SSN 2335-8661
eISSN 2669-0527
eISBN 978-609-476-273-4
https://doi.org/10.3846/2669-0527.2021

LIETUVOS INŽINERINĖS GRAFIKOS
IR GEOMETRIJOS DRAUGIJA

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

INŽINERINĖ IR KOMPIUTERINĖ GRAFIKA

Konferencijos straipsnių rinkinys

Vilnius, 2021

INŽINERINĖ IR KOMPIUTERINĖ GRAFIKA

Konferencijos straipsnių rinkinys

Redakcinė kolegija:

Antanas Vansevičius (VDU ŽŪA)
Petras Milius (KTK)
Jūratė Jasukaitienė (KTK)
Zita Ruzgienė (KTK)
Birutė Juodagalvienė (VILNIUS TECH)
Violeta Vilkevič (VILNIUS TECH)
Sonata Vdovinskienė (VILNIUS TECH)

Konferenciją organizuoja Lietuvos inžinerinės grafikos ir geometrijos draugija kartu su Vilniaus Gedimino technikos universitetu

Konferencijos straipsniai recenzuoti

Redakcijos adresas: Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius
El. paštas sonata.*sonata.vdovinskiene@vilniustech.lt*

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

© Lietuvos inžinerinės grafikos ir geometrijos draugija, 2021
© Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2021

TURINYS

Sonata Vdovinskienė
NAUJAUSI TECHNINIO DOKUMENTO STANDARTAI 5

Birutė Juodagalvienė, Andrius Keizikas
LAIPTŲ PROJEKTAVIMAS. LIETUVOS TEISĖS
DOKUMENTŲ YPATUMAI 10

Birutė Juodagalvienė
VIENBUČIO NAMO LAIPTŲ SAUGUMO
PARAMETRŲ YPATUMAI 16

Petras Milius
KNIEDINIŲ JUNGČIŲ VAIZDAVIMO
YPATUMAI BRĖŽINIUOSE 21

Donata Putnaitė, Dovilė Martišienė, Rolandas Šertvytis
CAD GALIMYBĖS IR PRIORITETAI PRAMONĖJE
IR MOKYMO SRITYSE 29

Darius Mačiulis
JUDĖJIMO SIMULIACIJOS MODELIAVIMAS
SOLIDWORKS PROGRAMOJE *LAYOUT* ERDVĖJE. 36

Sonata Vdovinskienė
BALDŲ MODELIAVIMAS MOKANT
INŽINERINĖS GRAFIKOS 41

Violeta Vilkevič
SOLIDWORKS ĮRANKIŲ NAUDOJIMAS BRAIŽOMOSIOS
GEOMETRIJOS UŽDAVINIAMS VIZUALIZUOTI 46

Sonata Vdovinskienė
INTERAKTYVIŲ H5P PRIEMONIŲ TAIKYMAS INŽINERINĖS
GRAFIKOS MOKOMOJOJE MEDŽIAGOJE 51

Ana Usovaitė
ŽAIDYBINIMO SĄVOKOS ŠVIETIMO PROCESE ANALIZĖ 55

Mantas Juchnevičius, Violeta Vilkevič
CAD/CAM INTEGRACIJA Į AUTOMATIZAVIMĄ INDUSTRIJOJE 61

Ingrida Leščauskienė
VIRTUALIOJI REALYBĖ KEIČIA NEKILNOJAMOJO TURTO PIRKIMO PATIRTĮ 67

Birutė Juodagalvienė
LAUKO SPORTO TRENIRUOKLIŲ MODELIAVIMAS 73

Ana Usovaitė
GLTF GRAFINIO FORMATO APŽVALGA 78

Ana Usovaitė
BABYLON.JS VALDYMO PELYTE ANALIZĖ 83

Ana Ušpurienė
FRAKTALINIO PAVIRŠIAUS RELJEFO GENERAVIMO METODAI 90

Ana Ušpurienė
BAZINIAI DIRECTX 12 PRIMITYVŲ TIPAI IR JŲ TAIKYMAS OBJEKTAMS ATVAIZDUOTI 94

NAUJAUSI TECHNINIO DOKUMENTO STANDARTAI

Sonata Vdovinskienė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Visuomenės vystymuisi konkuruojant su laiku, žmogiškasis veiksnys vis dar turi neabejotiną reikšmę. Ir nors demokratijos pagrindas yra žmogaus laisvė, tačiau be atsakomybės ji neįmanoma. Techninės grafikos produkto – brėžinio – kokybė priklauso nuo jam keliamų reikalavimų supratimo ir jų naudojimo (LST EN ISO 128-2:2020). Autorius, kurdamas tokį produktą, privalo ne tik susipažinti su jam taikomomis taisyklėmis, bet ir atsižvelgti į jų svarbą bei gebėti tinkamai jas pritaikyti. Pagrindinė daugelio mokymosi dalykų informacija aprašoma vadovėliuose, o inžinerinės grafikos pagrindai pateikiami standartų leidiniuose. Lyginant su kitais fundamentiniais mokslais, kurių pagrindinė informacija laikui bėgant mažai keičiasi arba iš viso nesikeičia, inžinerinė grafika kartu su kitais inžinerijos mokslais nuolat modernėja ir tobulėja. Keičiasi ir standartai, kurių paskirtis – prisitaikyti prie brėžinį kuriančių priemonių. Tačiau ar visuomet tai, kas nauja, yra geriau už tai, kas buvo naudota?

Šiame straipsnyje aptariami naujausių standartų rinkiniai ISO 128-2 ir ISO 128-3, kurie sujungė keletą ankstesnių svarbiausius inžinerinės grafikos reikalavimus aprašančių standartų.

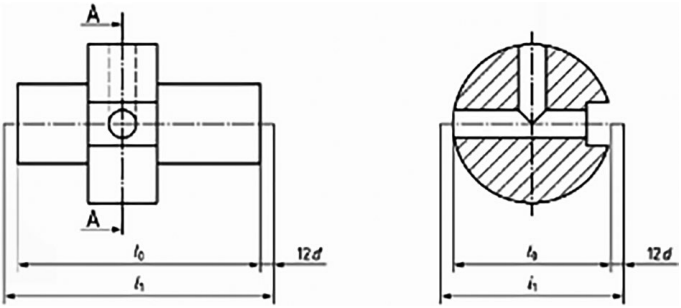
Standarto ISO 128-2 ypatumai

Standartas ISO 128-2 (LST EN ISO 128-2:2020) sujungė visus inžinerinių sričių brėžinių linijoms taikomus standartus: ISO 128-20 (Linijos. Pagrindinės nuostatos), ISO 128-21 (Linijos kompiuterinio projektavimo (CAD) sistemose), ISO 128-22 (Išnašų ir nuorodų linijos. Pagrindinės nuostatos ir taikymas), ISO 128-23 (Statybinių brėžinių linijos), ISO 128-24 (Mašinų gamybos brėžinių linijos), ISO 128-25 (Laivų statybos linijos). Viename rinkinyje esančias taisykles lengviau rasti, patogiau lyginti įvairioms sritims taikomus reikalavimus.

Įprastai naujame standarte ieškome tai, ko galbūt pasigedome ankstesniame taisyklių rinkinyje. Būtent čia tikimės rasti atsakymus į klausimus, kaip ir ką atlikti brėžinyje. Vienas iš tokių klausimų, į kurį atsakymas buvo tik numanomas, – kiek ašinė linija išsikiša už žymimo kontūro. Naujas standar-

tas nurodė konkretų rekomenduojamą ilgį (1 pav.). Pagal pateiktą taisyklę jis lygus 3 mm, kai linijos plotis yra 0,25 mm, ir 4,2 mm, kai linijos plotis yra 0,35 mm.

Vis dar kyla diskusijų, kaip teisingai pavadinti tam tikrų pločių linijas – tenka pripažinti, kad labai dažnai linijoms skirti apibūdinimai painiojami su skirtais trimačiams elementams (Vansevičius, 2020). Todėl minėtame standarte pateikta lentelė su įrašytais pločių pavadinimais (jie anglų kalba, tačiau vertimas yra žinomas iš ankstesnių standartų) turėtų padėti išvengti nesusikalbėjimo (2 pav.).



1 paveikslas. Ašinės linijos ilgio nustatymas

Table 2 — Line Sub Types

Sub type No.	Representation	Description
.1		Narrow
.2		Wide
.3		Extra wide

2 paveikslas. Linijų pločių aprašymai

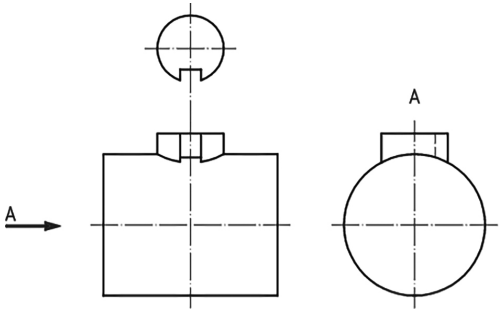
Standarto ISO 128-3 ypatumai

Šis standartas (LST EN ISO 128-3:2020) sujungė įvairių inžinerinių sričių brėžinių vaizdavimo taisykles aprašančius standartus: ISO 128-30 (Vaizdai. Pagrindinės nuostatos), ISO 128-33 (Vaizdai, pjūviai ir kirtiniai statybinėje braižyboje), ISO 128-34 (Vaizdai mašinų gamybos brėžiniuose), ISO 128-40 (Pagrindiniai pjūvių ir kirtinių reikalavimai), ISO 128-43 (Projektavimo metodai statybinėje braižyboje), ISO 128-44 (Pjūviai mašinų brėžiniuose), ISO 128-50 (Pagrindiniai pjūvių ir kirtinių plotų vaizdavimo reikalavimai).

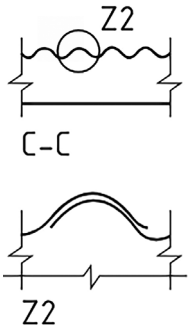
Daugiausia pasikeitimų pastebima objekto vaizdų pateikimą aprašančioje dalyje. Tam tikrais atvejais naudojant vietinį vaizdą, daugiau aiškumo suteikiančiai projekcijai rekomenduojama taikyti trečiojo kampo projekcijų metodą. Kitos projekcijos pateikiamos pagal pirmojo kampo projekcijų metodą. Tai gali suklaidinti brėžinio kūrėjus, todėl naujajame standarte tokiam vaizdavimo būdui rekomenduojama naudoti nuorodų rodykles (3 pav.).

Didelis dėmesys šiame standarte skiriamas statybinių objektų vaizdavimui. Vaizdo pavadinimą, tiek taikant nuorodų rodyklių metodą (4 pav.), tiek vaizduojant iškeltinius elementus (5 pav.), tiek pateikiant įprastus statybinio brėžinio vaizdus (6 pav.), rekomenduojama pateikti ne virš vaizdo, kaip įprastai, bet po vaizdu, kairiajame krašte.

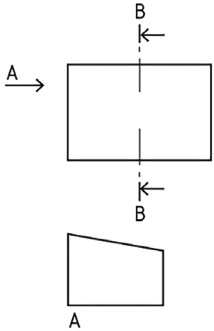
Standartas pateikia galimybę vaizduoti veidrodines ortografines projekcijas plokštumos, lygiagrečios su gulsčiąja objekto plokštuma, atžvilgiu. Tuomet būtina ją nurodyti tam skirtais simboliais – rodyklėmis, einančiomis į priešingas puses nuo tą plokštumą žyminčios linijos (7 pav.).



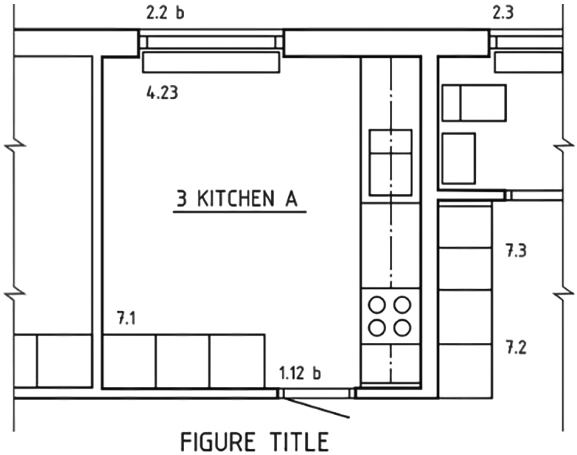
3 paveikslas. Vietinio vaizdo pateikimas



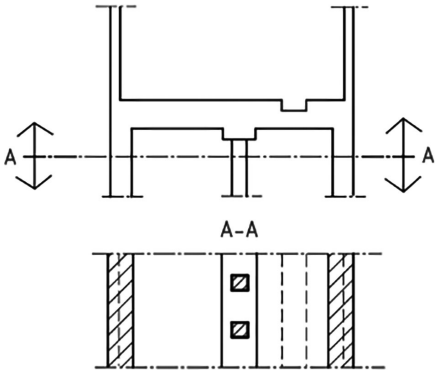
5 paveikslas. Iškeltinio elemento vaizdavimas



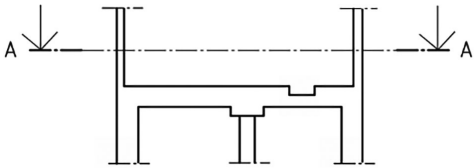
4 paveikslas. Vaizdo pavadinimo pateikimas



6 paveikslas. Statybinio brėžinio vaizdo pavadinimo pateikimas



7 paveikslas. Veidrodinė ortografinė projekcija



8 paveikslas. Pjūvio plokštumos vaizdavimas

Deja, standarte neišvengta klaidų – kai kuriuose pjūvio vaizdą pateikiančiuose pavyzdžiuose neretai pjūvio linija arba žiūrėjimo kryptį nurodančios rodyklės yra netinkamo pločio (8 pav.), tam tikri simboliai, pavyzdžiui, pjūvio plokštumą žyminčios raidės, yra netinkamoje brėžinio vietoje (4 pav.).

Išvados

1. Svarbiausias naujojo standarto privalumas – pagrindinių brėžinio kūrimo taisyklių sutelkimas vienoje vietoje.
2. Bet kurio atnaujinamo standarto tikslas – reikalavimus pateikti aiškiau.
3. Netikslumų atsiradimas standarte sukelia abejonių jo skleidžiama informacija.

Literatūra:

LST EN ISO 128-2:2020 „Techniniai gaminių dokumentai. Bendrieji vaizdavimo principai. 2 dalis. Linijoms taikomos pagrindinės nuostatos“ (*ISO 128-2:2020*). Lietuvos standartizacijos departamentas.

LST EN ISO 128-3:2020 „Techniniai gaminių dokumentai. Bendrieji vaizdavimo principai. 3 dalis. Vaizdai, kirtiniai ir pjūviai“ (*ISO 128-3:2020*). Lietuvos standartizacijos departamentas.

Vansevičius, A. (2020). Linijų pločiai ar storiai? Iš *Inžinerinė ir kompiuterinė grafika: konferencijos pranešimų medžiaga* (p. 66–70). Technika.

THE LATEST STANDARDS FOR A TECHNICAL DOCUMENT

Sonata Vdovinskienė

Summary

The paper discusses the latest standards which have combined several previous standards describing the most important requirements for engineering graphics with a focus on the new rules and the other features.

Keywords: engineering graphic, standards, views, lines.

LAIPTŲ PROJEKTAVIMAS. LIETUVOS TEISĖS DOKUMENTŲ YPATUMAI

Birutė Juodagalvienė, Andrius Keizikas

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Standartai ir teisės dokumentai kuriami bendru sutarimu, remiantis daugeliu veiksnių, įskaitant istorinę šalies patirtį, įprastą praktiką, kainą ir empirinius duomenis. Šio darbo tikslas – apžvelgti Lietuvos standartus, susijusius su vienbučių / dvibučių (toliau – individualių) ir visuomeninių pastatų laiptų saugumu, ir pateikti siūlymus / rekomendacijas dėl griežtesnių laiptų parametrų ribojimų.

Laiptų projektavimo ypatumai kitose šalyse

Architektūros dizainerių tyrime buvo apžvelgti 578 laiptų projektai, pateikti prestižiniame architektūros žurnale „Architectural Record“ (Kim and Steinfeld, 2016). Autoriai panaudojo pavojaus identifikavimo kontrolinį sąrašą ir įvardijo šiuos probleminius laiptų parametrus: laiptų dizainas, netinkami turėklai, per ilgas laiptų ilgis, t. y. laiptuose nėra tarpinės aikštelės, mažas vizualus kontrastas ant pakopų kraštų. Šio tyrimo autoriai pabrėžia, kad individualių namų laiptai yra mažiau reglamentuojami teisės dokumentais, todėl, atsižvelgiant į laisvę, susidaro įspūdis, kad projektuotojai dar labiau eksperimentuoja šių namų aplinkoje, be to, dažniausiai tam pritaria patys klientai. Autoriai, atlikę vertinimą, siūlo skatinti projektuotojus kurti saugesnius laiptus, taip pat rekomenduoja pasitelkti žiniasklaidą sprendžiant saugumo ant laiptų problemą.

JAV mokslininkas Pauls (2013) pateikė sąsajas tarp teisės dokumentų liberalumo ir traumų augimo. Ištyręs dviejų dešimtmečių gyventojų sužalojimų statistiką, konstatavo traumų ant individualių namų laiptų gan didelį augimą, o butuose ir kitur gyvenančių – laipsnišką mažėjimą. Pasak autoriaus, šie skirtumai atsirado dėl įvairių laiptus reglamentuojančių teisės dokumentų skirtumų. Autoriaus nuomone, pagrindinis ir vis didėjantis teisės dokumentų skirtumas yra individualių namų laiptų ir laiptų kitose vietose geometriniai parametrai.

Vesela (2019) išanalizavo Čekijos, Vokietijos ir Britanijos standartus, skirtus vienbučiams namams. Nustatyta, kad požiūris į laiptų proporciją

priklauso nuo šalies teisės dokumentų. Pavyzdžiui, Čekijos dokumentuose pakopos pločio reikalavimai gerokai mažesni, lyginant su pateiktaisiais Vokietijos ir Britanijos standartuose. Taip pat akcentuojamas ir pernelyg gulsčių laiptų pavojingumas. Matyt, todėl kai kurių šalių techniniuose reglamentuose nurodomi ne tik minimalūs, bet ir maksimalūs pakopų dydžiai. Laikantis JK statybos taisyklių, laiptų konfigūracija atspindi tipiškus individualių namų laiptus (BSI, 1984). Juose pakopų aukštis yra 20 cm, horizontalusis atstumas tarp gretimų laiptelių kraštų – 25 cm, o posvyrio kampas – net 38,7 laipsnio. Pasak JK mokslininkų, į išmatuotus laiptų biologinius ir mechaninius parametrus įeina: 1) didžiausias masės kampinio pagreičio centras, 2) pėdos prošvaisa, 3) pėdos ilgio dalis, liečiant laiptus, 4) būtinas trinties koeficientas, 5) ritmas, 6) šių parametrų kitimas (Ackermans et al., 2019).

Laiptai tarptautiniuose ir Lietuvos teisės dokumentuose

Tarp kitų Lietuvos teisės dokumentų Statybos techniniai reglamentai (STR) yra vieni svarbiausių, kurių paisyti turi visi statybos dalyviai. Pagal naudojimo saugai skirtą STR (STR 2.01.01(4):2008) laiptinių gabaritų parametrai siejami su kritimo rizika dėl grindų lygio pasikeitimo. Visuomeninių pastatų laiptinių matmenų sprendiniai numato pakopos aukštį ir gylį (l, m), nustatant pagal šią formulę: $l = 0{,}65 - 2h$, čia h – pakopos aukštis. Gaisrinės saugos reikalavimai (PAGD, 2010) nurodo pakopų matmenų santykį riboti nuo 1:2 iki 1:1,5, priklausomai nuo kitų charakteristikų, siejamų su žmonių evakuacija ir kt. Individualiems pastatams leista naudoti stačiausią leidžiamąjį nuolydį: didžiausią pakopos aukštį – 20, mažiausią gylį – 25 cm (santykis 1:1,25). Minimalus laiptų plotis – 90 cm švaraus praėjimo.

