis įprastoje informacijos laikmenoje (Krasovskaya, 2018). „Fusion 360“ darbo platforma iš esmės labai panaši į ypač mechanikos inžinerijoje išpopuliarėjusią „SolidWorks“ kompiuterinę programą, kurią dėl gausybės įrankių, skirtų trimačiam modeliavimui, ir įmantresnės vartotojo aplinkos yra kur kas sudėtingiau naudoti. Taigi „Fusion 360“ funkcijos leidžia greičiau sukurti modelius ir mazgus, nes jų kūrimo eiga yra paprastesnė ir lankstesnė. „Fusion 360“ yra puikus ir greitas įrankis kūrybinėms idėjoms įgyvendinti. Programa suteikia vartotojui prieinamą ir išsamų įrankių rinkinį. Be standartinių modeliavimo įrankių, joje taip pat galima rasti nesudėtingas paviršių ir lakštinio metalo dalių kūrimo aplinkas.

Prie „Fusion 360“ programos trūkumų galima būtų priskirti tai, kad ji neturi kai kurių sudėtingesnių parametrinių modeliavimo įrankių ir funkcijų, todėl ne visuomet tinkama profesionaliam parametriniam modeliavimui, taip pat kartais gali sukelti nepatogumų sutrikęs interneto ryšys.

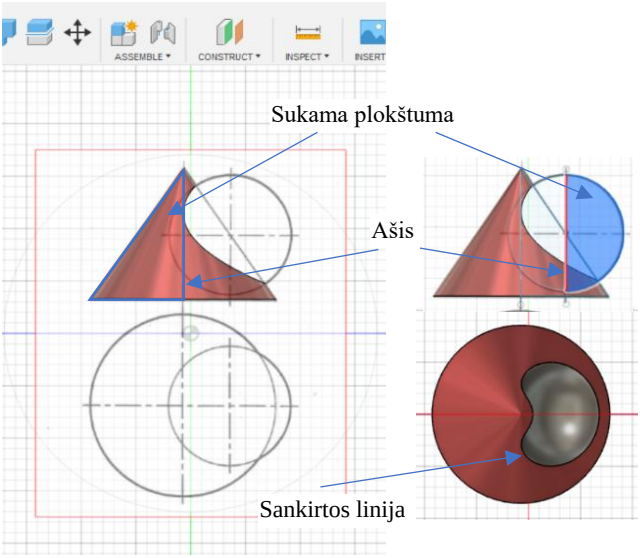
Apžvelgus svarbiausius programos ypatumus matyti, kad ši programa labiausiai tinka mokytis tiems, kurie dar nėra susipažinę su 3D modeliavimo ar CAD programinės įrangos pradmenimis.

2. „Fusion 360“ taikymas inžinerinės grafikos užduotims

Pagal studentams skiriamą laiką užduočių atlikimui ir pagal vertinimus (pagal ne vienerių metų asmeninius stebėjimus) sunkiausia bendrosios inžinerijos modulio tema yra paviršių sankirta arba jų kirtimas plokštumomis. Ypač sunku tiems, kurie niekada nebuvo to mokęsi mokykloje, kurių nėra pakankamai išvystyta erdvinė vaizduotė. Ne visuomet gelbsti ir išmokta grafinė sprendimo eiga.

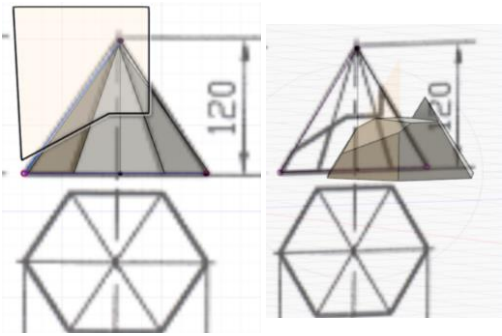
Straipsnio autoriai siūlo pavyzdinei užduočiai aiškinti bei jai vizualizuoti panaudoti „Fusion 360“ programos privalumus.

DESIGN komandų grupėje esančio INSERT mygtuko paspaudimu nesunkiai įterpiamas paveikslėlis į modeliavimo erdvę, prieš tai nurodžius atitinkamą plokštumą. Patogiausia būtų naudoti frontaliąją plokštumą, nes ji geriausiai atskleidžia susikertančių paviršių formą. Šie du paviršiai gaunami atliekant sukinius apie pasirinktą ašį komanda REVOLVE. Tai nesunku padaryti užbrėžus sukamos plokštumos ir sukimosi ašies linijas ant įkelto paveikslėlio. Visiškai nėra būtinybės žinoti tikslius modeliuojamų paviršių matmenis. O tai sutaupo ir laiką, ir neapsunkina paties modeliavimo proceso. Galiausiai vaizde iš viršaus matoma paviršių sankirtos linija, kurią studentai gali palyginti su rasta rankiniu būdu, t. y. pritaikant atitinkamą grafinį užduoties sprendimo metodą.



1 paveikslas. Paviršių sankirtos linijos vizualizavimas

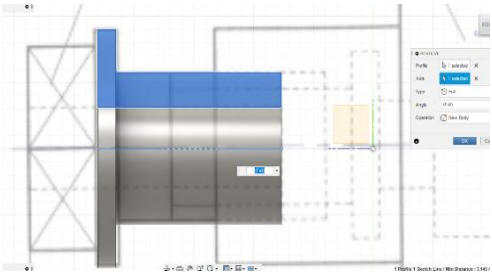
Briaunainiams modeliuoti skirta komanda EXRUDE. Pagal frontaliąją piramidės nuopjovos projekciją formuojame tūrinį objektą (2 pav., a). Vartant objektus galima pamatyti duotos piramidės nuopjovą (2 pav., b).



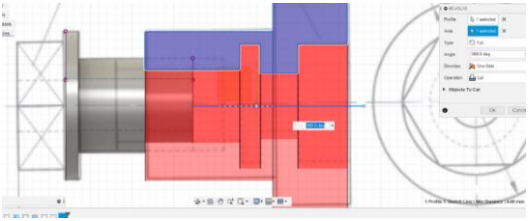
a b

2 paveikslas. Paviršių kirtimo projekcijos plokštuma vizualizavimas

Su daugybe neaiškumų studentai susiduria mokydamiesi taikomosios grafikos. Sunkiausiai jiems yra skaityti ir kurti surinkimo brėžinius. Todėl ši programa pagelbėtų ne tik pačiai užduočiai aiškinti, bet ir jos sprendimui vizualizuoti. Atskirų sukinio formos detalėms formuoti labiausiai tinka REVOLVE komanda, kuria pagal frontaliojoje projekcijoje pateiktas matomo (3 pav., a) ir nematomo (3 pav., b) kontūro linijas nubrėžta plokštuma sukama apie pasirinktą ašį.



a



b

3 paveikslas. Surinkimo brėžinio fragmento vizualizavimas

Išvados

1. Inžinerinei grafikai, kaip vienam svarbiausių inžinerijos specialybių studentams skirtų mokymosi dalykų, turi būti skirtas ypatingas dėmesys.
2. „Fusion 360“ programa – patogus inžinerinės grafikos užduočių pateikimo ir jų sprendimo vizualizavimo įrankis.