Tarpinės aikštelės

Vadovaujantis teisės dokumentais (STR 2.02.09:2005, STR 2.02.02:2004), tarpinės laiptų aikštelės įrengiamos siekiant apriboti nuovargį lipant laiptais, sudarant galimybę įnešti stambiagabričius daiktus ar žmogų neštuvuose. Aikštelių plotis turi būti ne mažesnis nei laiptatakio. Minimalus pakopų skaičius iki tarpinės aikštelės – 3 vnt., maksimalus laiptatakio pakopų skaičius – iki 18 vnt. Individualių namų reikalavimai numato tarpinės aikštelės įrengimo būtinybę pakilus kas 3 m, tačiau ši sąlyga negalioja statant namą kaimo vietovėse. Reglamentas numato, kad šie statytojai sprendimą dėl punkto taikymo priima savo rizika. 1 paveiksle pateikiamas liberaliausio leidžiamo laiptų varianto palyginimas su kai kuriais visuomeninėse patalpose leistinais įrengti laiptais. Paveiksle matyti, kad individualiame name galima įrengti stačiausius laiptus, kuriais vienu laiptatakiu galima pasiekti net 3,6 m aukštį. Visuomeninių erdvių laiptine tokio aukščio neįmanoma įveikti, neįrengus tarpinės aikštelės, tada ir pačių laiptų proporcija bus saugesnė. Ne-

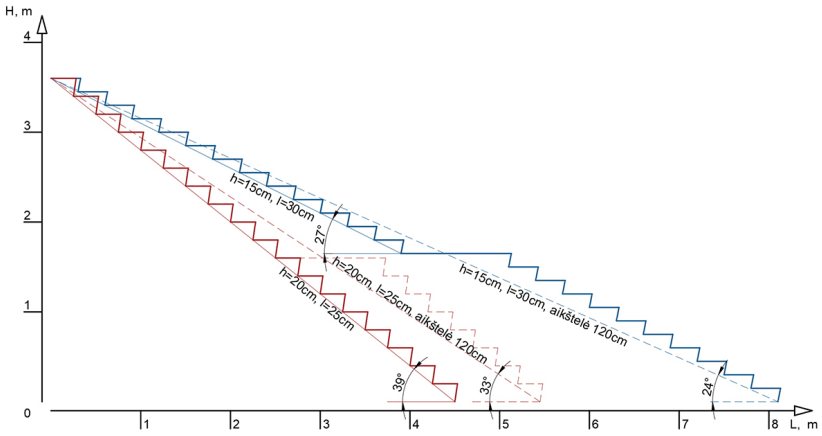
gana to, krentant tarpinė aikštelė būtų kaip kritimo smūgį kompensuojantis veiksnys, o individualiame pastate kritimas būtų artimiausias vertikaliam ir atitinkamai pavojingiausias.

Dažnai individualių namų tarpinėse aikštelėse, jei laiptai numato posūkį, yra numatomos papildomos pakopos. Toks sprendimas leidžia sumažinti laiptinės ilgį, tačiau faktiškai paverčia laiptinę į spiralinę su kintamojo pločio pakopomis. Tokios laiptinės nėra leistinos viešuose objektuose, tačiau jos nėra tiek pavojingos krintant kaip tiesios laiptinės be tarpinės aikštelės.

Laiptų turėklai

Pagal tarptautinį standartą (ISO 21542:2011) turėklas yra atrama, stabilizavimo ir kreipimo priemonė, naudojama tiek kasdien, tiek evakuojantis. Individualiems namams Lietuvoje normuojama tik turėklo būtinybė ir 90 cm aukštis. Viešojo naudojimo pastatams tarpai tarp turėklų ribojami iki 12 cm. Tam tikrais atvejais, kai pastatų paskirtis siejama su vaikų priežiūra, tarpai tarp turėklų turi būti ne didesni kaip 10 cm. Be to, šiuose pastatuose draudžiama formuoti horizontalius turėklų užpildus.

Šis standartas (ISO 21542:2011), kuriuo remiasi Lietuvos STR (STR 2.03.01:2019), apibrėžia turėklo porankio geometrijos reikalavimus. Kadangi jis turi būti patogus stverti, yra ribojami jo išorinio mažiausio ir didžiausio profilio skersmens dydžiai – atitinkamai 35 ir 45 mm. Be to, švarus atstumas nuo porankio iki sienos turi būti bent 4 cm, jis turi būti nenutrūkstamas per visą laiptinės ilgį.



1 paveikslas. Leidžiamų laiptų nuolydžių variantų palyginimas

Laiptų slidumas

Dar vienas laiptų saugumo apibūdinamas, pateiktas STR 2.01.01(4):2008, yra jų paviršių slidumas. Slidumo nustatymo metodika remiasi įvairiais nacionaliniais ir tarptautiniais standartais. Pagal juos nustatomi grindų apdailos medžiagų paviršiaus slidumas, taktilinio laipto krašto pojūčio poreikis ir kiti parametrai, mažinantys slidumą. Techninis reglamentas STR 2.05.13:2004 nurodo, kad „slidumas įvertinamas pagal grindų paviršiaus (sausas, šlapias, apledėjęs, riebaluotas, poliruotas) sąlygas vaikščioti basiems ar įvairiai apsiavusiems žmonėms".

Tačiau individualių namų grindų ir atitinkamai laiptinių paviršiams taikomi konkretūs techniniai reglamentai nenurodo unifikuotų ribinių slidumo reikšmių, eksploatuojant jas įvairiomis sąlygomis. Projektuotojas, rengiantis namo projektą, gali tokią reikšmę numatyti apdailos medžiagų techninėje specifikacijoje. Tačiau, rengiant projektą su daline apdaila, faktiškai ši charakteristika lieka abstrakti (slidu – neslidu) ir grindžiama subjektyviu savininko vertinimu. Analogiška situacija susidaro ir atnaujinant dangas, kai pastatas naudojamas.

Laiptų apšviestumas

Naudojimo saugai skirtame STR 2.01.01(4):2008 numatomas prevencijos priemonių įrengimas dėl nepakankamo matomumo, apšviestumo, įskaitant tas vietas, kur yra grindų lygio perkritimai.

Gairinės saugos reikalavimai (PAGD, 2010) įvairios paskirties pastatams numato laiptinių išdėstymą kontakto vietoje su natūraliu apšvietimu, kas susiję tiek dėl matomumo (pvz., nutrūkus elektros tiekimui), tiek dėl dūmų šalinimo iš evakuacijos kelio per langus, tiek naudojant psichologiniam poreikiui jausti vizualinį kontaktą su išorine aplinka.

Vienbučiams namams skirtame STR 2.02.09:2005 konkrečios apšviestumo vertės laiptinėms šalia natūralios šviesos šaltinio nenurodomos, tačiau nurodomas minimalus 50 lx grindų apšvietimas koridoriuose ir holuose.

Standarte ISO 12542: 2011 kreipiamas dėmesys į tai, kad ištisai laiptų krašto turi būti numatyta vaizdinė (kontrasto) indikacija, bylojanti apie aukščio perkritimą. Atsižvelgiant į individualaus namo laiptinių galimą eksploatavimą visiškoje tamsoje, ši lokali indikacija šviesos pagrindu, didinanti kontrastą judėjimo zonoje, yra galima, tačiau galiojančiais reglamentais nėra numatyta.

Išvados

1. Individualių ir visuomeninių pastatų normuojamos priemonės, skirtos laiptinių saugumui užtikrinti, yra skirtingos ir Lietuvos, ir kitų šalių teisės dokumentuose.

2. Individualių namų teisės aktai yra gerokai liberalesni: atlaidesni laiptų geometriniams parametrams, vientisumui ir formai, turėklų charakteristikoms bei saugesnių parametrų medžiagų naudojimui.
3. Dauguma griežtesnių reikalavimų laiptams keliami tokioms pastatų grupėms, kuriose yra didesnė vaikų ir specialiųjų poreikių žmonių buvimo tikimybė. Tačiau šie reikalavimai nėra taikomi individualiems namams, net jei juose nuolatos gyvena šių griežtesnių ir atitinkamai nutolusių nuo suvidurkintos ergonomikos parametrų naudotojai.
4. Pagal faktą individualiuose pastatuose daugeliu atvejų realusis laiptų saugumas bus nulemtas pačių gyventojų supratimu ir įsigilinimu į šį klausimą. Iš to išplaukia, kad prielaidos susižeisti naudojantis laiptais individualiame gyvenamajame name iš tiesų yra didesnės kaip ir galimybė įrengti laiptus, kurie būtų nesaugūs naudoti specialiųjų judėjimo poreikių žmonėms ir mažiems vaikams.

Siūlymai / rekomendacijos

1. Informuoti visuomenę dėl konkrečių laiptų parametrų, susijusių su saugumu, tarp kurių aktualiausi yra pakopų plotis ir aukštis bei tarpinė aikštelė.
2. Siūlyti Lietuvos gyventojams, planuojantiems gyventi individualiuose namuose, spręsti parametrų parinkimo problemą dar rengiant projektą.
3. Pasitelkti kuo platesnį informacijos sklaidos spektrą, sprendžiant laiptų saugumo problemą.

Literatūra:

Ackermans, T. M. A., & Francksen, N. C. et al. (2019). A novel multivariate approach for biomechanical profiling of stair negotiation. *Experimental Gerontology*, 124, 110646.

BSI (1984). British-Standards-Institute. *BS5395: Part 1: 1977: Stairs*, *Ladders and Walkways: Code for the Design of Straight Stairs*.

ISO 21542:2011 „Pastatų statyba. Užstatytos aplinkos prieinamumas ir naudojamumas“. Lietuvos standartizacijos departamentas.

Kim, K., & Steinfeld, E. (2016). An evaluation of stairway designs featured in architectural record between 2000 AND 2012. *International Journal of Architectural Research: ArchNet-IJAR*, *10*(1).

PAGD (2010). *Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamento prie VRM direktoriaus 2010-12-07 įsakymas Nr. 1-338 „Dėl gaisrinės saugos pagrindinių reikalavimų patvirtinimo“.*

Pauls, J. (2013). The pathology of everyday things – stairways – revisited. In *Proceedings of Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society*, *57*(1), 580–584. San Diego, USA.

STR 2.01.01(4):2008. Esminis statinio reikalavimas „Naudojimo sauga“. (2008). *Žin*., Nr. 1-34.

STR 2.02.02:2004. Visuomeninės paskirties statiniai. (2004). *Žin*., Nr. 54-18512005.

STR 2.02.09:2005. Vienbučiai gyvenamieji pastatai. (2005). *Žin*., Nr. 93-3464.

STR 2.02.09:2005. Vienbučiai ir dvibučiai gyvenamieji pastatai. (2005). *Žin*., Nr. 93-3464.

STR 2.03.01:2019. Statinių prieinamumas. (2019). *Žin*., Nr. 17624.

STR 2.05.13:2004. Statinių konstrukcijos. Grindys. (2004). *Žin*., Nr. 56-1949.

Veselam L. (2019). Staircase - Dimensions of Stair Steps and their Deviations of Geometrical Accuracy. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *471*(2), 022012. doi:10.1088/1757-899X/471/2/022012

STAIR DESIGN. PECULIARITIES OF LITHUANIAN LEGAL DOCUMENTS

B. Juodagalvienė, A. Keizikas

Summary

The article presents the main international and Lithuanian legal documents regulating the parameters of stairs in single-family and public buildings related to security. Criteria influencing stair safety are reviewed. Conclusions are presented on too liberal legal documents for individual houses. Recommendations on liability for the installation of unsafe stairs have been proposed.

Keywords: stair safety standards, Building Technical Regulations, standards, single-family homes and public buildings.

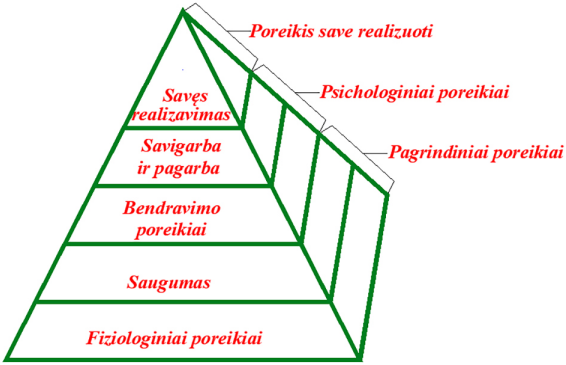
VIENBUČIO NAMO LAIPTŲ SAUGUMO PARAMETRŲ YPATUMAI

Birutė Juodagalvienė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Projektuojant dviejų aukštų vienbutį namą, atsiranda privalomas konstrukcinis elementas – vidiniai laiptai. Kartais vienbučiuose namuose laiptai projektuojami ir įrengiami kaip dizaino elementas, nepaisant tam tikrų parametrų įtakos saugumui. Lietuvos architektų ar interjero dizainerių siūlomuose vienbučių namų projektuose aptinkami dvejopi laiptai (pagal formą ir konstrukciją): daugeliu atvejų apsiribojama ganėtinai tipiniais sprendimais, kiti – išskirtinio dizaino. Projektuotojai ir laiptų gamintojai informuoja klientą apie laiptų konstrukcinių elementų pritaikymą ir derinimą interjere, lėšas. Paprastai klientas pasirenka tai, kas jam gražu ir patinka, bet ar tai saugu ir praktiška? Juk ne visuomet. Šiandien interjere vyraujantys emociniai teiginiai, tokie kaip „tai yra gražu“, ir asmeniniai vertinimai, pvz., „man tai patinka“, ypač yra aktualūs sprendžiant vienbučių namų projektavimo priešingybes ir paradoksus (Sowa, 2008). Juk įprastai žmogus pirmiausia stengiasi patenkinti savo fiziologinius ir saugumo poreikius ir tik tuomet rūpinasi bendravimu, pagarba ir savęs realizavimu (1 pav.) (Maslow, 1943). Deja, informacija apie namų laiptų saugumą ne visada klientą pasiekia laiku. Straipsnio tikslas – išanalizuoti vienbučių namų laiptų parametrų, susijusių su laiptų saugumu, ypatumus.



1 paveikslas. Žmogaus poreikių piramidė (remiantis Maslow, 1943)

Laiptų konstrukcijos

Laiptų konstrukcijos ir jų elementai gali būti pagaminti iš įvairių medžiagų: betono, metalo, medienos, stiklo – ar mišrūs. Paprastai laiptų konstrukciją padiktuoja konkretaus kliento pageidavimai, namo planas ar interjero sprendimai. Vienbučiuose namuose dažniausiai pasirenkamos medinės arba medinės apdailos konstrukcijos. O štai betoniniai laiptai šiuo metu tampa vis populiaresni. Tai stabiliausia konstrukcija, kurią galima padaryti estetiškai lengvą ir gražią. Bet nepavykus, interjere gaunamas nepageidaujamas masyvas.

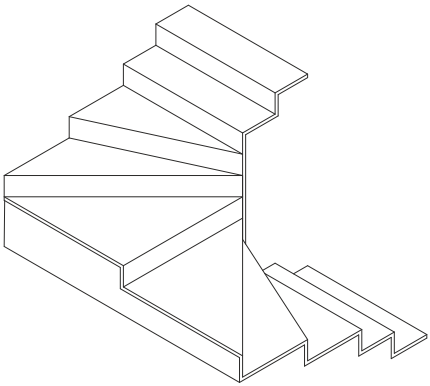
Lietuvoje tarp populiariausių laiptų galima įvardyti ir metalinio karkaso laiptus su medinėmis pakopomis. Tokie laiptai tampa interjero dalimi, todėl konstrukcija turi atrodyti lengva ir estetiška (2 pav.). Bet ar ji saugi? Saugumas gyvenamajame būste užtikrinamas teisiniu reglamentavimu, grindžiamu statistiniais ir ergonominiais rodiklių vidurkiais. Atsižvelgiant į laiptų įrengimo ekonomiškumą, svarbiausias rodiklis yra jų užimamas plotas, nuo kurio priklauso pakopų plotis ir aukštis. Deja, šių kvadratinių metrų kaina dažnai yra didesnė, lyginant su pačiais laiptais. Kadangi skirtingi laiptai ir jų tipai užima skirtingą plotą, vis dar dauguma žmonių stengiasi įtalpinti juos į kuo mažesnį namo plotą, taip pasmerkdami save lipti nepatogiais, stačiais ir pavojingais laiptais.

Sąsajos tarp laiptų parametrų ir saugus judėjimo

Yra atlikta daug mokslinių tyrimų, kuriuose tiriami nelaimingi atsitikimai lipant laiptais. Daugumoje iš jų tiriami pakopų dydžiai ir laiptų apšvietimas (Roys, 2001; Bowman et al., 2015; Ackermans et al., 2020). Be abejo, šie pakopų parametrai turi didelę įtaką patogiam ir saugiam judėjimui laiptais, bet ar tik minėtieji? Internetinėse svetainėse, skirtose vienbučių namų interjerui ir laiptų parinkimui, rašoma, kad ne visada dizainas ir saugumas eina koja kojon, jose laiptų saugumas siejamas tik su turėklais ir porankiais. Šiame tyrime norima akcentuoti šiuos svarbius saugiam judėjimui laiptų parametrus: tarpinė aikštelė, papakopių įrengimas, pakopos krašto išsikišimas už papakopės ir turėklo porankio skerspjūvis. Apie juos klientas yra retai informuojamas, nes, pvz., tarpinė aikštelė padidina užimamą plotą, papakopės nesuteikia laiptams lengvumo įspūdžio, o pakopos krašto išsikišimas apsunkina gyventojų lipimą žemyn.

Dažnai individualių namų tarpinėse aikštelėse, jei laiptai numato posūkį, numatomos papildomos pakopos (3 pav.). Toks sprendimas leidžia sumažinti laiptinės ilgį / plotą, tačiau faktiškai paverčia laiptinę į spiralinę su kintamojo pločio pakopomis (Juodagalvienė, 2019). Tokios pakopos nėra leistinos viešuose objektuose. Daugumos klientų nuomone, tarpinės aikštelės reikalingos poilsiui (kaip daugiabučiuose ar visuomeniniuose pastatuose). Tikėtina, kad šie klientai neturi informacijos apie kritimo nuo laiptų proceso pavojingumą.

2 paveikslas. Metalo konstrukcijos laiptai
(https://www.statyba.lt/paieska/Metaliniai+laiptai)



3 paveikslas. Papildomos pakopos tarpinėje laiptų aikštelėje

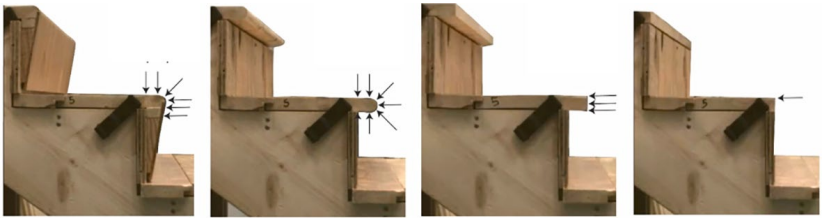
Visada tikimasi, kad kritimų nebus, bet, vykstant kritimui, tarpinė aikštelė gerokai sumažintų galimas traumas (Kim et al., 2016). O štai esant tiesiems laiptams, kurie užima mažiausiai namo ploto, kritimas būtų artimiausias vertikaliam kritimui ir atitinkamai būtų pats pavojingiausias.

Kiti svarbūs saugumo parametrai – papakopių įrengimas ir pakopos krašto išsikišimo už papakopės dydis ir forma (4 pav.). Paprastai papakopės neįrengiamos, kai derinama lengva ir estetiška laiptų konstrukcija su metalinėmis laikančiosiomis sijomis (2 pav.), o kartais ir darant medinius laiptus. Esant statiems laiptams, tarpai tarp pakopų gali viršyti 10–12 cm, o tai neatitinka vaikų saugumo rekomendacijų. Krintant dėl tokių tarpų gali padidėti traumų tikimybė. Kuo didesnis pakopos krašto išsikišimas, tuo ma-

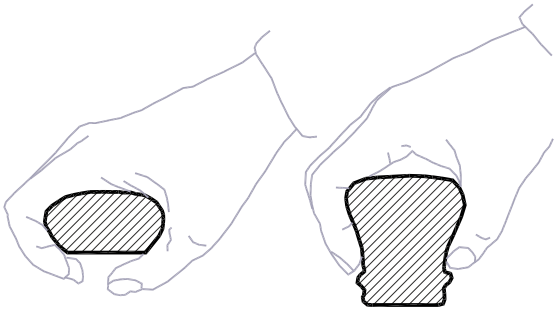
žiau pakopos pločio lieka pėdai pastatyti lipant žemyn. Kuo išsikišimo forma aptakesnė, tuo didesnis galimas slydimas lipant laiptais žemyn (Agha et al., 2021).

Ir dar vienas svarbus saugumo parametras – turėklas ir turėklo porankio skerspjūvis (Pauls, 2013). Turėklo porankio skerspjūvis turėtų būti parinktas toks, kad būtų patogus stvertis krintant (5 pav.), o atstumas tarp baliustrų, jei namuose yra vaikų, rekomenduojamas ne didesnis kaip 10 cm.

Teisės aktuose nenurodomi skirtingų laiptų konstrukcijų ir medžiagų saugumo savybių prioritetai. Siekiant laiptus eksploatuoti, jie privalo atitikti tik teisės aktuose nurodytus minimalius reikalavimus. Specializuotos įmonės, gaminančios ir įrengiančios laiptus, pateikia klientui teisės dokumentų aprašus, neužsimindamos apie nelaimingus atsitikimus ant laiptų, ir kokie parametrai daugiausia turi tam įtakos. Gerai, kad jau atliekami moksliniai tyrimai, kuriuose nagrinėjamas saugumas ant laiptų, nepaisant siekiamo laiptų dizaino mažesnio įvertinimo. Jau minėti autoriai, naudodami pavojaus identifikavimo kontrolinį sąrašą, įvardijo sąrašą, susijusį su laiptų parametrų problemomis, ir pabrėžė, kad architektai vis labiau eksperimentuoja su vienbučių namų dizainu, o jiems pagalbą suteikia patys klientai (Kim et al., 2016).