Literatūra

Debesų kompiuterija. I dalis: Kas gi tai yra? (2012). http://www.technologijos.lt/n/technologijos/it/S-26182/

Krasovskaya, N.I., Bauer, N.V., Shusharina, I.V., & Romanova, A.A. (2018). Formation of Spatial Thinking of Future Engineers on the Basis of Fundamental Graphics, *Training Journal of Mechanical Engineering Research and Developments (JMERD) 41*(4): 62–65.

FUSION 360 IN VISUALIZING GRAPHICS TASKS

Sonata Vdovinskienė, Violeta Vilkevič

Summary

Engineering Graphics is one of the most important learning subject for students of engineering specialities, so lecturers must look for various ways which could help students in understanding graphics tasks. The authors suggest visualizing them with Fusion 360.

Keywords: Engineering graphic, Fusion 360, visualizing.

URBANISTINIŲ PROCESŲ VAIZDAVIMAS KOMPIUTERINĖS GRAFIKOS PRIEMONĖMIS

Jurgis Zagorskas

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

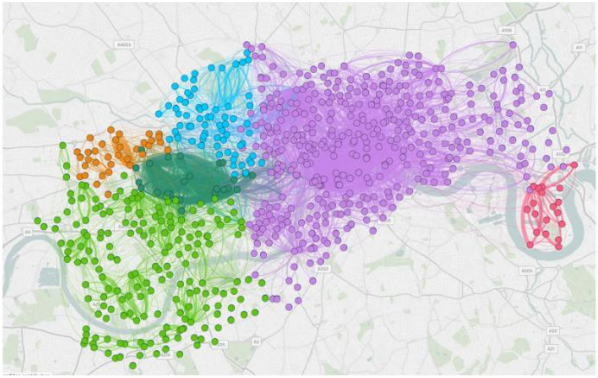
Kompiuterinė grafika buvo pradėta naudoti miestų planavimo sistemoje ir urbanistikoje nuo pat pirmųjų kompiuterių atsiradimo ir platesnio taikymo dar kompiuterių eros „priešistorėje“ apie 1980 metus. Šiuo metu urbanistikos mokslas nebeįsivaizduojamas be kompiuterinės grafikos, GIS ir duomenų analizės. Turint ir analizuojant didelius kiekius informacijos iš duomenų bazių, ypač sudėtinga tema tampa informacijos atvaizdavimas ir grafinis pateikimas.

Šiame straipsnyje aptariami pagrindiniai klausimai, susiję su kompiuterinės grafikos naudojimu sudėtingoms dinamiką atspindinčioms schemoms paruošti – GIS programinės įrangos naudojimas schemoms ir vaizdo medžiagai kurti.

1. Urbanistinių schemų grafiniai elementai

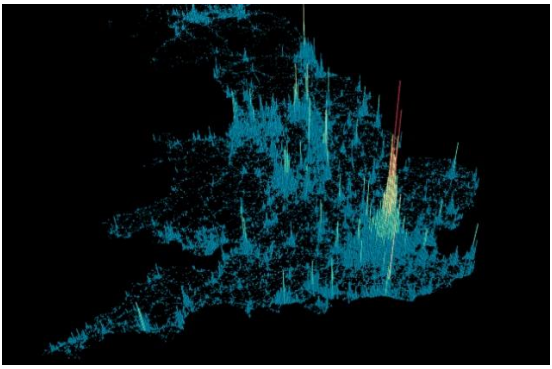
Urbanistiniai procesai visada susiję su konkrečia vieta, jie yra lokalizuoti ir grafiškai vaizduojami pateikiant užuominas į vietovę, kurioje jie vyksta. Dažniausiai pateikiami aiškūs ir daugeliui žmonių žinomi bei suprantami orientyrai – gatvių tinklas, upės, svarbūs objektai. Tai sudaro urbanistinės schemos pagrindą, ant kurio vėliau klojami pačius urbanistinius procesus atspindintys grafiniai elementai.

Turint brėžinio ar žemėlapio pagrindą, svarbiausi lieka kiti elementai, suteikiantys informaciją ir vaizduojantys tam tikrą mieste vykstantį procesą. Tai gali būti tiek vektorinė grafika, tiek informacinis tekstas, kurie gali būti išskiriami spalvomis (kontrastuojančiomis arba atvirkščiai – slopinančiomis), linijų pločiais, dėmėmis žemėlapyje. Dažnai ryšiams tarp objektų grafiškai pavaizduoti naudojama grafų teorija (angl. *graph theory*), jai pritaikyti specializuoti algoritmai, pvz., „infomap“ (Infomap Python API, 2020), ir kompiuterinės programos, pvz., „Gephi“ (1 pav.).



1 paveikslas. Kelionių tarp miesto dalių pagal BIG DATA duomenis schema [2]

Mieste vykstantys pokyčiai – tiek planuojamų pasikeitimų vertinimas, tiek natūriniai vykstančių procesų stebėjimai – grindžiami duomenimis, naudojant daugelį prieinamų duomenų bazių, BIG DATA informacijos šaltinių. Tai dažniausiai duomenys iš mobiliųjų šaltinių apie žmonių buvimo vietą, lankomas vietas, kurie keičiasi kartu su žmonių judėjimu mieste. Dideliems kiekiams greitai besikeičiančių duomenų analizuoti ir apdoroti yra sukurti specialūs algoritmai ir vizualizavimo priemonės. Dažnai tokia informacija vaizduojama 3D diagramomis, ant plokščio miesto žemėlapio vaizduojant 3D stulpelius, atitinkančius, tarkim, žmonių tankį, tuo metu susidarantį teritorijos vienete (2 pav.).



2 paveikslas. Žmonių buvimo vietų duomenų atvaizdavimo pavyzdys (deck.gl HexagonLayer Example, 2018)

Vieni sudėtingiausių ir didžiausia dinamika pasižyminčių urbanistinių procesų yra žmonių judėjimas mieste. Tai gali būti automobilių, dviratininkų, pėsčiųjų srautai ir jų dinamiką vaizduojančios schemos arba tiesiog žmonių skaičių duotu metu atskirose miesto zonose vaizduojančios diagramos, ryšius tarp atskirų miesto dalių vaizduojančios diagramos ir kt. Lėčiau kintantys procesai, tokie kaip miesto augimas, mažėjimas, dažnai vaizduojami tiesiog pateikiant vienas šalia kito išdėstytus pasikartojančius vaizdus su fiksuotos padėties datomis. Labai dažnai pokyčiams pavaizduoti neužtenka vieno grafiškai vaizduojamo parametro, pvz., užstatytos teritorijos, o reikia vaizduoti kartu kelis besikeičiančius parametrus.

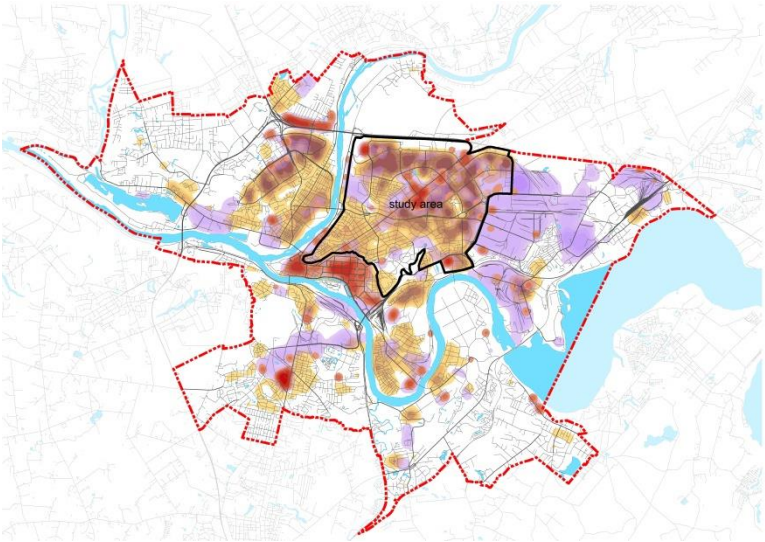
2. Didelės apimties duomenų vaizdavimas

Didelis duomenų kiekis žemėlapyje tampa sunkiai suvokiamas ir, norint grafiškai suprantamai jį pateikti, reikia laikytis tam tikrų taisyklių. Duomenys GIS gali būti pateikiami kaip paprasčiausi taškų tankio žemėlapiai (Dot distribution map, 2020), bet šiuo atveju dažnai didesnio tankio teritorijose taškai iš dalies sutampa ir iškreipia tikrą padėtį. Taip pat plačiai naudojami „Choropleth“ žemėlapiai, kuriuose skirtingais atspalviais rodomas objektų tankumas atskiruose teritorijos plotuose (Choropleth map, 2020). Gali būti ir kombinuoto šių metodų taikymo pavyzdžių, kai didesnio tankio teritorijose dėl taškų susiliejimo bus vaizduojami plotai, o mažesnio tankumo teritorijose tie patys objektai bus vaizduojami taškais.

Pirmiausiai reikia suprasti, kokiu tikslu duomenys rodomi ir kokiai auditorijai jie bus reikalingi. Dažniausiai tai leidžia apsiriboti paprastesniais duomenimis arba jų apibendrintais rinkiniais ir atsisakyti labai didelio duomenų detalumo. Jeigu duomenys bus vaizduojami ekrane arba vaizdo projektoriumi, reikia įvertinti, kad labai detalaus žemėlapio ir duomenų nepavyks parodyti nefokusuojant. Fokusuojant vaizdą ties svarbiausiomis vietomis ir jas išdidinant animaciniu būdu, galima informaciją parodyti efektyviau ir suprantamiau, praleidžiant neesmines vietas.

Kad grafiškai lengviau būtų suvokti didelį duomenų kiekį, dažnai taikomas *Kernel density* metodas, kai skirtingais atspalviais ir dėmėmis vaizduojamos objektų koncentracijos zonos teritorijoje. Ši metodika kartais dar vadinama „Heatmap“. GIS kompiuterinėse programose yra sukurta standartinių įrankių duomenims atvaizduoti šiais metodais. Tokių metodikų esmė – iš didelio duomenų rinkinio išryškinti objektų (dažniausiai taškinių) teritorinį pasiskirstymą arba koncentraciją.

Supaprastinus duomenų vaizdavimą, galima daugiau svarbios informacijos pateikti vienoje schemoje ar brėžinyje (3 pav.).



3 paveikslas. Trijų skirtingų tipų objektų pogrupių koncentracija miesto teritorijoje (gyvenamosios vietos vaizduojamos rudais atspalviais, komerciniai objektai – raudonais atspalviais, darbo vietos –violetiniais atspalviais) (Zagorskas, Turskis, 2020)

3. GIS duomenų vaizdavimas pasitelkus animaciją

Dažnai urbanistikoje būtina vaizduoti miesto kitimą laike, todėl paprasto statinio duomenų vaizdavimo neužtenka. GIS programos dabar turi papildomą funkciją, leidžiančią pridėti laiko juostą (angl. *timeline*) prie duomenų rinkinių, kad būtų galima juos animuoti. Šie animavimo įrankiai kol kas yra tik vystomi ir nieko daugiau nei atskirų kadrų rodymas ir tolygaus vaizdo tarp jų (tarpinių kadrų) sukūrimas jie, kaip įprasta, neturi. Dažnai animacija kuriama ir programiškai, naudojant PYTHON ir kitas programavimo priemones (Zagorkas, 2019.

Išvados

1. Urbanistikoje grafines schemas sudaro žemėlapis – pagrindas ir kintami duomenys, vaizduojami ant pagrindo žemėlapio, norint orientuotis vietovėje.

2. Kintamoji duomenų dalis dažnai yra tokia sudėtinga ir didelė, kad jų suvokimui palengvinti taikomi grafiniai duomenų apibendrinto vaizdavimo metodai „Kernel density“ ar „Heatmap“.
3. Sudėtingiems duomenų rinkiniams, gaunamiems iš atvirojo kodo GIS duomenų bazių, pavaizduoti dažnai naudojami duomenų grafinio vaizdavimo supaprastinimo algoritmai.
4. Dažnai mieste vykstančius procesus grafiškai pavaizduoti įmanoma tik pasitelkus kompiuterinę animaciją. Tokios grafinės priemonės šiuo metu dar tobulinamos, ir dažnai tenka naudotis kompiuterinio programavimo priemonėmis individualioms užduotims atlikti.

Literatūra

Infomap Python API. (2020). https://mapequation.github.io/infomap/python/

Munoz-Mendez, F., Han, K., Klemmer, K., & Jarvis, S. (2018). Community structures, interactions and dynamics in London's bicycle sharing network. In *Proceedings of Proceedings of the 2018 ACM International Joint Conference and 2018 International Symposium on Pervasive and Ubiquitous Computing and Wearable Computers* (pp. 1015–1023).

deck.gl HexagonLayer Example. (2018).
https://observablehq.com/@pessimistress/deck-gl-hexagonlayer-example

Dot distribution map. (2020).
https://en.wikipedia.org/wiki/Dot_distribution_map

Choropleth map. (2020). https://en.wikipedia.org/wiki/Choropleth_map.

Zagorskas, J., Turskis, Z. (2020). Setting priority list for construction works of bicycle path segments based on Eckenrode rating and ARAS-F decision support method integrated in GIS. *Transport*, *35*, 179–192.

Zagorkas, J. (2019). *Urbanistinė analizė ir modeliavimas GIS priemonėmis* (p. 155–160). Vilnius: Technika.