4 paveikslas. Pakopos kraštų išsikišimų formos (Agha et al., 2021)



5 paveikslas. Turėklo porankio skerspjūviai (remiantis Pauls, 2013)

Išvados

1. Vienbučio namo laiptai ir šiandien išlieka pavojinga erdve, kurioje vyksta nelaimingi atsitikimai.
2. Skirtingos laiptų konstrukcijos neužtikrina saugaus jų naudojimo, būtinas įvairių parametrų parinkimas, įvertinant judėjimo saugumą.
3. Didėja būtinybė informuoti klientus, projektuotojus ir pardavėjus apie konkrečių laiptų parametrų įtaką vartotojo saugumui.

Literatūra:

Ackermans, T. M. A. et al. (2020). A novel multivariate approach for biomechanical profiling of stair negotiation. *Experimental Gerontology*, *124*,110646.

Agha, S., Levine, I. C., & Novak, A. C. (2021). Determining the effect of stair nosing shape on foot trajectory during stair ambulation in healthy and post-stroke individuals. *Applied Ergonomics*, *91*,103304.

Bowman, R., Roys, M., & Davies, N. (2015). Use of 3D laser scanning stairway geometry data to better understand the risk of falls and enable improved stair regulations. In *Proceedings 19th Triennial Congress of the IEA* (pp. 9–14), Melbourne.

Juodagalvienė, B. (2019). Kintamo pločio laiptų pakopų modeliavimo metodai ir jų ypatumai. Iš *Inžinerinė ir kompiuterinė grafika*, *konferencijos pranešimų medžiaga* (p. 87–91). Akademija.

Kim, K., & Steinfeld, E. (2016). An evaluation of stairway designs featured in architectural record between 2000 and 2012. *International Journal of Architectural Research*, *10*(1), 96–112.

Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, *50*(4), 370–396.

Pauls, J. (2013). The pathology of everyday things – stairways – revisited. In *Proceedings of Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society*, San Diego, USA.

Sowa, J. F. (2008). Chapter 5 Conceptual Graphsal Graphs. *Foundations of Artificial Intelligence*, *3*, 213–237.

Roys, M. S. (2001). Serious stair injuries can be prevented by improved stair design. *Applied Ergonomics*, *32*: 135–139.

PECULIARITIES OF SECURITY PARAMETERS FOR SINGLE-FAMILY HOUSES STAIRS

Birutė Juodagalvienė

Summary

The predominant emotional statements in architecture, such as “it’s beautiful” and personal assessments such as “I like it,” are particularly relevant in addressing the contradictions and paradoxes of single-family home design. Usually, a person first tries to meet his physiological and security needs and only then takes care of communication, respect and self-realization. Unfortunately, information about the safety of home stairs does not always reach the customer on time. Therefore, the selection of safety-related stair parameters should be a priority for residents.

Keywords: single-family houses, stairs safety, stairs parameters.

KNIEDINIŲ JUNGČIŲ VAIZDAVIMO YPATUMAI BRĖŽINIUOSE

Petras Milius

Kauno technikos kolegija

Įvadas

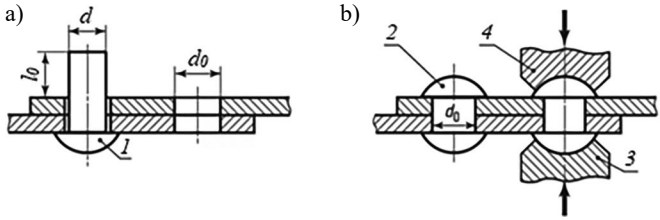
Kniedijimas – vienas iš detalių neardomojo jungimo technologinių procesų, naudojamų kai kuriose pramonės srityse. Kniedinės jungtys naudojamos konstrukcijose, veikiamose aukštos temperatūros, korozijos, vibracijos, taip pat blogai suvirintų metalų junginiuose arba metalų junginiuose su nemetalinėmis dalimis. Tokie junginiai plačiai naudojami katiluose, geležinkelio tiltuose, kai kuriose orlaivių konstrukcijose, laivų, povandeninių laivų statyboje, tiap pat lengvojoje pramonėje.

Kniedinių jungčių surinkimo brėžiniuose kniedžių galvutės vaizduojamos ne pagal faktinius jų dydžius, bet pagal santykinius, atsižvelgiant į kniedės strypo skersmenį *d*. Šis parenkamas pagal specialias lenteles ir preliminariai laikomas lygiu jungiamųjų dalių storiui. Kniedės strypo ilgis taip pat parenkamas atsižvelgiant į jungiamų dalių storį, įvertinant reikiamą kniedės strypo ilgio atsargą. Preliminariai tai yra 1,5*d*. Tokiu būdu svarbiausi kniedinių jungčių matmenys ir jų žymėjimai brėžiniuose yra santykiniai dydžiai, priklausantys nuo kniedės strypo skersmens. Daugeliu atvejų net patyrusiems konstruktoriams ar gamybininkams iškyla daug neaiškumų ir neteisingų sprendimų, netinkamai parinkus kniedžių strypų skersmenis. Metalinių konstrukcijų kniedijimas ir siūlių vaizdavimas bei žymėjimas yra svarbi, bet mažai analizuojama tema.

Darbo tikslas – supažindinti su kniedžių ir jų eilių sąlyginio vaizdavimo bei žymėjimo ypatumais kniedinių jungčių brėžiniuose.

Kniedės. Kniedinės jungtys

Pagrindinis kniedinių jungčių tvirtinimo elementas yra kniedė, t. y. trumpas cilindrinis apskritojo skerspjūvio strypas, kurio viename gale yra galvutė. Kniedijimu vadinamas toks darbas, kai atskiros dirbinio dalys sujungiamos neišardomai ir nuolat išlaiko joms suteiktą padėtį bei formą. Dirbinio dalys kniedėmis sujungiamos labai tvirtai, tvirčiau, nei jungiant varžtais, lituojant ar suvirinant. Kniedėmis jungiamos tokios detalės, kurios turi išlaikyti didelius krūvius, stiprią vibraciją, pavyzdžiui, lėktuvo sparnai.



1 paveikslas. Detalių neišardomasis jungimas kniedijant:
1 – kniedė iki deformacijos; 2 – kniedė po deformacijos
ir suformuota antra kniedės galvute; 3 – atrama; 4 – presas

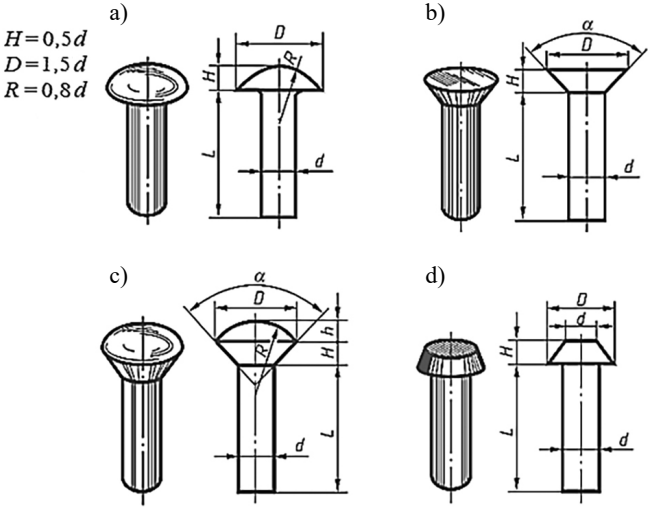
Kniedinio jungimo technologija yra tokia. Jungiamose dalyse (1 pav., a) gręžiamos atitinkamo skersmens skylės d_0. Kniedės strypas, kurio skersmuo d, su galvute įkišamas į dalių, kurias reikia sujungti, skylę. Kniedė gali būti karšta arba šalta. Laisvas kniedės strypo galas l_0 už jungiamos dalies tęsiasi apytiksliai 1,5d, kuris kniedijamo proceso metu (smūgiuojant arba veikiant dideliu slėgiu) deformuojamas ir sukuriama antra kniedės galvutė (1 pav., b).

Detalės jungiamos kniedėmis tais atvejais, kai neįmanoma ar sunku jas suvirinti. Daugeliu atvejų kniedijimas naudojamas lakštams ir profiliuočiams sujungti. Ryšys suformuojamas kniedės strypu, įkištu į jungiamųjų dalių skylę. Jėgos, kurias sukelia elastinga jungiamųjų dalių ir kniedės strypo deformacija, suveržia junginio dalis. Skylės kniedėms gręžiamos arba kniedės stumiamos per kniedijimo mašiną. Metalo dirbinių dalis jungiančios kniedės gaminamos iš spalvotųjų metalų, minkšto plieno, minkštų metalo lydinių. Jos rūšiuojamos pagal jų galvučių formą, strypo skersmenį, ilgį ir metalo, iš kurio jos pagamintos, rūšį.

Kniedžių galvutės būna (2 pav.): a) pusapvalės (DIN 660/ISO 1051), b) paslėptos (kūginės) (DIN 661/ISO1051), c) pusiau paslėptos (pusiau kūginės) (DIN 662/ISO 1051, d) plokščios (DIN 674/ISO 1051) ir kt. Kniedžių galvučių dydis ir jų strypo skersmuo bei ilgis būna įvairūs, nelygu kur jos bus naudojamos. Rečiau naudojamos kniedės su pusapvalėmis kūginėmis galvutėmis, nupjauto kūgio formos galvutėmis, su tuščiaviduriu ar perskeltu strypu.

Detalėms, neskirtoms išlaikyti didelius krūvius, sujungti gali būti naudojamos minkštų spalvotųjų metalų kniedės, pavyzdžiui, vario, aliuminio. Kniedės, kurių galvutės, sukniedijus detales, pasilieka jų paviršiuje, laiko tvirčiau už kniedes su kūginėmis galvutėmis. Tai kniedės su pusapvale, pusiau ovalia, plokščia ir kt. galvutėmis. Jos naudojamos gaminių, turinčių dideles apkrovas, detalėms jungti.

Kniedės su kūginėmis arba paslėptomis galvutėmis naudojamos tokioms dirbinių detalėms jungti, kurių paviršius po sukniedijimo turi būti lygus. Gerai nušlifavus šiuo būdu sukniedytą vietą, jungimo žymė gali išnykti.



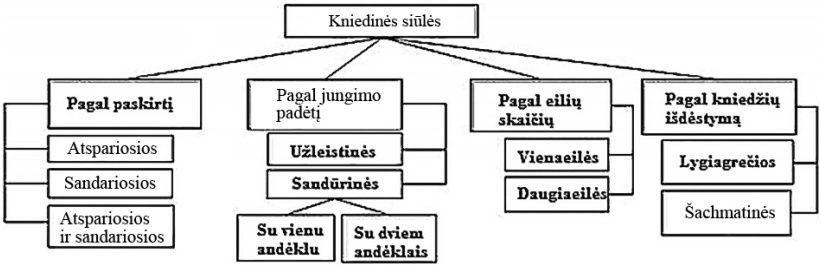
2 paveikslas. Kniedžių skirstymas pagal jų galvučių formą (https://www.iso.org/standard/24866.html)

Kniedinių jungčių siūlės

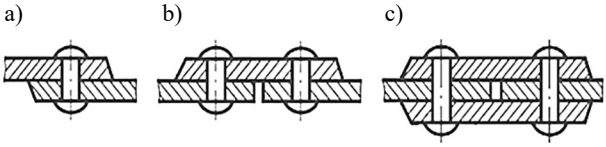
Viena ar keletas kniedžių eilių sudaro kniedinę siūlę, kurios klasifikuojamos pagal atitinkamus požymius: pagal paskirtį, eilių skaičių, kniedžių padėtį (išdėstymą) ir jungiamųjų dalių padėtį (3 pav.).

Kniedinėse jungtyse pagal gaminio detalių tarpusavio išdėstymą išskiriamos tokios siūlės (4 pav.): užleistinės, kai viena detalė uždedama ant kitos (a); sandūrinės, kai kniedijamos detalės sujungiamos viena su kita vienu (b) arba dviem (c) antdėklais.

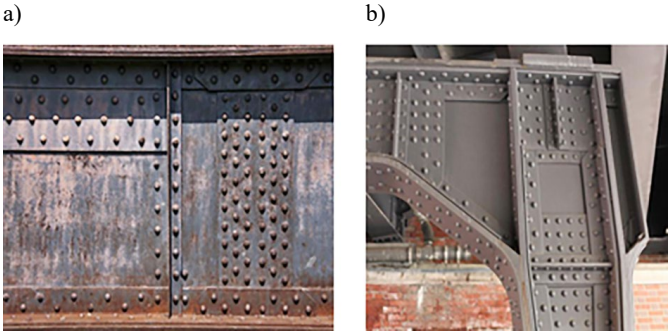
Kniedinės siūlės gali būti vienaeilės arba daugiaeilės ir išdėstytos lygiagrečiai bei šachmatiškai (5 pav.).



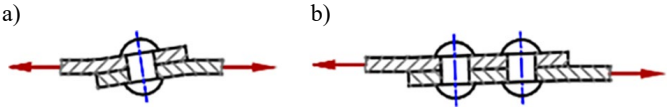
3 paveikslas. Kniedinių siūlių skirstymas pagal atitinkamus požymius



4 paveikslas Galimos kniedinių jungčių siūlės (Vaičiulis, 2010)



5 paveikslas. Šachmatiškai (a) ir lygiagrečiai (b) išdėstytos kniedinės siūlės (https://lt.atomiyme.com/kniedyti-sujungimai-privalumai-ir-trukumai/)



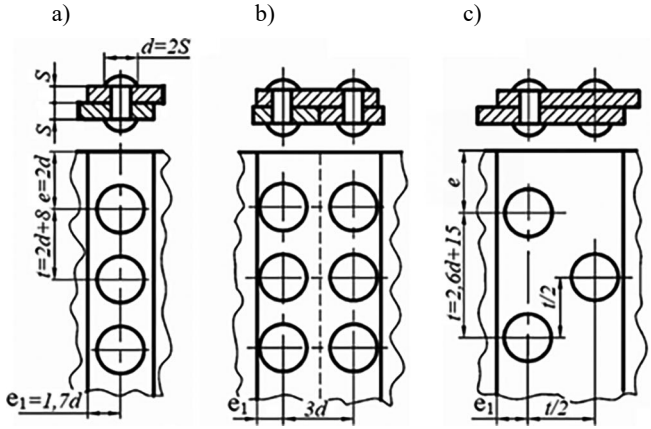
6 paveikslas. Užleistinės jungties deformacijos veikiant išorinei apkrovai (Vaičiulis, 2010)

Veikiant užleistinę jungtį su vienaeile kniedine siūle išorinei apkrovai, vyksta junginio deformacijos (6 pav., a), todėl rekomenduojama padaryti užleistinę jungtį tik su dvieile lygiagrečiai išdėstytų kniedžių siūle (6 pav., b).

Kniedžių vaizdavimas surinkimo brėžiniuose

Kniedinių jungčių surinkimo brėžiniuose privaloma nurodyti svarbiausius kniedinės jungties siūlių konstrukcinius matmenis. Tai santykiniai dydžiai, priklausantys nuo kniedės strypo skersmens ir kniedžių išsidėstymo pobūdžio skirtingo tipo siūlėse (7 pav.).

Brėžinyje turi būti pažymėtas kniedės skersmuo d, atstumas tarp skylių kniedėms centrų, t. y. kniedžių žingsnis t, atstumas nuo kniedės centro iki lapo krašto statmenai veikiančiai apkrovai (dydis e_1) bei nuo lapo krašto lygiagrečiai su veikiančia apkrova e (1 lentelė).



7 paveikslas. Kniedinių jungčių matmenų santykiniai dydžiai priklausomai nuo junginio tipo: a – užleistinė jungtis su vienaeile kniedžių siūle; b – sandūrinė jungtis su vienu antdėklu ir dviem lygiagrečiomis kniedinėmis siūlėmis; c – užleistinė jungtis su šachmatinėmis kniedėmis (Cheraghi, 2008)

1 lentelė. Rekomenduojamas atstumas nuo lakšto krašto iki kniedžių su skirtingos formos galvutėmis centro

Atstumas nuo lakšto krašto *e*	Minimalus atstumas nuo lakšto krašto	Pageidautinas atstumas nuo lakšto krašto
Kniedėms su pusapvale (išsikišusia) galvute	2*d*	2*d* + 1,6
Kniedėms su paslėpta galvute	2,5*d*	2,5*d* + 1,6

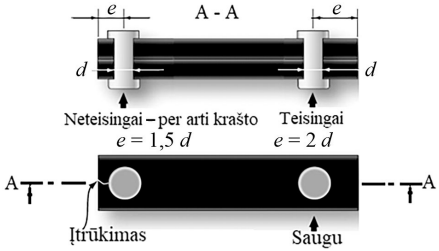
Visų brėžinyje surašomų matmenų skaitinės vertės yra santykiniai dydžiai, priklausomi nuo pasirinkto kniedės strypo skersmens *d*. Neteisingai pasirinkus kniedės skersmenį blogai apskaičiuojami atstumai tarp kniedžių centrų, o kartu ir iki lapo krašto (e_1 ir e). Veikiant tokį junginį apkrovai, susidaro deformacijos ir įtrūkiai (8 pav.).

Tais atvejais, kada brėžiniuose nereikia nurodyti kniedžių strypo skersmens, o būtina parodyti kniedžių galvučių formą, galima kniedes pavaizduoti sutartinai, kaip parodyta 2 lentelėje.

Vaizduojant kniedines jungtis ir nurodant tik kniedžių išdėstymą, tikslinga tai sąlygiškai vaizduoti atitinkamu ženklu (2 lentelė). Be to, galimi supaprastinimai, priimtini surinkimo brėžiniams. Pavyzdžiui, jei gaminys, pavaizduotas surinkimo brėžinyje, turi daugybę panašių jungčių ir to paties tipo tų pačių matmenų kniedžių, jungtyse vaizduojamos kniedės rodo sąlyginę jų padėtį kiekvienoje jungtyje vienoje ar dviejose vietose, o visose kitose jas vaizduojant sąlygiškai – centro arba ašinėmis linijomis (9 pav.).

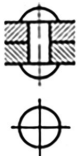
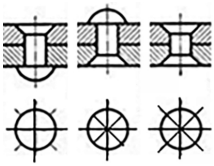
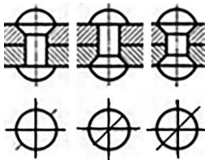
Kniedžių skylių skersmuo, skylių šiurkštumo parametrai, kniedinės jungties bandymų metodai brėžinyje nenurodomi. Šiuos duomenis nustato kniedinių jungčių bendrosios techninės sąlygos, kurias reglamentuoja kiti normatyviniai dokumentai.

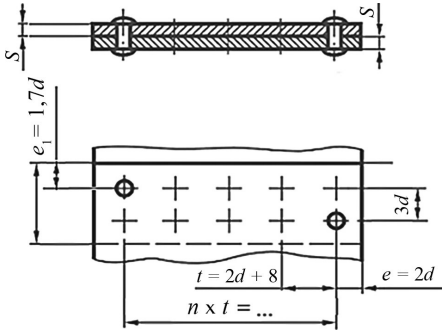
Kniedinių jungčių brėžinių specifikacijos lentelėse standartinės kniedės žymimos pagal atitinkamų standartų reikalavimus: kniedė DIN/ISO ... $d \times L$ –



8 paveikslas. Kniedinių junginio pažaidos neteisingai pasirinkus kniedės skylės centro atstumą *e* nuo lapo krašto (http://www.flight-mechanic.com/)

2 lentelė. Sutartinis kniedžių vaizdavimas brėžiniuose

Galvutės forma ir išdėstymas	Pusapvalės iš abiejų pusių	Su paslėpta galvute iš matomos, nematomos ir abiejų pusių	Su pusiau paslėpta galvute iš matomos, nematomos ir abiejų pusių
Sąlyginis vaizdavimas			



9 paveikslas. Kniedinės jungties siūlių matmenys ir supaprastinimai, vaizduojant ir žymint kniedžių siūles

[medžiagos grupė (dangos grupė)] arba kniedė $d \times L$ – [medžiagos grupė (dangos grupė)] GOS ... Pavadinime nurodomas kniedės strypo skersmuo d ir ilgis L, metalo grupė ir standarto numeris, nustatantis galvutės ir dangos formą. Pavyzdžiui, kniedė DIN 660/ISO 1051B 4×20 – AL bl: kniedė su pusapvale galvute (tipas B), kurios strypo skersmuo 4 mm, strypo ilgis 20 mm, medžiagos grupė AL – aliuminis, dangos grupė bl – be dangos; kniedė DIN 661/ISO1051 3×30 A2, A4: kniedė su paslėpta galvute, kurios strypo skersmuo 8 mm, strypo ilgis 30 mm, medžiagos grupė A2, A4 – nerūdijantysis plienas, analogas GOST 10299-80.