VISUALIZING URBAN PROCESSES BY MEANS OF COMPUTER GRAPHICS

Jurgis Zagorskas

Summary

This paper covers the theme of complex data visualization using GIS computer programs. Methods to visualize complex data, BIG DATA are shortly described, the examples are given. Animation possibilities and data visualization tools are shortly mentioned with references for further studying.

In urban planning the maps consist of two main features – base map and the data projected on it. The projected data is often complex database with many data fields which sometimes need to be exposed together to give useful information. In other case the data

is changeable and there is a need to show animated data (e.g. schemes created from online BIG DATA sources). For animation purposes GIS software is still in the development stage, but there are many open code libraries for programers that can be helpful when creating animated data.

Keywords: Computer Graphics, Urban; GIS, Visualisation, Dynamic processes, Video schemes.

MASTERCAM PROGRAMOS NAUDOJIMO YPATUMAI

Mantas Juchnevičius, Violeta Vilkevič

Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija

Įvadas

Per pastarąjį 20-metį įvyko nepaprastai didelis technologijų šuolis. Nuolat vykstantys skaitmenizacijos procesai, ypač robotizacija, ir siekis optimizuoti gamybos sektorius pramonėje vis labiau parodo naujų kompetencijų ir kvalifikuotų darbuotojų poreikį. Nors technologiniai įrenginiai dar negali atlikti daugumos funkcijų be žmogaus įsikišimo, tačiau būtent tai yra siekiamybė. Technologijų amžiuje labai svarbu įvaldyti naująsias technologijas prisitaikant prie pokyčių. Gamybos procese CNC staklėms keičiant universaliąsias stakles, pabrėžiama CAM sistemų svarba. Straipsnyje aptariami detalės mechaninio apdirbimo technologinio proceso kompiuterinio projektavimo ypatumai „Mastercam“ programa.

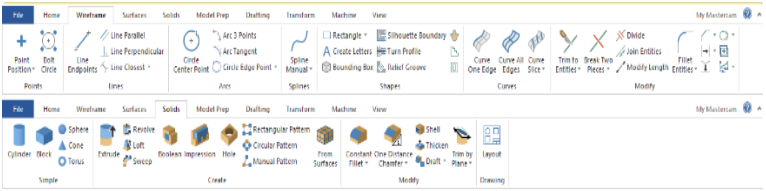
1. Gamybos procesų modeliavimas „Mastercam“ programa

„Mastercam“ programa dėl savo paprastumo plačiai naudojama industrijoje kaip įrankis, skirtas detalėms ar kitiems kūnams programinio valdymo staklėmis gaminti. Šia programa galima kurti erdvinius detalės modelius, sudaryti apdirbimo operacijas, skirtas detalei gaminti tekinimo, medžio ir metalo frezavimo bei pjovimo viela CNC staklėmis, ir generuoti NC kodus (Mastercam, 2020).

Vilniaus technologijų ir dizaino kolegijoje „Mastercam“ programą, kaip ir „Edgecam“, naudoja paskutinio kurso mechanikos inžinerijos studijų krypties studentai. Technologinės praktikos metu studentai įsisavina informaciją, reikalingą kuriant detalių gamybos technologijas programine įranga.

„Mastercam“ programos aplinkoje būtina sudaryti erdvinį detalės modelį. Jį, analogiškai kaip ir „Edgecam“ programoje, taip pat galima įkelti iš CAD programų, tokių kaip „AutoCAD“ ar „SolidWorks“. Prieš pradedant darbą, rekomenduojama nustatyti darbinio nulio pradžios tašką ruošinio atžvilgiu, t. y. programos virtualiojoje aplinkoje *x*, *y*, *z* ašių susikirtimo tašką. Dėl to ruošinys, esantis programoje, nesunkiai

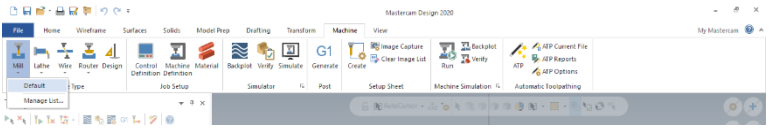
pririšamas realioje darbinėje aplinkoje prie programinio valdymo staklių *x*, *y* ašių plokštumos.



1 paveikslas. „Mastercam“ pagrindinės meniu juostos funkcijos *Wireframe* ir *Solids*

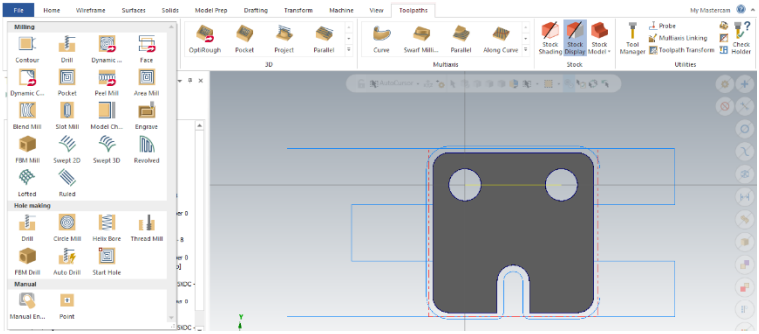
Kūno kontūrams kurti naudojamos pagrindinėje meniu juostoje esančios funkcijos: *Home*, *Wireframe*, *Surfaces*, *Solids*, *Model prep*, *Drafting*, *Transform* bei *View* (1 pav.). Naudojant „Mastercam“ programą galima nesunkiai įkelti kitomis programomis suformuotus kūnus. Be minėtųjų CAD programų, taip pat galime įkelti ir kitus failus, pvz., JPEG formato atitinkamo tipo paveikslėlius ar nuotraukas, bei jiems sudaryti apdirbimo operacijas. Tai labai palengvina ir pagreitina studentų praktinius darbus.

Sukūrus detalę parenkamos staklės, kuriomis ji bus gaminama. Tai atliekama naudojant funkciją *Machine*, kuria pasirenkamos programinio valdymo frezavimo staklės *Mill* (MasterCam 2017). Lyginant su „Edgecam“ programa, nurodant staklių tipą nėra būtina pasirinkti konkretaus staklių modelio (2 pav.).