Galimas kniedžių žymėjimas ir pagal kito standarto reikalavimus. Pavyzdžiui, kniedė 8×60.00 GOST 10299-80: kniedė, kurios strypo skersmuo 8 mm, strypo ilgis 60 mm, medžiagos grupė 00 – anglinis plienas CT2, be dagos; kniedė 8×60.32.0.3 GOST 10300-80: kniedė, kurios kotelio skersmuo 8 mm, kotelio ilgis 60 mm, medžiagos grupė 32 – žalvaris Л63, dangos grupė 0.3 – nikeliuota.

Išvados

1. Kniedinėmis jungtimis jungiami didelių matmenų gaminiai (laivų ir lėktuvų korpusai, sparnai, santvarinės konstrukcijos), galima sujungti elementus iš sunkiai arba visai nesuvirinamų medžiagų, jungiamuose elementuose nesusidaro terminio poveikio zonų.
2. Darant kniedines jungtis, jungiamąsias dalis reikia papildomai mechaniškai apdoroti, todėl susilpninami jungiamieji elementai (dėl skylių gręžimo arba jų iškirtimo). Kniedinės jungtys visada sunkesnės už virintines.
3. Kniedinių jungčių surinkimo brėžiniuose būtina nurodyti svarbiausius kniedinės jungties siūlių konstrukcinius matmenis, t. y. santykinius dydžius priklausomai nuo kniedės strypo skersmens ir kniedžių išsidėstymo pobūdžio skirtingo tipo siūlėse.
4. Kniedinių jungčių surinkimo brėžiniuose galimi supaprastinimai, vaizduojant ir žymint kniedžių siūles, o pjūvių atvaizduose kniedės, kaip standartinės tvirtinimo detalės, rodomos neperpjautos, t. y. neužbrūkšniuojamos.
5. Netinkamai pasirinkus kniedės skersmenį, blogai apskaičiuojami atstumai tarp kniedžių (skylių) centrų, o kartu ir iki lapo krašto (e_1 ir e). Veikiant tokį junginį apkrova, susidaro deformacijų ir įtrūkių.

Literatūra:

Bražiūnas, A. J. (2004). *Mašinų gamybos technologijos pagrindai*. Technologija

Cheraghi, S. (2008). Effect of variations in the riveting process on the quality of riveted joints. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 39.

Figueira, J .A., & Trabasso, L. G. (2015). Kniedijimo sukeltos deformacijos orlaivių konstrukcijose. *Orlaivio žurnalas* (*J. AIRCRAFT*) *52*(6).

Kniedės. Terminija ir apibrėžimai. EN ISO 14588:2000. https://www.iso.org/standard/24866.html

Kniedės strypo skersmenys. ISO 1051:1999 - Rivet shank diameters. https://www.iso.org/obp/ui/#!iso:std:31084:en

Kniedyti sujungimai – privalumai ir trūkumai. https://lt.atomiyme.com/kniedyti-sujungimai-privalumai-ir-trukumai/

Kniedžių atstumai nuo lapo krašto. http://www.flight-mechanic.com/structural-fasteners-solid-shank-rivets-installation-of-rivets/

Roloff, H., & Matek, W. (2001). *Maschinenelemente: Normung. Berechnung*, *Gestaltung- Lehrbuch und Tabellenbuch. 15*. Auflage. Wieweg.

Vaičiulis, D. (2010). *Mašinų elementai. Sujungimai*. Technologija.

Heuermann, W. ir Köppe, E. F. (2002). *Technikos žinynas*. Šviesa.

Покровский, Б. С. (2013). *Основы слесарного дела*. Академия.

FEATURES OF REPRESENTATION OF RIVETED JOINTS IN DRAWINGS

Petras Milius

Summary

Riveting is one of the technological processes of permanent joining used in some industries. Drawings of riveted joints assembly must include the most important structural dimensions of the riveted joint seams.

The numerical values of all the dimensions written in the drawing are relative quantities, that depends on the diameter of the rivet rod and the nature of the arrangement of the rivets in different types of seams. Incorrect choice of the rivet diameter also means that the distances between the centers of the rivets, and at the same time to the edge of the sheet, will be poorly calculated. As a result, when load is applied, deformations and cracks occur. In many cases, even experienced designers or manufacturers encounter ambiguities and incorrect solutions due to incorrect selection of rivet rod diameters. The riveting of metal structures, representation and marking of seams is an important, but little analyzed topic.

Keywords: rivets, riveting, rivet seam, riveted joints.

CAD GALIMYBĖS IR PRIORITETAI PRAMONĖJE IR MOKYMO SRITYSE

Donata Putnaitė, Dovilė Martišienė, Rolandas Šertvytis

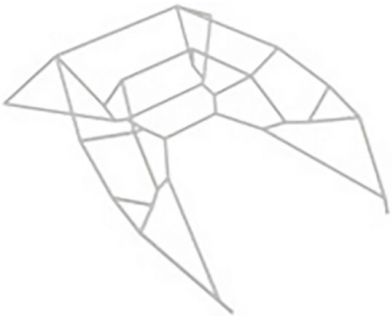
Kauno technikos kolegija

Galimybė kurti būsimą produktą virtualiojoje aplinkoje padarė didžiulę įtaką CAD programinės įrangos galimybių tobulinimui. Programinės įrangos galimybė braižyti ir modeliuoti detalę, neprarandant visų modelio parametrų, rado tikslinę vietą kiekvienoje pramonės šakoje. CAD modeliavimas ir sukurti modeliai plačiai naudojami architektūroje, statybos srityje, dizaino ir daugelyje kitų pramonės šakų. CAD programinė įranga buvo sukurta, kad suteiktų tokių galimybių, kaip sudėtingų formų kūrimas, tūkstančių dalių sąrankų kūrimas, lengvesnis bendradarbiavimas kuriant debesies dizaino dokumentus ir analizės atlikimas tiesiogiai iš CAD vartotojo sąsajos (Li, 2020).

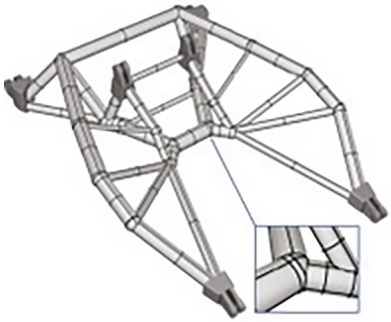
Nepaisant visų teigiamų ypatybių, laikas, kurio reikia vieno komponento CAD modeliavimui, yra palyginti ilgas. Taip pat norint sukurti šio komponento šeimą (grupę), reikia skirti daug laiko ir tai yra milžiniška užduotis (Nigam et al., 2020).

Norint efektyviai vykdyti procesų planavimo veiklą, reikia kelių skirtingų sričių žinių. Šiame kontekste dažna problema yra kolektyvinių vienos srities žinių egzistavimas ir patirties trūkumas kitose srityse. Remiantis ankstesniu teiginiu, siūloma įtraukti į proceso planavimą sukurtos dalies dizaino palyginimą su senesniais, patvirtintais modeliais. Šių ankstesnių CAD dalių modelių taikymas gali sumažinti kūrimo išlaidas, sutrumpinti gamybos pradžios laiką ir pagerinti gaminio kokybę (Bickel et al., 2021). Tai yra pagrindinė priežastis, kodėl kompiuterizuoto projektavimo (CAD) modeliai yra taip plačiai taikomi pramonėje. Skaitmeniniai gamybos metodai, tokie kaip priedų gamyba, naudoja 3D modelio dokumentus kaip įvestį 3D spausdintuvams gaminant detalę (Shi et al., 2018).

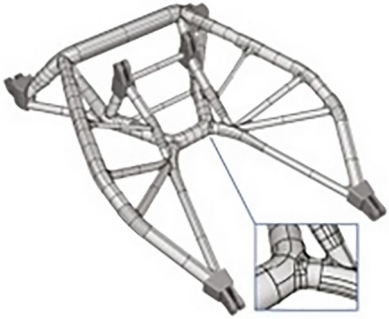
Norint pritaikyti konstrukcinį optimizavimą stambiame pramonės projekte, reikia optimizuotas geometrijas paversti CAD modeliais. Tai būtina, nes CAD sistemos šiandien yra neatsiejama daugelio produktų kūrimo procesų dalis. Poreikis redaguoti optimizuotą detalės geometriją kyla tada, kai reikia pridėti papildomų geometrinių parametrų arba kai detalė turi būti sujungta su kitais komponentais į vieną funkcinį gaminį. Be to, pramonės praktikoje, be konstrukcinio efektyvumo ir tvirtumo, paprastai yra daug vienodos svarbos projektavimo reikalavimų, dažnai neaiškiai išreikštų kiekybiškai. Juos tenka redaguoti atlikus optimizavimo procesus (Yin et al., 2020).



1 paveikslas. 3D rėmo eskizo modelis naudojant CAD programinę įrangą (Liu and Ma, 2016)



2 paveikslas. CAD modelis sukurtas rekursiškai sujungiant „kietąsias“ medžiagas modelyje (Liu and Ma, 2016)



3 paveikslas. CAD modelis, sukurtas sujungiant paprastąsias „kietąsias“ medžiagas ir sulietus paviršius (Liu and Ma, 2016)

Yra labai nedaug struktūrinių optimizavimo būdų, kurie sukuria geometriją kaip kompaktišką parametrinį CAD modelį. Naujausiose topologijos optimizavimo formuluotėse laikomas riboto skaičiaus geometrinių primityvų, pvz., stačiakampių ar stačiakampių, įdėtų į didesnį dizaino plotą (Guo et al., 2014).

Primityvams suteikta galimybė laisvai judėti modelio srityje, paprastai diskretizuojamiems taikant fiksuoto tinklelio baigtinių elementų metodą. Atsiradusi optimizavimo problema yra savaime diskretiška ir kruopščiai reguliuojant paverčiama tęstine problema. Nors šie metodai gali suformuoti kompaktišką CAD modelį, jie paprastai nesuderinami su komerciniu mastu paplitusiu tankumu, pagrįsto topologijos optimizavimo diegimu ir iki šiol dažniausiai buvo taikomi 2D problemoms spręsti. Yra ir kitų būdų, visų pirma skirtų formai optimizuoti (Guo et al., 2014).

CAD programinės įrangos naudojimo ateitis grindžiama debesijos technologijomis. Tai greitesnis ir patikimesnis dalykas, kai kalbama apie didelius projektus, kuriuose dalyvauja daugybė dizainerių.

Debesijos technologijomis paremta gamyba yra viena iš trijų pagrindinių technologijų, leidžiančių išmaniai gaminti (Yang et al., 2021).

Norint įgyti įgūdžių valdyti visas minėtas programinės įrangos galimybes, būtina parengti būsimus vartotojus. Buvo atliktas tyrimas, siekiant sužinoti, kokį požiūrį į CAD programinę įrangą turi aukštųjų mokyklų studentai ir pedagogai, lyginant su įprastu braižymu ranka.

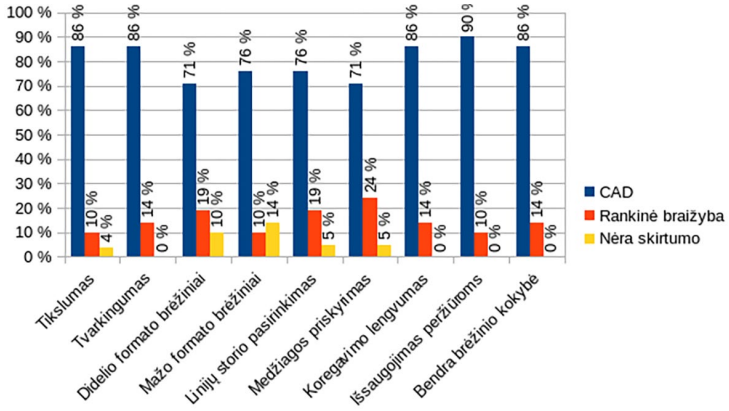
Pedagogų ir studentų pageidavimai kompiuterinei braižybai (CAD) arba tradicinei rankinei braižybai darbo brėžinių kurso darbuose (užduotys, kursiniai projektai ir egzaminai) skyrėsi labai nedaug. Parengta anketa buvo pateikta 21 dėstytojui ir 59 studentams. Buvo gauti tokie rezultatai: pedagogų ir studentų rezultatai buvo beveik vienodi, rodant pirmenybę taikyti CAD metodą, lyginant su rankinės braižybos metodu, siekiant tikslumo, tvarkingumo, braižymo linijų varijavimo, medžiagos pateikimo, patogumo, darbo brėžinių modifikavimo, brėžinio išsaugojimo vėlesnei peržiūrai ir bendros kokybės atvejais. CAD taip pat buvo teikiama pirmenybė dėl egzaminams skirto laiko taupymo ir efektyvumo. Tačiau respondentai patvirtino ir neigiamą ankstesnių CAD projektų kopijų naudojimo poveikį darbo brėžinių supratimui ir bendram braižymui rankomis. Buvo teikiamas pirmumas taikyti rankinį metodą braižyti eskizus konsultacijų metu (Fakhry et al., 2021).

Kaip minėta, CAD programinės įrangos vidinės failų sistemos valdymas ir hierarchijos sistema yra dažnai minimi trūkumai. Bet tai nesumažina CAD programinės įrangos svarbos ir naudingumo bei vis didesnio jos taikymo masto.

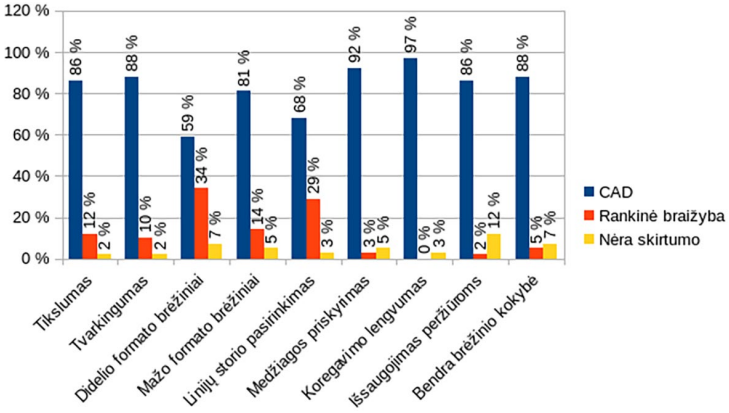
4 paveikslas. Aliuminio lengvojo lydinio ratlankio modelio pavyzdys, nupieštas CAD programine įranga (Yin et al., 2020)

Svarbu atkreipti dėmesį į priežastis, kodėl CAD programinė įranga taikoma rengiant brėžinių kursinius darbus. Taip yra dėl to, kad CAD taikymo kursas yra neatsiejama inžinerijos mokslų sudedamoji dalis. Tačiau daugelis šios disciplinos studentų susiduria su sunkumais, perprasdami ir braižydami darbinius brėžinius, kai rengdami kursinius darbus taiko tik CAD metodą. Tačiau sunkumų kyla ir tiems studentams kurie taiko tik rankinės braižybos metodą, nes tam reikia daugiau pastangų ir laiko (Fakhry et al., 2021).

Lyginant CAD ir rankinio braižymo metodus, CAD privalumai yra jo tikslumas ir greitis (Badrinath et al., 2016). Taip pat galimybė paspartinti



5 paveikslas. Dėstytojų teikiamas pirmumas piešimo metodams braižant darbinius brėžinius



6 paveikslas. Studentų teikiamas pirmumas piešimo metodams braižant darbinius brėžinius

redagavimo ir peržiūros procesą, galimybė sutaupyti laiko ir pastangų leidžiant inžinieriams išsaugoti savo modelį ir brėžinius, galimybė tęsti darbą nuo tam tikros vietos, o ne pradėti nuo pradžių kiekvieną kartą, kai modelis yra peržiūrimas ir koreguojamas, jo paprastumas atkartoti esamus modelius, paprastas panaikinimas ir nereikalingų modelių ištrynimas bei galimybė greitai padaryti daugybę kopijų. Tačiau jo trūkumai yra tai, kad nėra originalios kopijos, o tai trukdo inžinerijos studentų kūrybiškumui, jei leidžiama naudotis parengtais modeliais, nes lengva kopijuoti ir įtraukti norimas savybes iš skaitmeninės bibliotekos (Nejadriahi and Arab, 2017).

CAD įtaka projektavimo procesui yra ta, kad jis padeda inžinieriams išplėsti savo dizaino koncepcijas į išsamų modelį. Tai palengvina kuriamo modelio dizaino krypties valdymą jau bet kuriame kūrimo etape. Tačiau inžinierius susiduria ir su CAD pritaikymo apribojimais. Todėl, norint sumažinti šių apribojimų įtaką, reikia daugiau žinių apie programinės įrangos pritaikymo aspektus ir galimybes (Olukoya and Kuti, 2015).

Gauti rezultatai rodo, kad, norint pasiekti reikiamą darbinių brėžinių tikslumą, tvarkingumą, didelio ir mažo formato brėžinių pateikimo, medžiagos pateikimo ir priskyrimo charakteristikas, pirmenybė teikiama CAD programinei įrangai, o ne tradiciniam rankinio braižymo metodui. Tai patvirtino ankstesnių tyrimų rezultatai. Pirmenybė CAD programinei įrangai, lyginant su tradiciniais metodais, teikiama dėl CAD pranašumų, kurie siejami su tikslumu, tvarkingumu, sparta, aukštesne kokybe ir mažesnėmis laiko sąnaudomis (Al-Matarneh and Fethi, 2017).

Visos minėtos funkcijos yra pagrindinis argumentas, kodėl CAD programinė įranga yra tokia populiari tarp studentų ir pramonės inžinierių konstruktorių. Nepaisant kai kurių trūkumų, CAD programinė įranga stiprina savo pozicijas gamybos ir mokymo srityse.

Išvados

CAD programinės įrangos sukūrimas buvo didelis žingsnis į priekį detalių braižymo ir projektavimo bei modeliavimo srityje. Nuolatinis rankinio braižymo paklausos mažėjimas pramonėje ir gamyboje yra logiškas rezultatas, lyginant su CAD programinės įrangos savybėmis. Nepaisant visų gerų savybių, kurias programinė įranga gali pasiūlyti, yra ir tam tikrų trūkumų. Didžiausi trūkumai yra specializuotų žinių poreikis IT srityje, kompiuterio, kuriame bus diegiama CAD programinė įranga, parametrai turi atitikti aukštus reikalavimus. Minėtos programinės įrangos savybės atsveria minėtus trūkumus, o CAD naudojimas inžinerijoje tampa standartu mokymo ir gamybos srityse.

Literatūra:

Al-Matarneh, R., & Fethi, I. (2017). Assessing the Impact of CAAD Design Tool on Architectural Design Education. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, *5*(1): 1–20.

Badrinath, A. C., Chang, Y.-T., & Hsieh, S.-H. (2015). A review of tertiary BIM education for advanced engineering communication with visualization. *Visualization in Engineering*, *4*(1): 1–17.

Bickel, S. et al. (2021). Comparing CAD part models for geometrical similarity: A concept using machine learning algorithms. *Procedia CIRP*, *96*: 133–138.

Fakhry, M., Kamel, I., & Abdelaal, A. (2021). CAD using preference compared to hand drafting in architectural working drawings coursework. *Ain Shams Engineering Journal*. Article in Press.

Guo, X., Zhang, W., & Zhong, W. (2014). Doing topology optimization explicitly and geometrically—a new moving morphable components based framework. *Journal of Applied Mechanics*, *81*(8).

Yang, Y. et al. (2021). A Novel Attribute-Based Encryption Approach with Integrity Verification for CAD Assembly Models. *Engineering*.

Yin, G., Xiao, X., & Cirak, F. (2020). Topologically robust CAD model generation for structural optimisation. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, *369*: 113102.

Li, W. et al. (2020). Computer aided design (CAD) model search and retrieval using frequency domain file conversion. *Additive Manufacturing*, *36*: 101554.

Liu, J., & Ma, Y. (2016). A survey of manufacturing oriented topology optimization methods. *Advances in Engineering Software*, *100*: 161–175.

Nejadriahi, H., & Arab, K. (2017). A Study on the Impacts of Computer Aided Design on the Architectural Design Process. *International Journal of Architectural and Environmental Engineering*, *11*(8): 1049–1053.

Nigam, Y., Singh, G., & Prakash, A. (2020). Design of Radial Turbine Parametric Modeller for Turbocharger using Python. *Materials Today: Proceedings*, *22*: 1902–1910.

Olukoya, O., & Kuti, O. (2015). Effects of the Use of Computer Aided Design (CAD) On Architecture: A Quantitative Approach. *International Journal of Educational Research and Information Science*, *2*(4): 67–76.

Shi, Y. et al. (2018). Manufacturability analysis for additive manufacturing using a novel feature recognition technique. *Computer-Aided Design and Applications*, *15*(6): 941–952.

CAD POSSIBILITIES AND PREFERENCES IN INDUSTRY AND TEACHING AREAS

Donata Putnaitė, Dovilė Martišienė, Rolandas Šertvytis

Summary

Computer aided design (CAD) models and software are widely used in the manufacturing industry and teaching field. Digital manufacturing methods and tools today are more in demand then ever.

CAD software have evolved to provide features such as creating complex shapes, developing assemblies of thousands of parts, working collaboratively on design files in the cloud, and conducting analysis directly from the CAD interface. All these achievements saves time and increases productivity and gives the possibility to foresee possible errors in the model or drawing.

Keywords: CAD (Computer Aided Design), educator, student, hand drawing, industry.

JUDĖJIMO SIMULIACIJOS MODELIAVIMAS SOLIDWORKS PROGRAMOJE *LAYOUT* ERDVĖJE

Darius Mačiulis

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Projektuojant tūrinius mechanizmus SOLIDWORKS programa, sugaištama nemažai laiko. Vienas iš būdų paspartinti darbą gali būti surinkimo detalių išbandymas *layout* erdvėje. Tai taip pat naudingas įrankis studentams, kurie susiduria su kinematika ir mašinų mechanizmais. *Layout* erdvėje naudojami 2D blokai, kurie gali būti sujungti tarpusavyje *assembly* komandą. Vėliau blokai gali būti projektuojami kaip tūrinės detalės. Tarpusavyje sujungtų blokų geometrija leidžia patikrinti būsimo surinkimo judėjimą, greitai keisti detalių dydį. Dar šis būdas vadinamas konceptualiu *top-down* ir *bottom-up* projektavimu (https://www.solidworks.com). Šis metodas naudingas ir studentams, kurie studijuoja specialybes, susijusias su įvairiais mechanizmais, nes yra galimybė teorines kinematikos žinias realizuoti kompiuterinėje programoje.

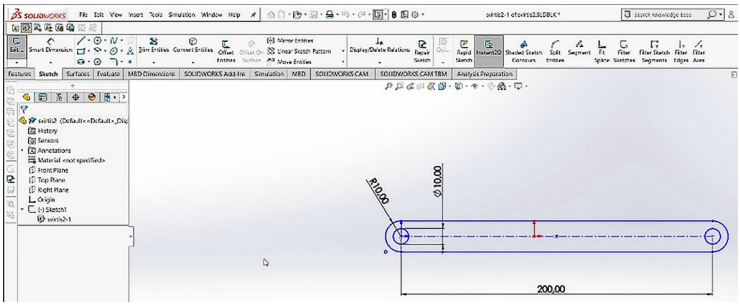
Blokų kūrimo ir jų įkėlimo į SOLIDWORKS *layout* erdvę seka

Norint suprojektuoti švaistiklio mechanizmą, stūmoklį ar cilindrą, *sketch* erdvėje reikia nusibraižyti atskirais blokais schemiškai pavaizduotus šiuos objektus (1 pav.).

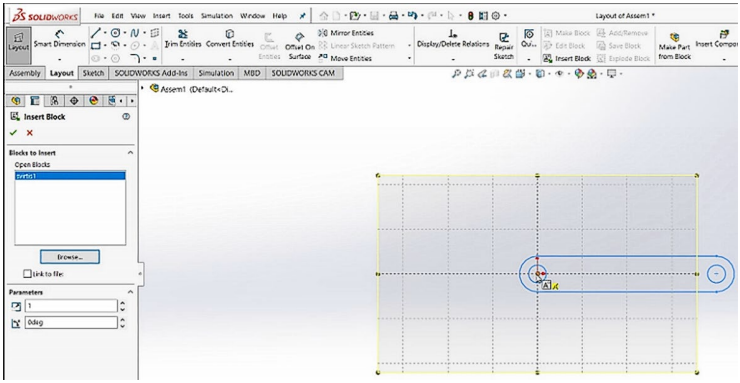
Kiekvieną atskirą mechanizmo dalį sukuriame ir išsaugome kaip blokus atskirais failais. Tada atsidarome naują surinkimo *assembly* failą ir pasirenkame *layout* erdvę. Toje erdvėje naudodamiesi priklausomybėmis *relation* įterpiame sukurtuosius blokus (2 pav.).

Sujungiame visus mechanizmus įveikti turėsiančią grandinę (3 pav.).

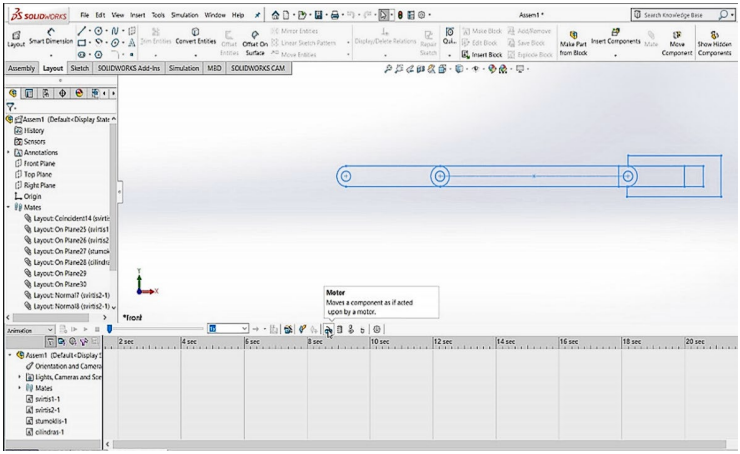
Norint patikrinti, ar mechanizmas tinkamai sujungtas, galima tiesiog pelyte pajudinti kurį nors bloką ir stebėti, kaip jis veikia. Įsitikinus, kad mechanizmas veikia tinkamai, įjungiame SOLIDWORKS priedą *motion study*. Ten pasirenkame variklį, kurį primontuojame prie švaistiklio bloko taško. Pasirenkame komandą *calculate*, programa suskaičiuoja mechanizmo judėjimo parametrus (4 pav.).



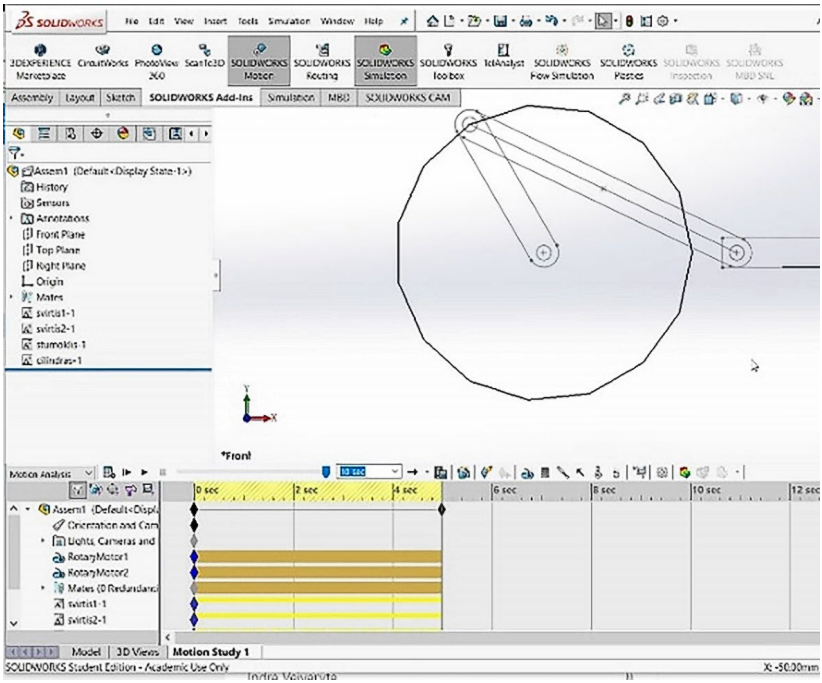
1 paveikslas. Bloko kūrimas



2 paveikslas. Bloko įterpimas



3 paveikslas. Mechanizmų sujungimas



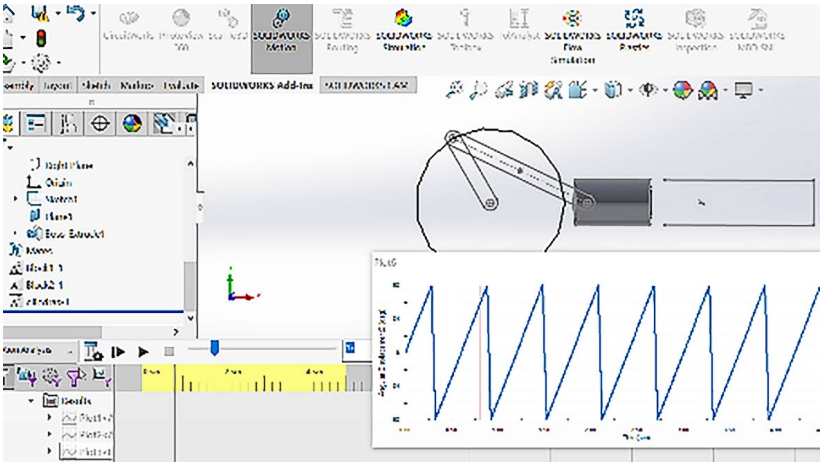
4 paveikslas. Judėjimo parametrų apskaičiavimas

Norėdami sužinoti atskirų parametrų kitimą, pasirenkame konkretų parametrą, pažymime judančią mechanizmo dalį ir programoje išskleidžiame konkretaus parametro grafiką. Tokiu būdu galime matyti kampinio ir linijinio greičių bei kampinio ir linijinio pagreičio parametrus, atvaizduotus grafikuose (https://www.javelin-tech.com/blog/). Taip pat turime galimybę, išskleistuose grafikuose spragtelėję pelyte ant konkrečios grafiko vietos, nustatyti mechanizmų momentinę padėtį (5, 6 pav.).

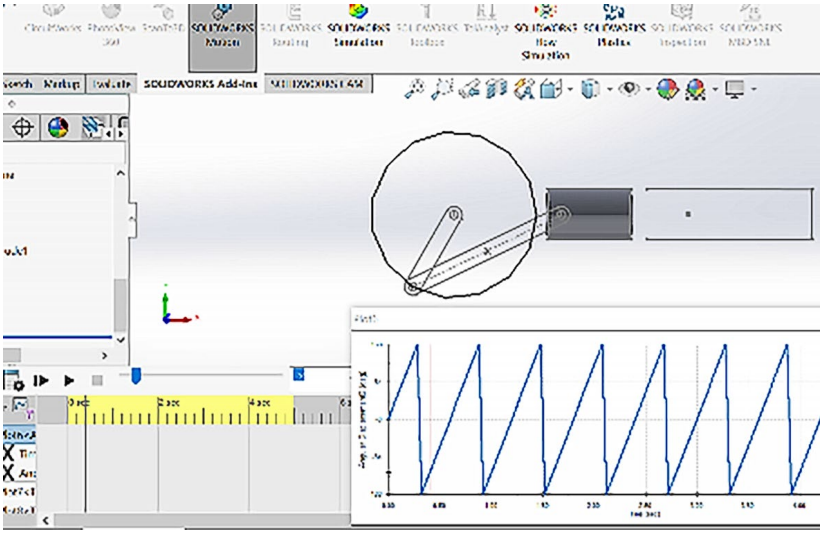
Turėdami tokią ar panašią iš blokų sudarytą surinkimo schemą, pagal ją galime modeliuoti tūrinius objektus. Tokiu būdu įgyvendiname *top-down* ir *bottom-up* projektavimo principus.

Išvados

Judėjimo simuliacijos modeliavimo įrankis SOLIDWORKS *layout* erdvėje galėtų būti dažniau naudojamas mokymo procese, nes ganėtinai paprastais įrankiais galima vaizdžiau pademonstruoti ir supažindinti su mašinų mechanizmų teorija bei kinematika.



5 paveikslas. Mechanizmo momentinė padėtis



6 paveikslas. Mechanizmo momentinė padėtis

Literatūra:

Dassault Systèmes. (2021). https://blogs.solidworks.com/teacher/

Dassault Systèmes. (2021). https://www.solidworks.com/

GoEngineer. (2021). https://www.goengineer.com/solidworks/3d-cad

Javelin Technologies Inc. (2021). https://www.javelin-tech.com/blog/

MODELLING LAYOUT-BASED MOVEMENT SIMULATION IN SOLIDWORKS

Darius Mačiulis

Summary

The article reviews the possibilities of employment of 2D layout-based movement in SOLIDWORKS in a teaching process.

Keywords: SOLIDWORKS, layout, motion study, block.

BALDŲ MODELIAVIMAS MOKANT INŽINERINĖS GRAFIKOS

Sonata Vdovinskienė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Bet kurios mokymo(si) įstaigos paskirtis – parengti tam tikros profesijos specialistus. Vilniaus Gedimino technikos universitetas išsiskiria iš kitų švietimo aplinkų tuo, kad dauguma jo absolventų įgyja inžinerinės specialybės diplomus. Nė vienas inžinerinės profesijos atstovas neapsieina be brėžinio sudarymo ar skaitymo žinių. Jų kiekis ir tinkamas suvokimas priklauso nuo studijų programos, dėstytojo kompetencijos ir kitų veiksnių. Visoms visuomenės sferoms modernėjant, matomas ir didžiulis inžinerinės grafikos dalyko dėstymo pasikeitimas, nes vis dažniau pateikiami trimačio modeliavimo pagrindai, naudojama papildytoji realybė.

Trimačių objektų vizualizavimas padeda geriau įsivaizduoti analizuojamą objektą ir atlikti reikiamą inžinerinės grafikos užduotį. Mokymo(si) įstaiga pati nusprendžia, kokios užduotys yra tinkamiausios kiekvienai specialybei. Todėl nenuostabu, kad statybos specialybių studentai mokosi braižyti statybos objektą, o viena svarbiausių mechanikos specialybių studentų užduočių – parengti surinkimo brėžinį. Tačiau, prieš pasiekiant galutinį šio dalyko mokymosi etapą, pravartu pateikti įvairių užduočių, kurios ne tik padėtų išmokti inžinerinės grafikos pagrindus, bet ir skatintų studentų susidomėjimą, kūrybą ir motyvaciją. Ypatingas studentų mokymosi aktyvumo padidėjimas pastebimas, kai studentams pateikiamos kūrybinės, su trimačiu modeliavimu susietos užduotys (Vdovinskienė, 2018). Todėl, norint padidinti žinių įsisavinimo efektyvumą, reikėtų kuo daugiau parinkti trimačio modeliavimo užduočių, skatinančių besimokančių asmenų kūrybiškumą.

Trimačiam modeliavimui skirtas programas studijų programų sudarytojai parenka pagal daugybę veiksnių, vienas iš kurių – programos prieinamumas ir kuo platesnis jos naudojimas. Vilniaus Gedimino technikos universitete populiariausios inžinerinės grafikos mokymui naudojamos kompiuterinės programos yra „AutoCAD“ ir „SolidWorks“. Ilgą laiką dominavusį „AutoCAD“ kompiuterinį paketą vis dažniau keičia „SolidWorks“, kurio privalumas – nesunkiai įvaldomas trimatis modeliavimas. Ypač jis patogus mechanikos specialybėms skirtoms grafikos užduotims atlikti. Tai, aišku, nieko nestebina, nes ši kompiuterinė programa ir yra sukurta mechanikos inžinerijai. Tačiau lengvus modeliavimo įrankius turintį kompiuterinį paketą

galima panaudoti ir daugelyje kitų sferų, kur reikalingas tam tikrų objektų vizualizavimas, pavyzdžiui, baldų gamybos versle.

Straipsnyje aprašomas „SolidWorks“ kompiuterinio paketo pritaikymas baldų modeliavimo užduočiai.

Baldų modeliavimo programos

Baldų įmonės, teikiančios pasiūlymus klientams, tikėtina, naudoja specialias baldų projektavimo programas.

Mažos įmonės arba tiesiog pavieniai gamintojai gali naudotis internetinėmis kompiuterinėmis programomis, skirtomis trimačiam modeliavimui. Viena tokių – „SketchUp“, kuri išsiskiria paprasta ir greitai perprantama aplinka, lengvais modeliavimo įrankiais. Sukurtus duomenis nesunku perkelti į kitas programas, todėl tai suteikia galimybę dalintis savo dizaino idėjomis (Sketchup, 2021).

Konkrečiai baldų ir interjero projektavimo programa „Pro100“ išsiskiria savo paprasta ir aiškia vartotojo aplinka, turi plačią baldų, elementų ir dangų biblioteką, kurią vartotojas pagal savo poreikius gali keisti arba papildyti. Lengvas baldų matmenų ir dangų koregavimas, medžiagų sąnaudų ir projekto sąmatos pateikimas – didelis šios programos pranašumas (Baldų formulė, 2021).

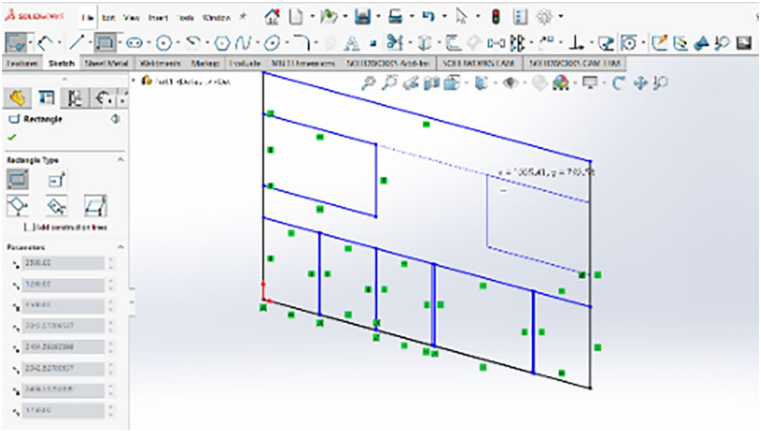
Įmantrių ir sudėtingų baldų dizainui skirta programa „Woodwork for Inventor“, kuri papildo „Autodesk Inventor“ programą medžio projektams skirtais įrankiais (Woodwork for Inventor, 2021).

Solidworks kompiuterinė programa

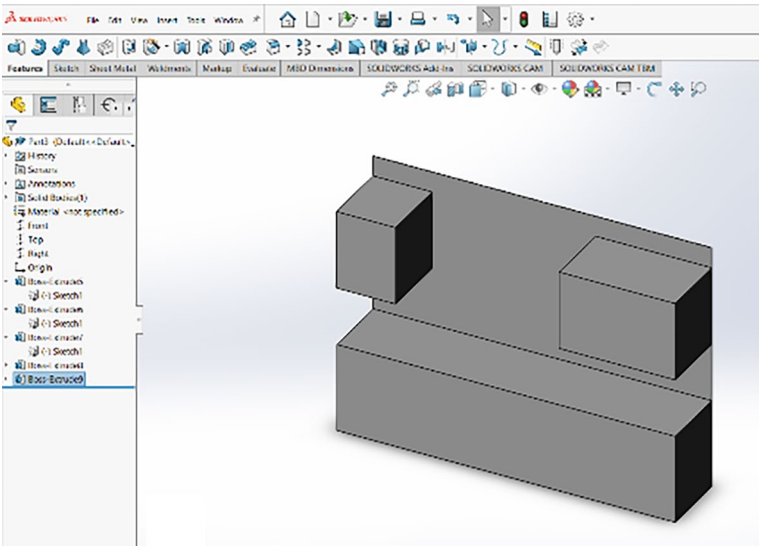
Baldų idėjoms vizualizuoti programų yra nemažai, visos jos turi savų ypatumų ir pranašumų. Nors „SolidWorks“ kompiuterinė programa plačiausiai naudojama mašinų gamybos projektams, tačiau platus trimačio modeliavimo įrankių pasirinkimas leidžia šį paketą pritaikyti įvairiems tikslams, vienas iš kurių – baldų projektavimas.

Trimačio modeliavimo studentų užduotims pateikus baldų projektavimo tikslus, galima gauti efektyvią programos įsisavinimo rezultatų ir kūrybiškumo sintezę.

Viena paprasčiausių baldų kūrimo užduočių – virtuvės komplekto, kurį sudaro daug tokių pačių arba labai panašių trimačių elementų, modeliavimas. Užduotis atliekama keliais etapais. Pirmiausia parenkamas ir nubraižomas projekto eskizas (1 pav.), paskui įprastais modeliuoti skirtas įrankiais dvimatės eskizo plokštumos „ištempiamos“ iki reikiamo dydžio (2 pav.). Kitame etape sukurtiems modeliams parenkamos realios baldams tinkamos medžiagos (3 pav.).