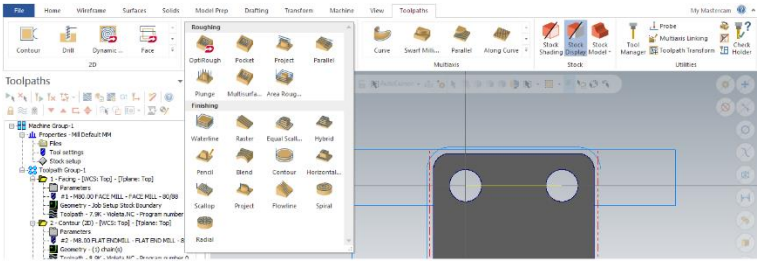


2 paveikslas. „Mastercam“ meniu funkcija *Machine*

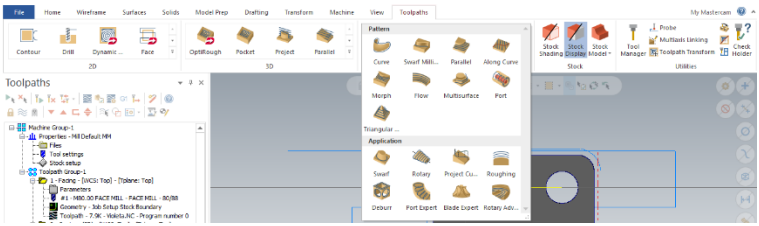
Pasirinkus stakles „Mastercam“ programos pagrindinėje meniu juostoje atsiranda *Toolpaths* funkcija, skirta apdirbimo operacijoms ruošti frezavimo staklėmis. Priklausomai nuo staklėse veikiančių ašių skaičiaus galima pasirinkti operacijas ruošiniui apdirbt: 2D, 3D ar *Multiaxis* meniu (3 pav.). Pavyzdžiui, 3 paveiksle pateiktai detalei gaminti naudojamos 2D apdirbimo operacijos: paviršiaus apdirbimo operacija (*Face*), kontūro apdirbimo operacija (*Contour*) ir skylių gręžimas (*Drill*).



a



b

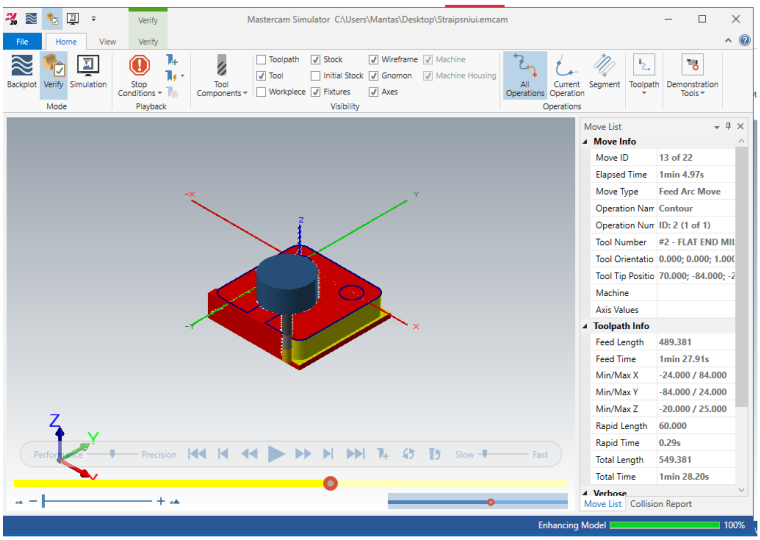


c

3 pav. 2D (a), 3D (b), *Multiaxis* (c) operacijos ruošiniui apdirbti

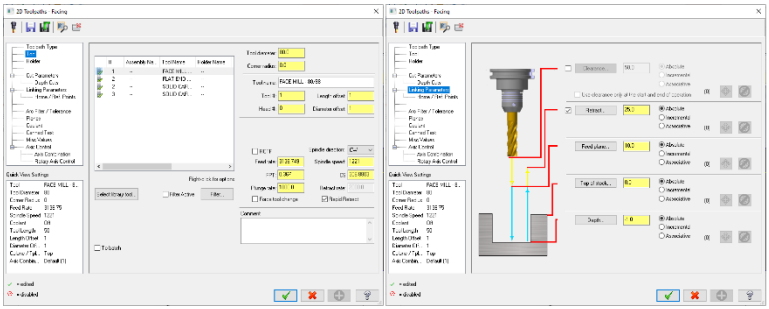
Prieš įvedant apdirbimo operacijoms reikalingus duomenis, nurodomi ruošinio, iš kurio bus gaminama detalė, parametrai. Jie nustatomi atsižvelgiant į detalės matmenis ir formą. Tuomet parenkamos apdirbimo operacijos. Pirmiausia kiekvienai operacijai individualiai pagal katalogą parenkamas apdirbimo įrankis. Jį taip pat galima susikurti patiems, remiantis įrankių konstrukciniais parametrais. Programoje būtina nurodyti įrankio poziciją realių staklių dėtuvėje, pastūmų greičius *x*, *y* ir *z* ašyse apdirbimo ir priartėjimo prie ruošinio

metu, suklio sukimosi kryptį, suklio sūkių greitį apie savo ašį apdirbimo metu. Paskui nustatomas įrankio laikiklis. Tolimesnė paviršiaus apdirbimo programos nustatymų seka leidžia nurodyti, kokiu būdu bus apdirbamas paviršius: ar gyvatėle (*Zigzag*), vienu įrankio perėjimu per ruošinio paviršių, įrankiui judant spirale ar apdirbant viena kryptimi ir t. t. Taip pat galima nusistatyti perėjimų skaičių bei, svarbiausia, įrankio įleidimo į ruošinį parametrus, kai įrankis, priartėdamas prie ruošinio, pradėtų veikti (suktis) ir kiek giliai būtų įleistas į ruošinį apdirbimo metu. Modeliuojant detalės kontūro apdirbimo operaciją, reikėtų nepamiršti, kad visuomet reikia palikti dalį ruošinio gylio matmens, t. y. ne mažiau kaip 2 mm detalei įtvirtinti frezavimo staklių spaustuvuose (4 pav.). Priešingu atveju, nurodžius apdirbti visą briauną, dėl neapdairumo susidarytų galimybė parinkti netinkamą ruošinį, dėl to patirtume mechaninių nuostolių apdirbimo metu.



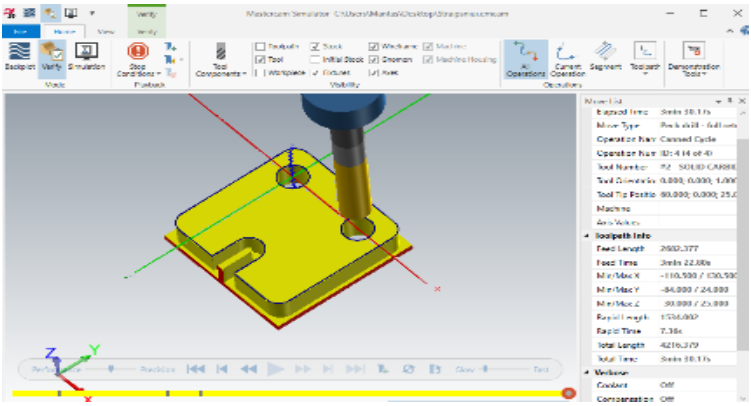
4 paveikslas. Kontūro apdirbimo operacija

Projektuojant gręžimo operaciją galima nusistatyti gręžimo tipą ir jo įleidimo į ruošinį būdą, darbinio režimo atskaitos taško parametrus, staklių ašių skaičių, grąžto smaigalio kampą ir pan. Be viso to, dar galima nusistatyti apdirbamo įrankio aušinimo būdą ir programos veikimą staklių koordinačių plokštumoje (5 pav.).