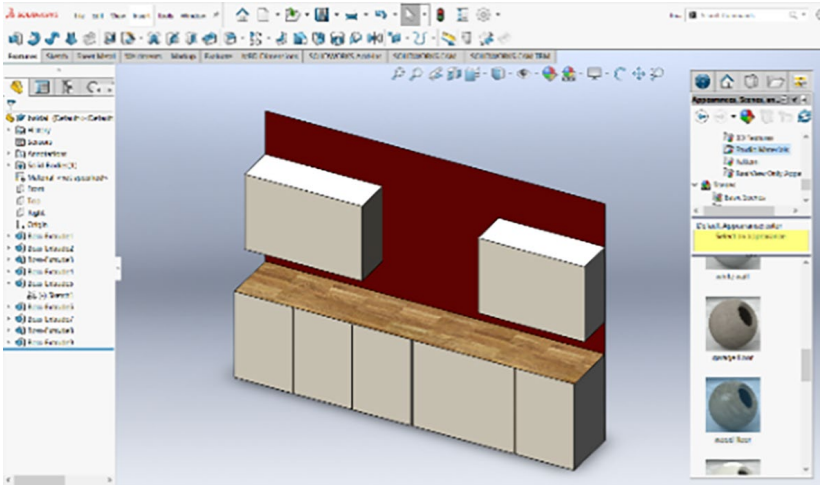
1 paveikslas. Baldų komplekto eskizo kūrimas



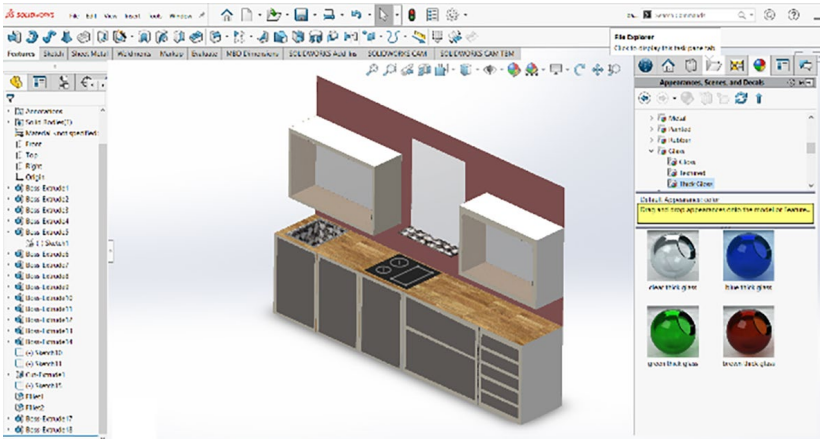
2 paveikslas. Eskizo plokštumų „ištempimas“ iki reikiamo dydžio

Galutiniame baldų komplekto kūrimo etape pavaizduojama trūkstama įranga ir aksesuarai (4 pav.).

Kaip matyti iš šių pavyzdžių, tokia užduotis supažindina su svarbiausiais modeliavimo įrankiais, atlikus vos keletą baldų modeliavimo žingsnių.



3 paveikslas. Modelio medžiagų parinkimas



4 paveikslas. Galutinis virtuvės baldų kūrimo etapas

Išvados

1. Netradicinių užduočių įtraukimas į mokomąjį procesą ne tik motyvuoja studentų mokymąsi, nes jos yra įdomesnės bei patrauklesnės, bet ir skatina jų kūrybinį mąstymą.
2. Baldų kūrimo „SolidWorks“ kompiuteriniu paketu žinių įsisavinimas suteikia galimybę pačiam susiprojektuoti namų interjerą.

Literatūra:

Baldų formulė (2021). https:// www.balduformule.lt/index.php?/topic/20-pro100/

Sketchup (2021). https:// www.sketchup.com

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

Woodwork for Inventor (2021). https:// www.woodworkforinventor.com/lt/

FURNITURE MODELING IN ENGINEERING GRAPHICS TEACHING

Sonata Vdovinskienė

Summary

The article describes the applicability of the *SolidWorks* computer program in solving a creative furniture modeling task.

Keywords: Engineering graphic, teaching, furniture modeling.

SOLIDWORKS ĮRANKIŲ NAUDOJIMAS BRAIŽOMOSIOS GEOMETRIJOS UŽDAVINIAMS VIZUALIZUOTI

Violeta Vilkevič

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Braižomoji geometrija nagrinėja geometrijos dėsniais grindžiamus būdus erdviniams kūnams atvaizduoti plokštumoje taip, kad iš brėžinio būtų galima įsivaizduoti šių kūnų padėtį ir formą erdvėje. Dėstantiems šį dalyką dėstytojams tenka nelengva užduotis: išmokyti iš brėžinių suvokti erdvinių figūrų geometrinius ypatumus ir suteikti studentams gebėjimą spręsti su tuo susijusius įvairius praktinius uždavinius. Siekiant kuo suprantamiau, vaizdžiau ir aiškiau išdėstyti dalyko medžiagą, naudojamos įvairios vaizdinės priemonės. Ilgą laiką pagrindinės priemonės buvo plakatai ir tūriniai geometrinių kūnų maketai, pagaminti iš įvairių medžiagų. Plakatai per ilgą naudojimo laiką susidėvėjo, juose pateikta informacija nebeatitiko naujų standartų reikalavimų, todėl vietoj jų dabar naudojamos kitos priemonės, pvz., paprastos ir animuotos skaidrės, kuriose pateiktą mokomąją medžiagą galima nuolat pildyti ir atnaujinti. Išlikę tūriniai geometrinių kūnų maketai prireikus vis dar naudojami, tačiau kadangi dabar ne visos mokymo įstaigos turi specialiai inžinerinei grafikai skirtas auditorijas, dėstytojams dažnai nepatogu mokomąsias priemones nešioti į skirtingas auditorijas. Atsiradus kompiuterinėms technologijoms, išsiplėtė galimybės susikurti įvairias vaizdines priemones, kurias galima patogiai demonstruoti iš bet kurios darbo vietos.

Programiniai paketai, kuriais naudojantis buvo sukurtos vaizdinės priemonės, skirtos studentų braižomosios geometrijos teorinėms žinioms gilinti ar erdviniam mąstymui lavinti, yra „AutoCAD 360“ (Mačiulis, 2019), „Fusion 360“ (Vdovinskienė ir Vilkevič, 2020). Šiame straipsnyje aprašomas „SolidWorks“ programos įrankių naudojimas šio dalyko uždaviniams vizualizuoti.

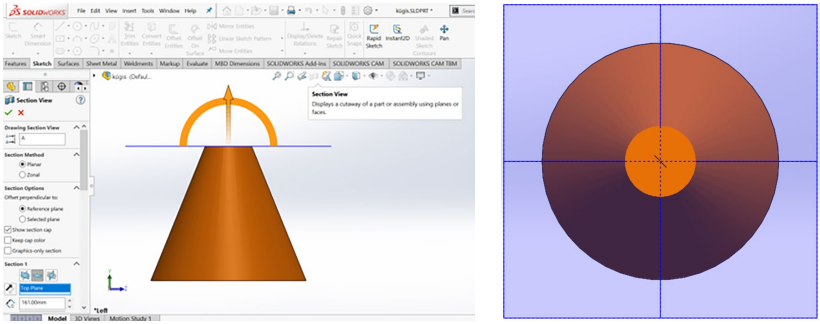
Plokštumos ir paviršiaus sankirta

Plokštumos ir paviršiaus sankirtos linijos radimas – vienas iš braižomosios geometrijos uždavinių. Norint sėkmingai šį uždavinį išspręsti, reikia žinoti, kaip sudaromi įvairūs paviršiai, kokia sankirtos linija gaunama kertant tą paviršių projekcine plokštuma, t. y. statmena kuriai nors projekcijų plokš-

tumai. Atlikdami šią užduotį studentai kartais neteisingai vaizduoja sankirtos liniją, pvz., vietoj kreivių brėžia tieses.

„SolidWorks“ programoje yra įrankis „Section View“, kuris rodo tūrinio modelio pjūvį, gautą realiuoju laiku kertant jį bet kokia plokštuma. Tarkime, studentams reikia pademonstruoti, kokia sankirtos linija gaunama kūgį kertant projekcine plokštuma. Žinome, jog priklausomai nuo kirtimo plokštumos padėties kūgio atžvilgiu, sankirtos linija gali būti apskritimas, elipsė, parabolė, hiperbolė ir trikampis. Sumodeliavus „SolidWorks“ programa kūgį, aktyvinamas įrankis „Section View“. Dialogo lange pasirenkama kirtimo plokštumos padėtis (1 pav., a) ir, pasukus vaizdą programos lange, galima matyti gautą rezultatą (1 pav., b).

a) b)



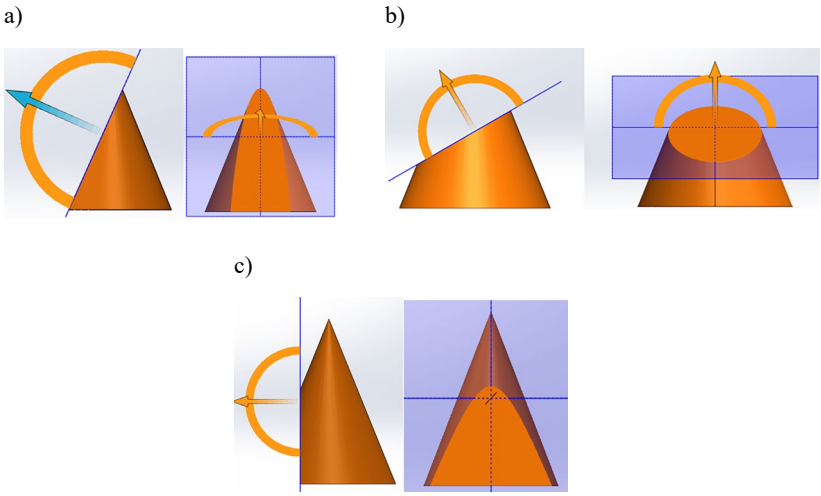
1 paveikslas. Kūgio ir horizontaliosios plokštumos sankirta

Šio įrankio naudojimo privalumas tas, kad interaktyviu būdu galima keisti plokštumos padėtį ir vizualiai pademonstruoti studentams visas kūgio ir įvairių kirtimo plokštumų sankirtos linijas: parabolę, kai kirtimo plokštuma lygiagreti su kūgio sudaromąja (2 pav., a), elipsę, kai kirtimo plokštuma su kūgio ašimi sudaro kampą, išskyrus 90º ir 180° (2 pav., b); hiperbolę, kai kirtimo plokštuma lygiagreti su kūgio ašimi (2 pav., c).

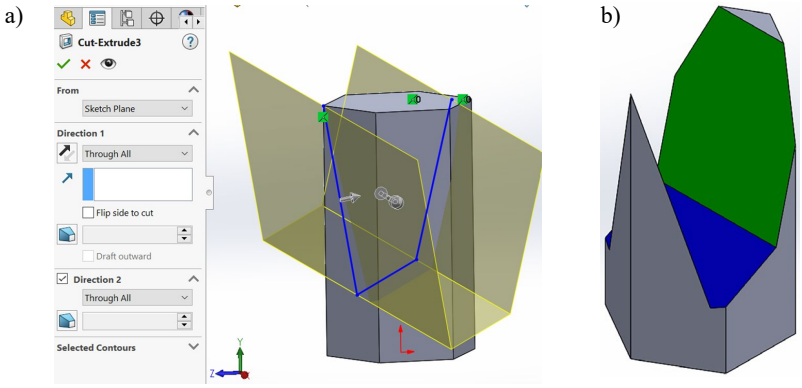
Geometrinių kūnų su nuopjovomis projekcijos

Dar vienas braižomosios geometrijos uždavinys – geometrinių kūnų su nuopjovomis projekcijų braižymas. Norint šį darbą atlikti be klaidų, reikia žinoti stačiakampio projektavimo principus, turėti išlavintą erdvinę vaizduotę. Neretai studentams kyla sunkumų braižant briaunainių projekcijas. Norint vizualiai parodyti, kaip brėžinyje atrodys briaunainio trys projekcijos su nuopjovomis, „SolidWorks“ programa sumodeliuojama tūrinė detalė, suformuojamos nuopjovos (3 pav., a). Norint aiškiau pamatyti, kaip tos nuopjo-

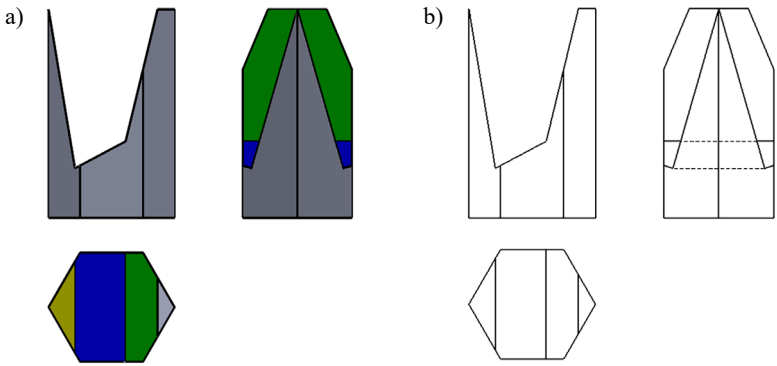
vos išsidėsto projekcijose, galima pjūvių paviršius nuspalvinti skirtingomis spalvomis (3 pav., b). Projekcijoms iliustruoti iš modelio sugeneruojamas brėžinys (4 pav., a). Jei norima brėžinyje parodyti ir matomus, ir nematomus kontūrus, parenkamas kitas geometrinio kūno atvaizdavimo brėžinyje stilius (4 pav., b). Kadangi tuo metu, kai studentams reikia atlikti šią užduotį, jie jau būna išmokę dirbti „SolidWorks“ programa (ši programa naudojama loboratoriniams darbams), tai susimodeliuoti detalę ir pasitikrinti, ar teisingai nubraižė projekcijas, studentai gali ir patys.



2 paveikslas. Kūgio ir plokštumos sankirta



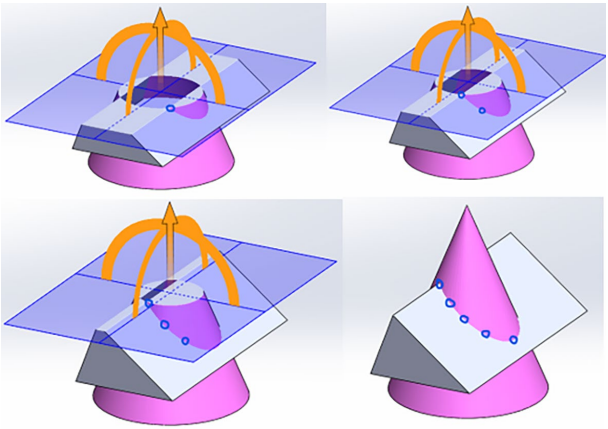
3 paveikslas. Tūrinės detalės su nuopjovomis modeliavimas



4 paveikslas. Kūno su nuopjovomis trys projekcijos

Dviejų paviršių sankirta

Dviejų paviršių sankirtos linijai surasti taikomas toks sprendimo būdas: abu paviršiai kertami pagalbine plokštuma, randama plokštumos sankirta su pirmuoju paviršiumi – 1 linija, su antruoju paviršiumi – 2 linija, šių dviejų linijų sankirtoje randami taškai, kurie ir bus tų dviejų paviršių sankirtos linijos taškai. Keičiant pagalbinės plokštumos padėtį ir pakartojus keletą kartų šiuos veiksmus, randamas pakankamas skaičius taškų, kuriuos sujungus gaunama paviršių sankirtos linija. Norint vizualizuoti šią užduotį „SolidWorks“ programa, reikia sumodeliuoti du susikertančius kūnus. Tuomet įrankiu „Section View“ kirsti tuos kūnus projekcine plokštuma taip, kad ji tuose kūnuose iškirstų linijas. Ten, kur linijos susikerta, randami sankirtos taškai (5 pav.).



5 paveikslas. Dviejų paviršių sankirtos linijos radimo vizualizavimas

Išvados

1. „SolidWorks“ programos įrankiais galima ne tik modeliuoti tūrinius objektus, generuoti iš modelio brėžinius, bet ir sėkmingai juos naudoti įvairioms vizualizacijoms kueri bei erdvinei vaizduotei lavinti.
2. Kompiuterinėmis technologijomis sukurtas vaizdines priemones galima patogiai demonstruoti dirbant tiek kontaktiniu, tiek nuotoliniu būdu.
3. Susikurti vizualizacijas „SolidWorks“ programa gali ir studentai, nes jie šią programą naudoja atlikdami laboratorinius darbus.

Literatūra:

Mačiulis, D. (2019). Naujos galimybės mokymo procese taikant CAD programas, palaikančias HTML5. Iš *Inžinerinė ir kompiuterinė grafika: konferencijos pranešimų medžiaga* (p. 132–137). Vytauto Didžiojo universitetas.

Vdovinskienė, S. ir Vilkevič, V. (2020). „Fusion 360“ taikymas užduotims vizualizuoti. Iš *Inžinerinė ir kompiuterinė grafika: konferencijos pranešimų medžiaga* (p. 49–53). Technika.

USE OF SOLIDWORKS TOOLS FOR VISUALIZATION OF DESCRIPTIVE GEOMETRY TASKS

Violeta Vilkevič

Summary

Various visual aids are used to present the subject material in the most understandable, visual and clear way possible. This article describes how to use SolidWorks tools for visualization.

Keywords: Descriptive geometry, SolidWorks, visualization.

INTERAKTYVIŲ H5P PRIEMONIŲ TAIKYMAS INŽINERINĖS GRAFIKOS MOKOMOJOJE MEDŽIAGOJE

Sonata Vdovinskienė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Brėžinio vystymosi raida privalo neatsilikti nuo žmonijos civilizacijos proceso, todėl ir brėžinio kaip techninio dokumento rengimo žinios turi būti nuolat gilinamos ir atnaujinamos.

Aukštas inžinerinės grafikos mokymo lygis turėtų būti viena svarbiausių siekiamybių visose mokymo(si) įstaigose, rengiančiose inžinerijos sričių specialistus, kur studentai mokomi pateikti reikalingą informaciją inžinerine kalba, t. y. perduoti savo mintis ir tikslus brėžiniais. Būtent šio dalyko žinios ir gebėjimas jas tikslingai pritaikyti atspindi studento pasirengimą būsimai profesijai.

Palaipsniui pereinama prie visiško mokymosi medžiagos skaitmenizavimo. Vis daugiau studentai turi skirti laiko savarankiškam mokymuisi. Mokantis nuotoliniu būdu neretai susiduriama su psichologinėmis problemomis, daug kam stinga motyvacijos. Būtina kurti tokias nuotolinio mokymosi priemones, kurios pirmiausia būtų patrauklios ir lengvai suprantamos. Kadangi nustatyti savarankiškai besimokančių mokymosi rezultatų neįmanoma, svarbu studentams pateikti ne tik tinkamą mokymosi medžiagą, bet ir savikontrolės priemones. Kuo patrauklesnės mokymo(si) priemonės, tuo labiau jos motyvuoja studentus (Usovaitė, 2020). Vienas efektyvesnių mokomosios medžiagos pateikimo būdų – įvairių interaktyvių priemonių naudojimas. Interaktyvios medžiagos taikymas užsienio universitetuose įrodė, kad tokia mokymosi medžiaga gerina dalyko rezultatus (Motyl et al., 2016).

Šio straipsnio tikslas – pateikti interaktyvių priemonių, skirtų „Moodle“ platformai, taikymo ypatumus mokant(is) inžinerinės grafikos.

Interaktyvių priemonių HP5 bankas „Moodle“ platformoje

„Moodle“ mokymosi platforma, skirta nuotoliniam mokymui(si), yra itin populiari visame pasaulyje, įdiegta daugumoje švietimo įstaigų. Šiuo metu, kai nuotolinis mokymas(is) yra neišvengiamas, ji tapo ypač svarbi. „Moodle“ aplinka lengvai valdoma, be to, turi daugybę įvairių jos turinio kūrimo įrankių, taip pat ir interaktyvių. Vienas tokių – tai interaktyvių priemonių

H5P bankas. Dėstytojui jis suteikia galimybę kūrybiškai ir įdomiai pateikti mokomąją medžiagą, o studentui – išsiaiškinti gautų žinių lygį, atliekant įvairius testus, kurie atsiranda savaime tam numatytoje elektroninės medžiagos vietoje.

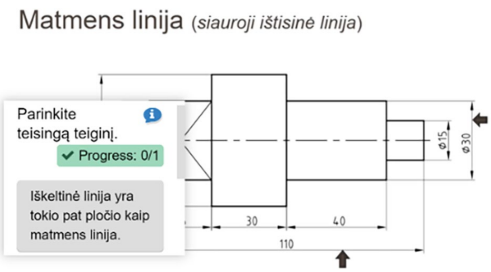
Inžinerinės grafikos mokymo(si) medžiagos didesnę dalį sudaro brėžiniai. Todėl tikslinga naudoti vizualinę medžiagą. Straipsnyje aprašytos dvi fundamentinės inžinerinės grafikos temos – matmenų dėstymas ir vaizdų pateikimas.

Matmenų dėstymo reikalavimai pateikti interaktyviuoju vaizdo įrašu (1 pav.).

Norint sutaupyti laiko, interaktyviojo vaizdo įrašo pagrindui galima panaudoti jau esamą vaizdo medžiagą, papildant ją interaktyviomis priemonėmis. Konkrečiame pavyzdyje pasinaudota europinio projekto „DIAD Tools“ (www.liggd.lt) sukurta kolegų medžiaga. Efektyviausios įrankių priemonės yra savikontrolės testai, kurie tam tikroje medžiagos vietoje atsiranda langų pavidalu (2, 3 pav.).

Vaizdų dėstymui išaiškinti patogu naudoti interaktyviąją knygą. Joje mokymosi medžiaga gali būti išdėstyta ne tik patraukliau ir įdomiau nei įprastoje elektroninėje knygoje, bet ir patogiau – ekrano kairėje galima pasirinkti turinyje nurodytą temą (4 pav.). Be to, taikant šį mokomosios medžiagos pateikimo būdą, galimi įvairesni testų pateikimo variantai.

1 paveikslas. Matmenų dėstymo reikalavimų pateikimo interaktyviuoju vaizdo įrašu langas

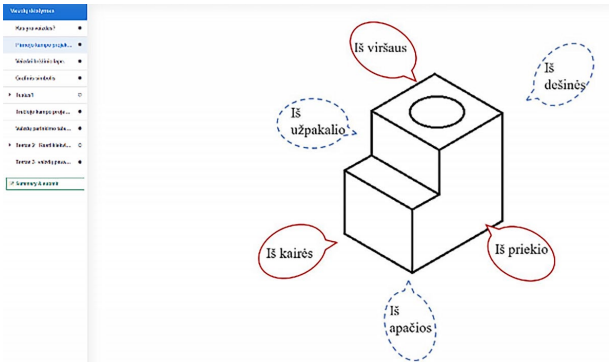


2 paveikslas. Testo langas interaktyviajame vaizdo įraše

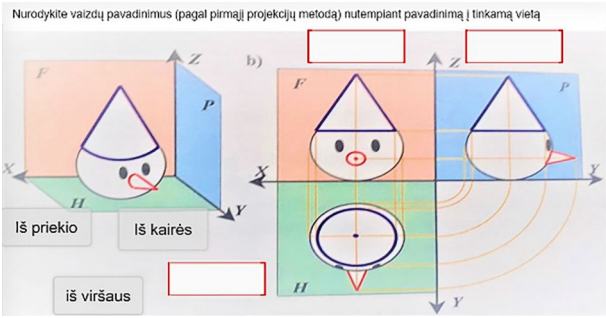
Iš savikontrolės testų patraukliausios „žodžių tempimo“ užduotys (5 pav.) ir kortelių atvertimo testas, kurio užduotis – rasti dvi tarpusavy derančias korteles (6 pav.).

6 pav. pateiktame teste reikia atrasti detales ir joms tinkamus vaizdus. Neteisingai pasirinktos kortelės užsiverčia. Vadinasi, reikia ne tik tinkamai įsivaizduoti pateiktų detalių vaizdus, bet ir įsiminti, kur ir koks vaizdas užverstas. Tokiu būdu lavinama ne tik erdvinė vaizduotė, bet ir regimoji atmintis.

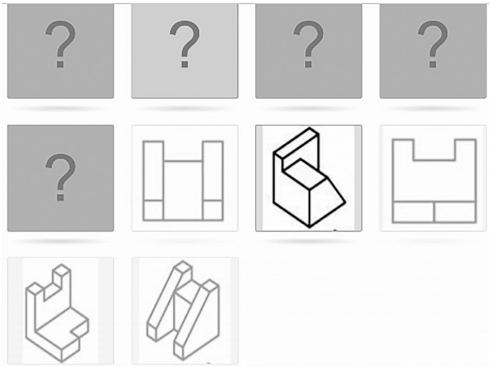
3 paveikslas. Testo atlikimo stadijos: a – pradinis testo langas; b – neigiamo atsakymo lango pavyzdys; c – teisingo atsakymo lango pavyzdys



4 paveikslas. Interaktyviosios knygos puslapio pavyzdys



5 paveikslas. „Žodžių tempimo“ testo pavyzdys



6 paveikslas. Kortelių atvertimo testo pavyzdys

Išvados

1. Nuotoliniam mokymui ypač svarbu skatinti studentų motyvaciją.
2. Interaktyvi mokymo(si) priemonė gali ne tik motyvuoti studentus savarankiškai mokytis, bet ir suteikti galimybę jiems kontroliuoti savo žinias.

Literatūra:

Motyl, B., Baronio, G., & Paderno, D. (2016). TDLT – Technical Drawing Learning Tools. *Computer Applications in Engineering Education 24*(4): 519–528. DOI:10.1002/cae.21728

Usovaitė, A. (2020). Mokomieji žaidimai ir motyvacija mokymosi procese. Iš *Inžinerinė ir kompiuterinė grafika: konferencijos pranešimų medžiaga* (p. 16–21). Technika.

APPLICATION OF INTERACTIVE TOOLS H5P IN THE ENGINEERING GRAPHICS TEACHING MATERIAL

Sonata Vdovinskienė

Summary

The purpose of this article is to present the features of the application of interactive tools HP5 in the distance learning Moodle platform for teaching engineering graphics.

Keywords: Engineering graphic, teaching methods, interactive tools.

ŽAIDYBINIMO SĄVOKOS ŠVIETIMO PROCESE ANALIZĖ

Ana Usovaitė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Skirtingų žanrų ir formatų žaidimų naudojimas švietimo sistemoje nėra naujas reiškinys. Daugybė mokslinių tyrimų skirta žaidimų naudojimui mokymo procese nagrinėti, analizuojami įvairūs žaidimų scenarijai. Žaidimai ir žaidimų elementai yra plačiai paplitę. Be to, žaidimų, prieinamų ir mokymo proceso dalyviams, asortimentas, palyginti su ankstesniais laikais, gerokai išsiplėtė. Visų pirma tai lemia informacinių ir ryšių technologijų plėtra bei įvairių individualių elektroninių įtaisų prieinamumas. Šiuolaikiniai įvairių profesinių sričių praktikai, įskaitant mokymą ir lavinimą, turi naują bendrai vartojamą terminą – žaidybinimas. Jis ypač plačiai vartojamas Europoje, Amerikoje ir Japonijoje. Kas gi yra žaidybinimas? Ar tai naujas gerai žinomo reiškinio pavadinimas, ar tai tikrai naujas reiškinys? Kaip taikyti šią koncepciją pedagoginiu požiūriu? Šiame straipsnyje tiriami požiūriai į žaidybinimo sąvokos apibrėžimus tirti.

Žaidybinimo terminų apžvalga

Terminas „žaidybinimas“ plačiai paplito 2010 m. antroje pusėje, kai JAV buvo analizuojami įvairių kompanijų naujai pritaikyto rinkodaros žingsnio, derinant žaidimų ir socialinės žiniasklaidos technologijas, rezultatai. Psichologas G. Zikhermanas pasiūlė idėją taikyti ir skatinti žaidimo elementus visose gyvenimo srityse. Jam vadovaujant 2011 m. Niujorke įvyko pirmasis „Gamification“ aukščiausiojo lygio susitikimas – didelis tarptautinis forumas, skirtas žaidimams ir žaidybinimui, kuris vėliau tapo tradicinis (Gsummit, 2021).

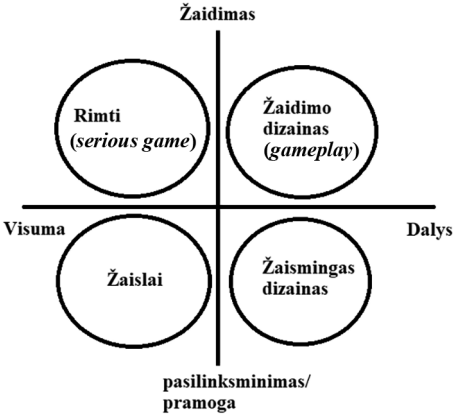
Autoriai žaidybinimą apibūdina kaip žaidimų mechanikos ir žaidimo mąstymo naudojimo procesą, norint išspręsti rimtas (ne žaidimo) problemas ir įtraukti žmones į bet kokį procesą. Svarbus žaidybinimo aspektas – pasiekti tikslus, tiesiogiai nesusijusius su žaidimo turiniu, pavyzdžiui, praktikuoti tam tikrus įgūdžius, užsiimti įprastomis „niūriomis“ užduotimis, padidinti darbo našumą ir kt. Žaidybinimas ypač naudingas tose srityse, kuriose sunku susitvarkyti vien tik su valia: laikytis dietų, sportuoti, mesti rūkyti, palaikyti įmonės kultūrą, mokytis ir kt. Žaidybinimas nėra vien tik žaidimas ar net

žaidimų rinkinys, o bendras žaidimo apvalkalas, skirtas tam tikram tikslingam procesui. Tokio žaidimo apvalkalo įvedimo į gyvenimą rezultatas ir tikslas – ne tik padidinti motyvaciją ar susidomėjimą, bet ir pakeisti žmogaus ar žmonių grupės, jų tam tikros dalies ar visos visuomenės sisteminį elgesį. Svarbų vaidmenį plėtojant žaidybinimą turi socialinių tinklų populiarumas ir techninių priemonių, susijusių su greitais informacijos mainais, plitimas (pavyzdžiui, išmanieji telefonai, planšetiniai kompiuteriai, nešiojamieji kompiuteriai ir kt.) (Gsummit, 2021).

Nuo 2011 m. mokslininkai daug diskutuoja apie „žaidybinimo“ ir „žaidimo“ sąvokų santykį. Šiuo metu yra keletas būdų išgryninti ir apibrėžti „žaidybinimo“ sąvoką. Pirmo požiūrio koncepciją siūlo mokslininkų grupė S. Deterding, D. Daxon, R. Khalled, L. Nackle. Anot jų, trumpai apibrėžus žaidybinimas suprantamas kaip žaidimo dizaino elementų naudojimas ne žaidimo kontekste. Šie mokslininkai jį „išpakuoja“ ir nustato „žaidybinimo“ termino vartojimo ribas (Deterding et al., 2011a, 2001b). 2011 m. buvo paskelbtas pirmasis mokslinis straipsnis „Gamification: Toward a Definition“, kuriame apibrėžiama „žaidybinimo“ sąvoka (Deterding et al., 2011b). Keturi autoriai žengia pirmuosius žingsnius įvesdami „žaidybinimo“ sąvoką į mokslinę apyvartą. Taip pačiais metais ta pati mokslininkų grupė paskelbė antrą išsamų straipsnį „From Game Design Elements to Gamefullness: Defining “Gamification”, pristatydami žaidybinimo sąvokos vietas tarp kitų susijusių sąvokų (Deterding et al., 2011a). Pirmasis tokių tyrimų žingsnis – nustatyti panašumus ir skirtumus su jau vartojamomis panašiomis sąvokomis. Žaidybinimui artimi terminai yra žaidimo dizainas, žaidimas, taikomasis (rimtas) žaidimas, žaidimo sąveika, linksmybės ar pramoga. Mokslininkai diferencijuoja minėtas sąvokas, vaizduoja jas schemose, taip pat sutelkia dėmesį į apibrėžtyje esančius terminus parodydami, kad kiekvienas iš jų nustato tam tikrą sąvokos ribą. Diferenciacija įvyksta konstruojant antinomijas: žaidimas – pasilinksminimas, visuma – dalys. Jomis remiantis konceptualus laukas yra padalintas į kvadratus (1 pav.). Tyrėjai atskiria visaverčius žaidimus ir taikomuosius žaidimus nuo žaidybinimo per ašį „visuma – dalys“, apibrėždami, kad žaidybinimas yra žaidimo elementų naudojimas.

Mokslininkai žaismingą dizainą ir žaislus atskiria nuo žaidybinimo, naudodami ašį „žaidimas – pasilinksminimas“ ir nustatydami, kad žaidybinimas pirmiausia susijęs su žaidimu kaip su visuma tam tikrų taisyklių, žaidimo užduočių ir tikslų rinkiniu, taip pat su galimybe laimėti ar įgyti tam tikro lygio žaidimo įgūdžių (Deterding et al., 2011a).

Išryškindami vaizdo žaidimų naudojimo trajektorijas ir nagrinėdami žmogaus ir kompiuterio sąveiką sociokultūrinėje praktikoje, tie patys autoriai pažymi, kad žaidimų naudojimą ne žaidimo kontekste galima suskirstyti į dvi dideles grupes: visaverčių žaidimų taikymą ir tik žaidimo elementų naudojimą. Savo ruožtu šakoje „žaidimo elementai“ šie autoriai išskiria žai-



1 paveikslas. Žaidimų sąvokų ašys ir laukai (Deterding et al., 2011a)

dimo technologijas, žaidimo praktiką ir žaidimo dizainą teigdami, kad būtent žaidimo dizainas labiausiai koreliuoja su žaidimu.

Dar vieną bandymą apibrėžti „žaidybinimo“ sąvoką mokslinėje literatūroje atliko rinkodaros srities Suomijos mokslininkai K. Huotari ir J. Hamari (Huotari ir Hamari, 2011). Jie apibrėžia žaidybinimą kaip paslaugų rinkinio formą, kai pagrindinė paslauga sustiprinama papildoma, taisyklėmis pagrįsta paslaugų sistema. Ji teikia grįžtamąjį ryšį ir naudotojo sąveikos mechanizmą, palengvina ir turi bendrą naudą vartotojui. Ši apibrėžtis yra platesnė nei ankstesnė, orientuota į taisyklėmis grįstas paslaugų sistemas, kurios teikia vartotojo sąveiką ir grįžtamąjį ryšį. Tokios sistemos gali apimti ne tik žaidimus. Švietimo srityje Huotari ir Hamari apibrėžtis gali būti sėkmingai vartojama kalbant apie tam tikrą švietimo paslaugą, kuriai sukurtas papildomas „apvalkalas“ siekiant pritraukti ir išlaikyti studentus.

Pritraukti gali būti skirti įvairūs dalykai, pvz., intuityvi sąsaja, lengva darbo pradžia, galimybė pasiekti paslaugą bet kuriame įtaise, individualios studijų programos sudarymas atsižvelgiant į tikslą, sritį, užsienio kalbą, platformų įvairovę ir apimtį.

Išlaikymui gali būti skirta pažangos juosta kiekvienam studentui, interaktyvūs praktikos pratimai, didelis garso ir vaizdo medžiagos pasirinkimas įvairiomis temomis. Tokiu būdu suteikiamas grįžtamasis ryšys ir sąveika su vartotoju, kad jis liktų sistemoje.

Trečiuoju požiūriu, norint pabrėžti žaidimą kaip reiškinį, siūloma nurodyti tam tikrų parametrų buvimą ar nebuvimą, palyginti su kitais žaidimų reiškiniais. Tyrėjas A. Marczewski siūlo 1 lentelę, kurioje pagrindinis dėmesys skiriamas visoms svarbiausioms, autoriaus požiūriu, žaidimo cha-

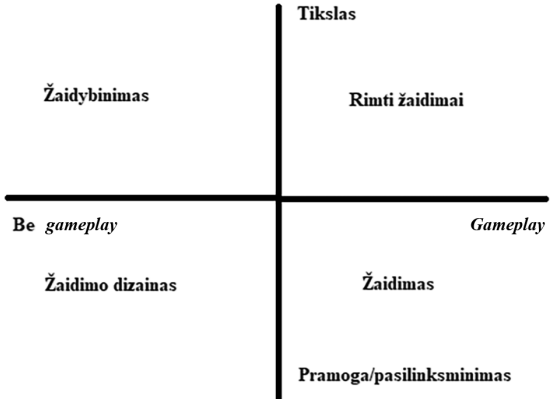
rakteristikoms: žaidimo mąstymui, žaidimo elementams, žaidimui ir linksmumui. Darytina išvada, kad žaidybinimas nuo žaidimo skiriasi tuo, kad žaidybinimas neturi savybės „tiesiog dėl savo malonumo“. Tai reiškia, kad žaidybinimo procesas turi rimtą žaidimo tikslą ir neturi žaidimo *gameplay* elemento (Marczewski, 2013).

1 lentelė Žaidimų terminijos skirtumai (Marczewski, 2013)

	Žaidybinis mąstymas	Žaidimo elementai	*Gameplay*	Tiesiog pramogai / pasilinksminimui
Žaidimo dizainas	+			
Žaidybinimas	+	+		
Taikomasis žaidimas / stimuliatorius	+	+	+	
Žaidimas	+	+	+	+

Gameplay yra plačiai vartojamas terminas žaidimų bendruomenėse. *Gameplay* apima skirtingą tam tikrų žaidimo sąveikos su žaidėju metodų rinkinį, taisyklių rinkinį ir mechaniką. Žodis *gameplay* gali būti išverstas į lietuvių kalbą kaip „žaidžiamumas“, patrauklumas žaidėjui, nors profesionalai dažniausiai jo neverčia, o vartoja paprastą žodį *gameplay* (Deterding et al., 2011a).

Martcewski taip pat siūlo ašis, kurios riboja žaidimų sąvokų erdves (2 pav.). Vertikalioji ašis nustato ruožą „tikslas – pasilinksminimas“, o horizontalioji – „be *gameplay* – su *gameplay*“. Sužaidybinimas patenka į kvadratą su „žaidimo tikslu“ ir „be *gameplay*“. Žaidimai yra kvadrate „su *ga-*



2 paveikslas. Žaidimų sąvokų atskyrimas (Marczewski, 2013)

meplay“ ir yra pasilinksminimas, yra pramoginio turinio. Taikomieji (rimti) žaidimai, kaip ir žaidybinimas, yra sukurti ne žaidimo problemoms spręsti, todėl jie yra kvadrate „su tikslu“ ir „turi *gameplay*“. Šioje schemoje Martzewskis atskiria žaidybinimo ir žaidimo dizaino sąvokas, nors pirmojo požiūrio autoriai šias sąvokas palieka tame pačiame kvadrate („turi *gameplay*“) (Deterding et al., 2011a; Marczewski, 2013).

Atsižvelgiant į pirmiau pateiktas apibrėžtis, žaidybinimo perėjimo prie žaidimo pavyzdys ir atvirkščiai, atsižvelgiant į vartotojo patirtį, gali būti kinų kalbos mokymosi šaltinis, kuriame, norint pasiekti tam tikrą žaidimo lygį (kuris sistemoje prilyginamas kalbos mokėjimo lygiui), būtina užduoti ir atsakyti į herojų kompiuterinius klausimus bei atlikti daugybę kitų interaktyvių veiksmų, vartojant nurodytą žodyną. Toks šaltinis bus kalbų besimokančiojo ugdymo proceso žaidybinimas ir tiesiog žaidimas tiems, kieno gimtoji kalba yra kinų.

Šiuo metu mokslinėje pedagogikos kalboje žaidybinimo sąvoka nėra vartojama, nepaisant jos plačiai vartojamos pedagoginėje praktikoje. Iš nagrinėjamose apibrėžtyse pateiktų kriterijų galima daryti išvadą, kad pats žaidybinimas neturi turinio, o yra tik švietimo ar kitos veiklos organizavimo priemonė. Kita vertus, žaidimas turi savo turinį, pavyzdžiui, edukacinį, kuriame galima sukurti papildomas užduotis. Šiuo požiūriu kai žaidimas yra įtrauktas į ugdymo procesą, mokytojas iš tikrųjų sustabdo vieną procesą ir vykdo žaidimą, tada dalyviai grįžta prie sustabdyto proceso. Žaidybinimo atveju žaidimo procesas ir visi kiti su švietimu susiję procesai vyksta vienu metu, o žaidybinimas jokiu būdu neturi įtakos ugdymo turiniui, bet motyvuoja dalyvius vykdyti atitinkamą veiklą.

Galima drąsiai teigti, kad žaidimas švietimo srityje toli gražu nėra naujas reiškinys, nemažai kūrinių ir mokslinių darbų skirta žaidimo, kaip pedagoginio reiškinio, istorijai tirti. Dabar žaidimas švietimo srityje tampa visavertis, jis tiesiogine žodžio prasme valdo tiek organizacinius, tiek turinio procesus švietimo sistemoje. Būtent šis žaidimo skleidimo procesas įvairiose švietimo srityse turėtų būti laikomas žaidybinimu. Bandymas atskirti šią sąvoką ir suformuluoti apibrėžtį yra pirmasis šio reiškinio mokslinio tyrimo žingsnis pedagogikoje (Marczewski, 2013).

Išvados

Galima suformuluoti aprašomąją žaidimo sampratos apibrėžtį švietimo srityje. Žaidybinimas yra žaidimo išplitimo į įvairias švietimo sritis procesas, leidžiantis žaidimą taikyti kaip mokymo ir auklėjimo metodą, kaip darbo švietimo srityje formą, kaip priemonę organizuoti holistinį ugdymą. Žaidimas kaip mokymosi ir (arba) auklėjimo proceso organizavimo priemonė išreiškiama apvalkalu, specialiai sukurtu remiantis žaidimo elementais ir žaidimo dizainu ugdymo procesui.