5 paveikslas. Paviršiaus apdirbimo parametrų nustatymai

Į programos darbalaukį galima įsikelti staklių, spaustuvų ar kitų elementų vaizdinius, kad, atliekant simuliacijas, galima būtų įvertinti įrankių judėjimą (6 pav.). Šia programa taip pat galima kurti simuliacijų vaizdo įrašus, kuriuos studentai gali sėkmingai naudoti darbų prezentacijų metu.



6 paveikslas. Apdirbimo operacijų simuliacija „Mastercam“ programa

Išvados

1. Pagrindinis meniu, primenantis „Microsoft Office Word“ programą, leidžia lengvai įsisavinti „Mastercam“ operacines funkcijas.
2. Nors programa orientuota į CAM, tačiau turi nesudėtingą ir gerai ištobulintą modeliavimo funkciją, kurią paprasta naudoti.

Norint atlikti detalės projektavimo ar modelio korekcijas, nebūtina persikelti į CAD programos aplinką.

3. Programos valdymas leidžia greitai parinkti apdirbimo procesui reikalingas operacijas, o nuskaitomų failų įvairovė leidžia įkelti kitomis programomis sukurtas parankines priemones.
4. Mechanikos inžinerijos specialistai, norėdami būti patrauklūs darbo rinkoje ateityje, turės išmanyti CAM programas. Todėl studentams svarbu įsisavinti technologijų kūrimo ypatumus, kuriuos, baigus studijas, gebėtų pritaikyti pramoninėse gamybos įmonėse, taip įsitvirtindami ir užpildydami naujų, kur kas didesnių kompetencijų reikalaujančią darbo rinką.

Literatūra

Mastercam. (2020). https://www.mastercam.com/

MasterCam 2017. *Introduction to MasterCAM, 2016 m.* http://colla.lv/wp-content/uploads/2016/07/Intro_to_Mastercam.pdf

APPLICABILITY OF MASTERCAM PROGRAMME

Mantas Juchnevičius, Violeta Vilkevič

Summary

In the age of technology, it is necessary to master new technologies in order to adapt to constant changes. This is very important to do in the industrial production sectors by digitizing them and in training specialists in higher education institurions. The article discusses the peculiarities of the design of detailed computer technology production while working with the Mastercam program.

Keywords: CAM applications, CNC Programming Software, machining of parts.

LINIJŲ PLOČIAI AR STORIAI?

Antanas Vansevičius

Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija

Įvadas

Brėžiniai dažnai vadinami universalia tarptautine inžinierių kalba. Linijos yra vienas iš svarbių šios kalbos elementų. Linijų tipais, pločiais, linijų deriniais perteikiama labai daug informacijos. Kiekviena pasaulio tauta rūpinasi savo kalbos taisyklingumu, tad ir inžinierių šeima turi būti neabejinga savo kalbos taisyklingumui. Šiame straipsnyje kalbama apie vieno linijos elemento – pločio – terminą.

ISO standartų sistema nustatyta, kad mašinų braižybos brėžiniuose naudojamos dviejų skirtingų pločių linijos – siaura ir plati, o statybiniuose brėžiniuose – trijų: siaura, plati ir labai plati.

Deja, dar gana dažnai įvairiuose literatūros, interneto šaltiniuose, šnekamojoje kalboje, o kartais ir kai kuriuose naujai rengiamuose standartuose, linijų pločiai vadinami storiais, paryškinimais ir panašiai.

Geometrijoje linija apibūdinama kaip vienmatis elementas (1D), turintis tik ilgį. Braižyboje linijai suteikdami specifinį elementą – plotį, ją paverčiame dvimačiu elementu (2D), turinčiu ilgį ir plotį, tačiau neturinčiu storio.

1. Linijų pločiui apibūdinti naudojami terminai

Ilgą laiką lietuvių kalba išleistuose braižybos vadovėliuose buvo vartojamas *linijos storio* terminas. Priėmus standartą LST EN ISO 128-20:2002, buvo pereita prie termino *linijos plotis* vartojimo.

Jei pažvelgsime į anglų kalba spausdintuose įvairiuose šaltiniuose šiai linijos savybei apibūdinti vartojamus terminus, rasime net keletą pavyzdžių. Štai prieš šimtmetį išleistame vadovėlyje „Agricultural Drawing and the Design of Farm Structures“ (French, Ives, 1915)], linijos pločiui apibūdinti vartojami net keli terminai: *weight of line*; *line not heavier* (10 psl.); *much wider line*; *fine uniform lines* (14 psl.); *thickness of line* (20 psl.).

Griffiths (2003) pateikia dvigubą variantą: „Linijų storio kategorijos „stora“ ir „plona“ (kartais vadinamos „plačia“ ir „siaura“) turėtų būti santykiu 1: 2.“

Britanijos techninės braižybos standartuose (Technical Drawing standards: Line weights, 2010), kaip ir daugelyje CAD programų, vartojamas terminas *weight*, kaip nusakantis reikšmę milimetrais. Britanijos standartuose

kaip pagrindinės vartojamos sąvokos *siaura*, *plati* ir *labai plati linijos*, o CAD programose rašoma, kad parenkami atitinkamų reikšmių linijų storiai.

Amerikos mechanikos inžinierių draugijos standarte (ASME Y14.2-2014 (R2020), kuris dar kartą patvirtintas 2020 m., įvardijami linijų storiai, tačiau pastaboje paaiškinama, kad šiais storiais apibūdinami apytiksliai linijų pločiai (1 pav.).

Table 2.1 ASME Y14.2 Line Thickness Standard

Visible line = .6mm thick
Hidden line = .3mm thick
Centerline = .3mm thick
Dimension line = .3mm thick
Extension line = .3mm thick
Cutting plane line = .6mm thick
Section line = .3mm thick

NOTE

ASME describes these line thicknesses as the *approximate* widths.

1 paveikslas. Linijų pločių reglamentavimas ASME 14.2 standarte (ASME Y14.2-2014 (R2020). Line Conventions and Lettering, 2015)

Kad *linijos storio* terminas vis dar labai plačiai vartojamas, patvirtina ir naujų ISO sistemos standartų rengimo pavyzdys. Standartas ISO 8560:2019 (Techniniai brėžiniai. Statybiniai brėžiniai. Modulinių dydžių, linijų ir tinklelių vaizdavimas, 2019) buvo priimtas linijų pločiams apibūdinti vartojant terminus *stora*, *plona linija*, neatsižvelgiant į išsakytas pastabas, kad šiame standarte vartojami terminai turi atitikti standarto ISO 128-20:1996 nuostatas.

Nepavyko prieiti prie vieningos nuomonės ir ruošiant mokymosi medžiagą pagal projektą „Interaktyvių ir animuotų braižybos mokymo priemonių kūrimas“ (DIAD tools. Mokymosi medžiaga, 2020). Vertimuose į lenkų ir slovakų kalbas buvo palikti terminai *stora*, *plona linijos*.

2. Linijos apibūdinimas geometrijoje

Linija yra ilgis (tiesus arba išlenktas) be pločio ar storio, judančio taško pėdsakai (Vocabulary. Line, 2020). Plotis reiškia objekto matavimą iš vienos pusės į kitą. Storis – tai objekto matmuo, priešinga jo ilgiui ar pločiui kryptimi.

Techninėje braižyboje, suteikdami linijai papildomą matmenį – plotį, paverčiame ją plokščiąja figūra, kuri turi ilgį ir plotį, bet neturi storio. Tad linijos pločiui apibūdinti vartoti *storio* terminą yra visiškai nelogiška.

Išvados

1. Dažniausiai įvairiuose literatūros, interneto šaltiniuose, CAD programose (sistemose), šnekamojoje kalboje, o kartais ir kai kuriuose naujai rengiamuose standartuose, linijų pločiai yra vadinami storiais.
2. Geometrijoje linija apibūdinama kaip vienmatis elementas (1D), turintis tik ilgį.
3. Braižyboje linijai suteikdami specifinį elementą – plotį, ją paverčiame dvimačiu elementu (2D), turinčiu ilgį ir plotį, tačiau neturinčiu storio.

Literatūra

ASME Y14.2-2014 (R2020). Line Conventions and Lettering. (2015).

DIAD tools. Mokymosi medžiaga. (2020). https://liggd.lt/diad-tools/lt/mokymosi-medziaga

French, T. E., Ives, F. W. (1915). *Agricultural Drawing and the Design of Farm Structures.* First edition. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc. 130 p.

Griffiths, B. (2003). *Engineering Drawing for Manufacture (Manufacturing Engineering Modular).* 1st Edition. Elsevier Science & Technology Books. 169 p.

LST EN ISO 128-20:2002 „Techniniai brėžiniai. Bendrieji vaizdavimo principai. 20 dalis. Linijos. Pagrindinės nuostatos“ (ISO 128-20:1996). Vilnius: Standartizacijos departamentas.

Technical Drawing standards: Line weights. (2010). https://cadsetterout.com/drawing-standards/line-weights/

Techniniai brėžiniai. Statybiniai brėžiniai. Modulinių dydžių, linijų ir tinklelių vaizdavimas (ISO 8560:2019). (2019). Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas.

Vocabulary. Line. (2020). https://www.vocabulary.com/dictionary/line

LINE WIDTHS OR THICKNESSES?

Antanas Vansevicius

Summary

Drawings are often referred to as the universal international language of engineers. Lines are one of the important elements of this language. Line types, widths, line combinations convey a great deal of information. Every nation in the world cares about the correctness of its language,

so the “family” of engineers must be indifferent to the correctness of their own language. This article deals with the term of one element of the line – width.

The system of ISO standards stipulates that two different width lines are used in machine drawings – narrow and wide, and in construction drawings – three lines are narrow, wide and very wide.

Unfortunately, quite often in various literature, Internet sources, colloquial speech, and sometimes in some newly developed standards, line widths are referred to as bold, bold, and the like.

In geometry, a line is described as a one-dimensional element (1D) with only length. In drawing, by giving a line a specific element – width, we turn it into a two-dimensional element (2D) that has length and width, but no thickness.

Keywords: line, width, thickness.

STANDARTAS – TAI NUORODA Į KOKYBIŠKĄ REZULTATĄ

Sonata Vdovinskienė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Pirmieji brėžinių simboliai atsirado dar gilioje senovėje, kai pirmykštis žmogus atsistojo ant dviejų kojų ir atsirado poreikis ant uolų ar žvėrių kaulų skleisti simboliais grindžiamą informaciją. Kaip ir tam tikri garsai, taip ir simboliai to meto žmonėms padėjo dalytis būtinomis žiniomis. Vėliau tvirtovių, šventyklų ir kitų statinių projektai gimdavo tiesiog ant žemės paviršiaus. Linijų ir simbolių visuma tapo grafinės informacijos pradžia. Brėžinys privalėjo nueiti ilgą kelią, kad taptų toks, kokį mes jį suprantame šiandien.

1. Taisyklių dokumentas – standartas

Kažin ar vienodai suprastumėme atvaizduotą objektą, jei nepaisytumėme standartuose pateiktų reikalavimų. Deja, vis sparčiau besivystant pasauliui, moderniausioms technologijoms užėmus vis platesnes pozicijas, tam tikros taisyklės lyg ir praranda savo vertę. Dažnai užmirštamas lietuviškų raidžių vartojimas, kompiuterio ar mobiliojo telefono klaviatūros neperjungimas, taisyklingos rašysenos reikalavimų nepaisymas verčia sunerimti, ar tikrai kai kurios pamatinės žmogaus socialumo taisyklės jau nebėra svarbios, ar įprasti visuomenei skirti standartai dar tebeturi galios?

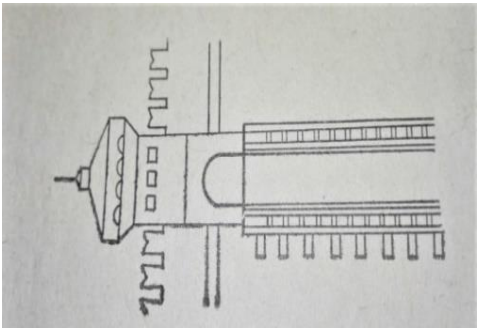
Ką reiškia žodis *standartas*? Vargiai kuris nors pamena, kada pirmą kartą jį išgirdo. Nuo pat vaikystės girdime jį vartojant vietoj žodžio *pavyzdys*, *šablonas* ar tiesiog *taisyklė*. Taigi šio žodžio reikšmė (iš anglų kalbos išvertus) yra *norma, pavyzdys* (Standartas, 2020). Šiandien mes jį suprantame kaip taisykles aprašantį dokumentą, skirtą įvesti „optimalią tvarką tam tikroje srityje“ (Vyšnepolskis, 1984). Niekas neabejoja tų standartų svarba, kurie naudojami gyvybiškai svarbiose visuomenės srityse ir tiesiogiai garantuoja saugumą. Tikriausiai nė vienas mūsų nesėstų į transporto priemonę, kuri būtų pagaminta ne pagal saugumą garantuojančius standartus, taip pat nevalgytų tos duonos, kuri būtų pagaminta nepaisant maisto tarnybų reglamentų. Standartai yra dokumentuoti, savanoriški susitarimai, parengti atsižvelgiant į visų

suinteresuotų ūkio subjektų poreikius (Vyšnepolskis, 1984). Vadinasi, kai kuriais atvejais standartų dokumentai nėra privalomi ir naudojami kaip rekomendaciniai. Tokiu atveju atsiranda įvairus jų apibūdinimo interpretavimas, kuris, deja, pasibaigia tiesiog standarto nepaisymu.

2. Techninio dokumento standartų svarba

Nepaisant technologijų amžiaus smagračio įsibėgėjimo, techninis brėžinys vis dar tebėra inžinerinės kalbos produktas. Kaip įprastos kalbos rašto mokymasis pradedamas nuo abėcėlės išmokimo, taip ir brėžinio suvokimas pradedamas geometrinių elementų išaiškinimu. Iš raidžių konstruojame žodžius, iš geometrinių elementų – brėžinio dalis. Iš padrikai, bet kaip sudėliotų raidžių žodis būtų sunkiai perskaitomas, o sakinys, sukonstruotas iš žodžių ne pagal gramatikos taisykles, būtų iš viso nesuprantamas. Taip pat sunkiai būtų suvokiamas ir brėžinys, jei objekto elementai būtų jame išdėstyti bet kaip, nesilaikant jokių brėžiniui skirtų reglamentų. Taigi matyti, kad bet kokio dokumento kokybė pirmiausia priklauso nuo jo autoriaus raštingumo, kitaip tariant, nuo taisyklių žinojimo. Brėžinio, kaip techninio dokumento, aiškumas priklauso nuo taisyklių, aprašomų standartuose, taikymo. Deja, ne visuomet atkreipiamas dėmesys į standartų svarbą argumentuojant, kad tinkamam brėžiniui nubraižyti užtenka fundamentalių inžinerinės grafikos žinių.

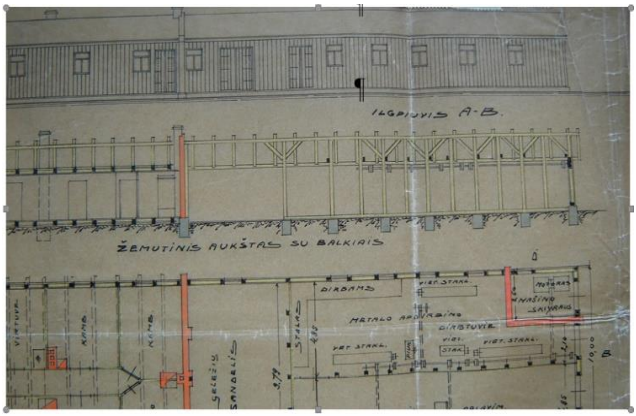
Kada atsirado pirmieji brėžinio standartai? Ar galima teigti, kad standartai, kaip ir patys brėžiniai, buvo sukurti gana seniai? Manytina, kad savotiškos taisyklės, būdingos atskiroms žmonijos epochoms, galėjo egzistuoti – priešingu atveju grafinė informacija atitinkamu laikotarpiu nebūtų buvusi suprasta. Tiek brėžinys, tiek jam skirti reikalavimai evoliucionavo žmonijos raidos procese.



1 paveikslas. XVII a. tilto ir bokšto brėžinys (Standartų rengimas, 2020)

Iki mūsų laikų išlikę seniausi brėžiniai buvo nubraižyti XVI a. Tuo metu jie dar buvo atliekami ranka ir apytiksliai. Po šimtmečio atliktuose brėžiniuose jau galima pamatyti tikslesnius statinių kontūrus (1 pav.).

Šiandieniam brėžiniui artimi techniniai dokumentai, rasti XVIII a. Pirmųjų lietuviškų brėžinių įvairių pavadinimų gausa rodo, kad brėžiniuose rastiems užrašams nebuvo taikomos griežtos taisyklės (2 pav.). Linijų tipai ir pločiai, objekto vaizdų pateikimas byloja, kad nors ir palyginti nesudėtingiems to meto brėžiniams vis dėlto buvo taikomi tam tikri reikalavimai.



2 paveikslas. Dirbtuvių projekto (1923 m.) fragmentai

Šiandien, kai vienas svarbiausių gyvenimo veiksnių yra laikas, pageidautina, kad tam tikrų procesų trukmė būtų kuo trumpesnė. Tad siekiama, kad ir inžinieriaus projekto kūrimas tęstųsi kuo trumpiau ir, be abejo, suprantamiau. O tai įmanoma tik tuomet, kai vienareikšmiškai pripažįstamos tos pačios taisyklės ir jų svarba.

Vieni svarbiausių užrašų brėžinyje – objekto matmenys. Ne šriftu, ne vietoj (pavyzdžiui, kai jis yra kertamas brėžinio linijos) ar netinkamo dydžio parašytas skaitmuo gali būti klaidingai suprastas, tokiu atveju neteisingai pagaminta konstrukcija gali nulemti nelaimę. Taigi standartuose aprašomos taisyklės inžineriniame darbe garantuoja ne tik bendro inžinerinio projekto atskirų grandžių tarpusavio susikalbėjimą, bet ir jo saugumą.

Galiausiai į standartą kreipiamės tada, kai atsiduriame nežinioje. Pirmiausia brėžinio suvokimą lemia fundamentinės inžinerinės grafikos žinios, tačiau elementų vaizdavimo principus nurodo atitinkami standartai. Kažin ar įmanoma visą reikiamą informaciją „užrašyti“

žmogaus atmintyje. Šiuolaikiniame pasaulyje informacijos kiekiai yra tokie dideli, kad viską žinoti ir prisiminti tikrai neįmanoma – svarbiausia gebėti surasti reikiamą informaciją ir ją pritaikyti. Ir čia visuomet gelbsti standartai, kurie pateikia pačią tiksliausią ir greičiausią brėžinio gavimo eigą.

Taigi standartas yra nenuginčijamas žmonijos evoliucijos proceso rezultatas, kurio vienas iš daugybės uždavinių – padėti rasti optimalų kokybiško brėžinio gavimo kelią.

Su inžineriniam brėžiniui skirtu standartu pirmiausia studentai susiduria inžinerinės grafikos užsiėmimuose, nes šis fundamentinis dalykas studijuojantiems inžinerijos specialybę yra vienas svarbiausių. Inžinerinės grafikos dėstytojai visais įmanomais būdais turi ne tik propaguoti standartų svarbą ir įtaką, bet ir gebėti rasti priemones, kad žinios būtų sėkmingai įsisavinamos. Pasak kompetentingų pedagogų, jei išmokstame kažką susiedami su gyvenimiška patirtimi ir praktiniu patyrimu, žinios išlieka ilgam. Todėl besimokantiesiems naudingiausias yra kūrybiškas, patirtinis, gyvenimiškas mokymasis.

Išvados

1. Standartų naudojimas – vienas svarbiausių kiekvieno inžinieriaus sėkmingo darbo veiksnių.
2. Inžinerinės grafikos dėstytojas turi ne tik reikalauti iš studentų techniniam dokumentui skirtų standartų mokėjimo, bet ir pats turi jų pavyzdingai laikytis.

Literatūra

Standartas. (2020). https://lt.wikipedia.org/wiki/Standartas

Standartų rengimas. (2020). https://www.lsd.lt

Vyšnepolskis, I. (1984). *Techninė braižyba*. 220 p.

A STANDARD IS A REFERENCE TO A QUALITY RESULT

Sonata Vdovinskienė

Summary

The technical drawing is still a product of the engineering language. The standard is an indisputable result of the process of human evolution, one of the many tasks which helps to find the optimal way of obtaining a quality drawing. The use of standards is one of the most important factors in the success of any engineer.

Keywords: technical drawing, standards, engineering language.