Literatūra:

Gsummit. (2021). https://www.gsummit.com

Deterding, S., Khaled, R., Nacke, L., & Dixon, D. (2011a). From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification". In *MindTrek '11 Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp. 9–15). ACM Digital Library.

Deterding, S., Khaled, R., Nacke, L., & Dixon, D. (2011b). Gamification: Toward a Definition. In *CHI 2011 Gamification Workshop* (pp. 12–15). Vancouver.

Huotari, K., & Hamari, J. (2011). "Gamification" from the perspective of service marketing. In *CHI 2011 Gamification Workshop* (pp. 1–5). Vancouver.

Marczewski, A. (2013). *What's the difference between Gamification and Serious Games? Gamified UK. Thought on Gamification and More*. http://www.gamified.uk/2013/02/25/gamification-and-serious-games/

ANALYSIS OF THE CONCEPT OF GAMIFICATION IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Ana Usovaitė

Summary

A descriptive definition of the concept of gamification in education can be formulated. Gamification is a process of spreading the game to various areas of education, allowing the game to be played both as a method of teaching and education, as a form of educational work, and as a means of organizing a holistic educational process. Gamification as a means of organizing the learning and / or educational process is expressed in a shell specially designed based on the elements of the game and the design of the game for the educational process.

Keywords: Engineering graphic, teaching methods, standards.

CAD/CAM INTEGRACIJA Į AUTOMATIZAVIMĄ INDUSTRIJOJE

Mantas Juchnevičius, Violeta Vilkevič

Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija

Įvadas

Detalių projektavimo darbai ilgą laiką buvo atliekami rankomis, naudojant paprasčiausias braižymo priemones, todėl projektavimo procesas buvo lėtas, o prototipo kūrimas galėjo būti varginantis, atliekant brangius bandymus ir neišvengiant klaidų. Atsiradus CAD/CAM programinei įrangai ir technologijoms, visas projektavimo, prototipo kūrimo procesas tapo lengvesnis, greitesnis ir kartu pigesnis. Dabar projektavimo problemas galima išspręsti rengiant projektą, o sukurtą produktą galima išbandyti virtualiai, atliekant įvairias simuliacijas.

CAD/CAM programų pritaikomumas: CAD programinė įranga naudojama detalėms ir surinkimo vienetams projektuoti; naudojantis CAM programomis projektuojami detalių mechaninio apdirbimo būdai; CAM sugeneruoto detalės apdirbimo kelias transformuojamas į mašininę kalbą, suprantamą konkrečioms CNC staklėms; detalės gaminamos CNC staklėmis pagal parinktas programas.

Straipsnyje pateikiama dažniausiai pramonėje naudojamų CAD/CAM programinių paketų apžvalga.

CAD/CAM programų naudojimas gamybos įmonėse

Kiekvienai įmonei svarbu per kuo trumpesnį laiką ir minimaliais gamybos kaštais pagaminti kuo geresnės kokybės reikiamą detalių skaičių. Tam didelę įtaką turi įmonės gamybos linijų technologinis modernumas – apie tai pastaruoju metu ypač plačiai kalbama. Juk tik technologiškai modernios įmonės gali tapti konkurencingos ir įsitvirtinti rinkoje, išstumdamos nespėjusius prisitaikyti konkurentus. Būtent tai ir matome įmonėse, kuriose dar likę darbuotojų, gebančių dirbti tik universaliomis staklėmis. Kadangi prie vienų staklių gali dirbti tik vienas darbuotojas, pagaminama mažiau detalių. Be to, tai labai kruopštus darbas, apdirbimo metu reikalaujantis nuolatinių matavimų siekiant išlaikyti gaminių matmenų ir jų nuokrypų tolerancijų ribas. Tokios aukštos kvalifikacijos darbuotoją išleidus į užtarnautą poilsį, dažnai nėra kam jį pakeisti, tad stakles tenka perleisti užsienio kapitalo įmonėms. Tačiau

visai kita situacija yra su įmonėmis, laiku prisitaikiusiomis prie technologijų kaitos, automatizavusiomis apdirbimo procesus. Nors šiose įmonėse vis dar aktualus žmogiškasis veiksnys, tačiau operatoriui, dirbančiam programinio valdymo staklėmis, užtenka mokėti parinkti reikalingus apdirbimo įrankius, įdėti ruošinį į stakles bei, suvedus atitinkamus staklių apdirbimo koordinačių plokštumos parametrus (kurie turi atitikti CAD/CAM paketų parametrus), paleisti norimą apdirbimo programą. Staklių operatoriui nebereikalinga ypatinga kvalifikacija, tą darbą perima technologas, kuris, naudodamasis CAD/CAM programomis, sukuria visą apdirbimo eigą, o detalių gamyba programinio valdymo staklėmis paspartina procesą mažiausiai 2–3 kartus, išlaikant ypač didelį tikslumą.

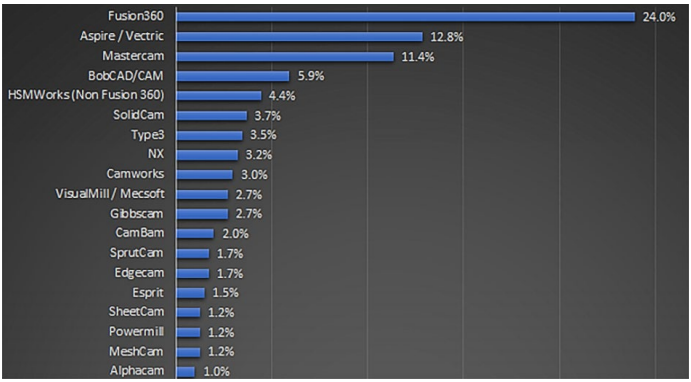
Siekiant optimizuoti gaminio apdirbimo laiką, labai svarbu pasirinkti tinkamą arba tinkamas programas gamybos procese. Rinkoje yra daug prieinamų CAD/CAM programinių paketų, būtinų gamybos įmonei, norinčiai išlikti konkurencingai. Vienas programas lengva naudoti, tačiau jomis galima atlikti tik paprastas operacijas, kitos yra sudėtingesnės, brangesnės, skirtos profesionaliam vartotojui. Dalis CAM programų yra su integruotu CAD paketu, tačiau dažnai detalių projektavimas jose būna ne toks patogus (pvz., „Edgecam“). Kitos CAM programos sukurtos CAD programų pagrindu, todėl jose detalių apdirbimo projektavimo galimybės yra silpnesnės. Tokios programos yra pigesnės, tad dažnai naudojamos mažesnėse įmonėse. Norėdamos pasirinkti optimalų variantą, neretai įmonės projektavimo darbams atlikti naudoja atskirus CAD ir CAM paketus (pvz., modeliuoti naudoja „AutoCad“ programą).

Didelėse pramonės įmonėse, pvz., automobilių ir aviacijos, yra naudojami programiniai paketai, turintys galingus tiek CAD, tiek CAM modulius (pvz., CATIA, „Unigraphics“).

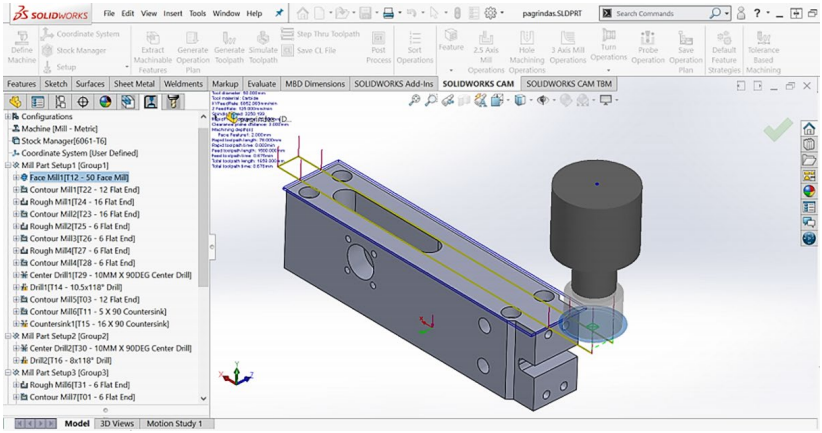
Vienų ar kitų programinių paketų naudojimą gamybos įmonėse lemia įvairūs veiksniai: produkto kaina, galimybės, prieinamumas ir t. t. 1 pav. pateikti vienos vartotojų apklausos (Warfield, 2020) duomenys, kurie rodo, kokie CAD/CAM programiniai paketai vartotojų buvo dažniausiai naudojami 2020 m. Išanalizavus įvairių šaltinių duomenis matyti, kad populiariausi programiniai paketai yra „Fusion 360“, „SolidCAM“, „MasterCam“.

Dažniausiai pramonėje naudojami CAD/CAM programiniai paketai

„SolidCAM“ – tai programinė įranga, integruota į „SolidWorks“ ir „Autodesk Inventor“ paketus. Šia programa galima sudaryti apdirbimo operacijas, skirtas detalei gaminti tekinimo, frezavimo ir pjovimo viela CNC staklėmis. Skirtingai nei programos, skirtos tam tikram vartotojui, „SolidCAM“ nėra skirtas konkrečiam rinkos sektoriui ir naudojamas įvairiose pramonės šakose: elektros, elektronikos, automobilių, mechanikos, aviacijos ir kt.



1 paveikslas. 2020 m. CAD/CAM vartotojų apklausos duomenys (Warfield, 2020)



2 paveikslas. Detalės apdirbimo modeliavimas „SolidWorks CAM“ programa

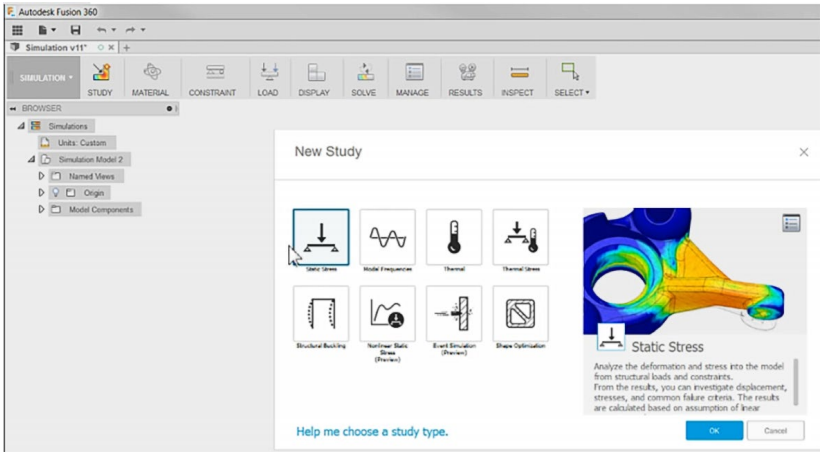
„SolidCAM“ naudoja patentuotą „iMachining“ technologiją, kai, atsižvelgiant į įrankių kelią, medžiagas ir mašinos specifikacijas, padidinamas pjovimo greitis, naudojant net mažiausius pjovimo įrankius. Naudojant šią technologiją sutaupoma 70 % ir daugiau CNC apdirbimo laiko, gerokai prailginamas pjovimo įrankio naudojimo laikas (iMachining - the Revolution in CNC Machining, n. d.).

„Fusion 360“ skirta gaminių dizaineriams, mechanikos inžinieriams, elektros inžinieriams ir staklininkams. Programa sujungia projektavimą, inžineriją, PCB dizainą ir gamybą į vieną platformą. Visa tai leidžia kuo greičiau pristatyti aukštos kokybės produktą į rinką.

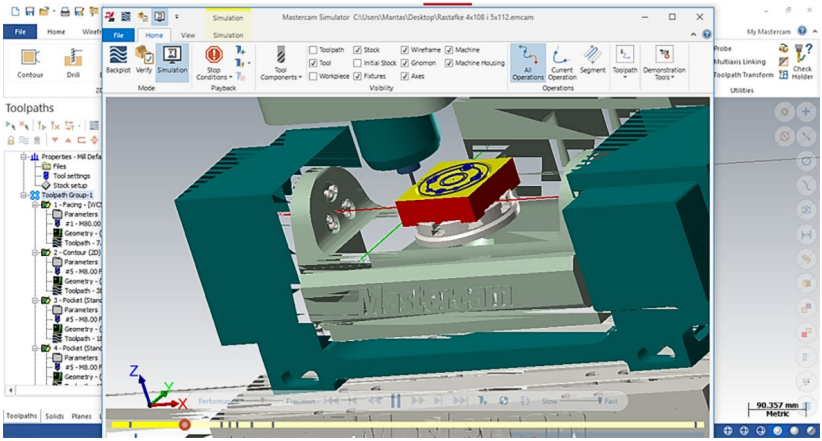
CAE (angl. *Computer Aided Engineering*) programos ar jų priedai, integruoti tokiose programose kaip „Solidworks“, „Fusion 360“, sudaro galimybę atlikti gamybinį dizaino modeliavimą, įvertinant būsimos pagamintos detalės naudojimo saugumo technines charakteristikas ir kokybę. CAE leidžia patikrinti detales, sudarant simuliacines lenkimo, gniuždymo, tempimo, kirpimo, sukimo, netgi judesio sąlygas ir pan. (3 pav.). Visos CAD/CAM/CAE sistemos, integruotos vienoje vietoje, paspartina detalių kūrimą ir, svarbiausia, nebereikia jokių papildomų programų. Būtent dėl šios priežasties programa „Fusion 360“ sulaukė daugiausia teigiamų atsiliepimų CAD/CAM vartotojų apklausoje. Tačiau nors „Fusion 360“ valdymas gana nesudėtingas, objektyviai vertinant CAE galimybes, būtent „Solidworks“ programos paketo modeliavimo dalis yra labiau pritaikyta rinkai.

„MasterCam“ programa puikiai žinoma dėl savo paprastumo, kas dažnai akcentuojama, nes pagrindinė funkcijų parinkčių juosta primena „Microsoft Office Word“ programą (Juchnevičius ir Vilkevič, 2020). „MasterCam“ turi integruotą CAD, detalių modelių kūrimas nėra sudėtingas, tačiau pati programa daugiau orientuota į technologinį ruošinio apdirbimą tekinimo, frezavimo, šlifavimo ar pjovimo staklėmis. Programos modeliavimo dalis taip pat susieta su apdirbimo procesu, o ne su medžiagų analize (4 pav.).

Tiek „Fusion 360“, tiek „MasterCam“ turi labai didelį privalumą, lyginant su dauguma kitų CAM programų, nes, perkėlus kursoriaus rodyklę ant pagrindinėje meniu juostoje esančios bet kurios funkcijos, atsiranda lentelė su iliustracija ir tos funkcijos aprašymu (kam ji skirta ir kaip ja naudotis), tuo tarsi atliekama vedlio funkcija. Tačiau „Fusion 360“ ir „SolidCam“ programose, lyginant su „MasterCam“ programa, projektuojant detalės apdirbimo



3 paveikslas. Modeliavimo pasirinkimas „Fusion 360“ programoje



4 paveikslas. Apdirbimo operacijų modeliavimas „MasterCAM“ programa

procesą tenka nueiti ilgesnį duomenų įvedimo kelią. Naudodamas „MasterCam“, technologas sudaro kiekvieną apdirbimo programą rankomis, visi reikalingi duomenys suvedami į vieną lentelę pasirinkus atitinkamą skiltį. Technologas, dirbdamas „SolidCam“ ir „Fusion 360“, gali naudoti siūlomas apdirbimo programas, jas redaguoti, keisti ar naudoti nepakeistas, tik patikrinti apdirbimo režimus ir kitus aktualius parametrus. Taip pat verta paminėti, kad „Fusion 360“ programos failai automatiškai išsaugomi programos debesijoje.

Išvados

1. Didėjanti industrializacija didina CAM programinės įrangos rinkos paklausą. Tačiau laisvos ir atvirojo kodo CAM programinės įrangos prieinamumas stabdo jos augimą.
2. CAD/CAM programų naudojimas pramonėje pagreitina objektų apdirbimo programinio valdymo staklėmis procesus, naudojant programose įdiegtas modelius, sumažėja žmogiškųjų klaidų atsiradimo tikimybė.
3. Naudodamas CAD/CAM programas vienas kvalifikuotas CNC staklių operatorius gali pakeisti daugelį universalių apdirbimo staklių operatorių, dėl to sumažėja gamybos sąnaudos.

Literatūra

iMachining - the Revolution in CNC Machining. (n. d.). https://www.solidcam.com/imachining-the-revolution-in-cnc-machining/

Juchnevičius, M. ir Vilkevič, V. (2020). „Mastercam“ programos naudojimo ypatumai. Iš *Inžinerinė ir kompiuterinė grafika: konferencijos straipsnių rinkinys* (p. 60–65). Technika.

Warfield, B. (2020). *CNCCookbook 2020 CAM Survey* [*What's the most popular CAM?*]. https://www.cnccookbook.com/cnccookbook-2020-cam-survey-whats-the-most-popular-cam/

CAD / CAM INTEGRATION INTO INDUSTRY AUTOMATIZATION

Mantas Juchnevičius, Violeta Vilkevič

Summary

The design of parts has been successfully replaced by the CAD / CAM software and technologies, the whole design and prototyping process has become easier, faster and at the same time cheaper. Design problems can now be solved during design, and the developed product can be tested virtually by performing various simulations.

Applicability of CAD / CAM applications: CAD software is used to design parts and assembly units; methods of machining parts are designed using CAM programs; the machining path of the CAM-generated part is transformed into a G-code which is understood by CNC machines; parts are manufactured on CNC machines according to selected programs.

The article provides an overview of the most commonly used CAD / CAM software packages in the industry.

Keywords: CAD/CAM applications, CNC Programming Software, manufacturing automatization.

VIRTUALIOJI REALYBĖ KEIČIA NEKILNOJAMOJO TURTO PIRKIMO PATIRTĮ

Ingrida Leščauskienė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Iki 2020 m. nekilnojamojo turto sandoriai buvo vykdomi pagal nusistovėjusią procedūrą: 1) nekilnojamojo turto agentas klientui pateikia siūlomo įsigyti nekilnojamojo turto sąrašą; 2) klientas išsirenka jam tinkamiausius variantus; 3) iš anksto susiderinęs su agentu klientas fiziškai vyksta apžiūrėti nekilnojamojo turto objekto; 4) išsirinkęs tinkamiausią būstą klientas derasi dėl sandorio detalių; 5) sandoris užbaigiamas pasirašant nekilnojamojo turto pirkimo–pardavimo sutartis.

Prasidėjus COVID-19 erai, fizinės nekilnojamojo turto (toliau – NT) apžiūros tapo itin sudėtingos ne tik dėl karantino sukeltų mobilumo ribojimų, bet ir dėl padidėjusios rizikos fizinių kontaktų metu plisti COVID-19 virusui. Reaguodamos į susidariusią situaciją, nekilnojamojo turto agentūros ėmėsi skubiai ieškoti išmanių sprendimų, kaip užtikrinti, jog nekilnojamojo turto apžiūros ir toliau būtų vykdomos, o NT pardavimo mastai nemažėtų. Tam reikėjo rasti technologinį sprendimą, kaip klientai, fiziškai nesilankydami parduodamuose NT objektuose, galėtų juos apžiūrėti.

Vienas paprasčiausių sprendimų tai įgyvendinti – NT objekto nuotraukų pateikimas klientui. Tačiau nuotraukos negali suteikti visuminio erdvės suvokimo, todėl klientas pats turi gebėti susidaryti panoraminį buto, namo ar kotedžo interjero bei eksterjero vaizdą. Suprasdamos šiuos iššūkius, NT agentūros susidomėjo virtualiosios realybės (toliau – VR) technologijomis ir jų taikymu virtualiosioms NT objektų apžiūroms (Sulaiman et al., 2020).

Virtualioji realybė

Virtualioji realybė (VR) – terminas, vartojamas virtualiajai trimatei aplinkai apibūdinti, kurią žmogus gali tyrinėti. Virtualioji realybė turi vieną tikslą – įtikinti vartotoją, kad jis yra kur nors kitur. Tai įvyksta apgaunant žmogaus smegenis, ypač tą jų dalį, kuri atsakinga už žmogaus orientaciją ir judėjimą aplinkoje. Imituodamos skirtingus jutimus (regėjimą, klausą, prisilietimą ir net kvapą), VR technologijos sugeba sujungti dirbtinį pasaulį su realybe. Steven M. Lavalle savo knygoje „Virtual Reality“ (2017) šį terminą

apibrėžia kaip tikslingo pojūčio sukėlimą organizme, pasitelkiant dirbtinę pojūčių stimuliaciją. Tikslingas pojūtis šiuo atveju nurodo, kad vartotojui sukeliami jau iš anksto kūrėjų sukurti pojūčiai. Dažniausiai organizmas net nesupranta, kad visi šie pojūčiai jam buvo sukelti dirbtinai. Tam, kad būtų galima sukurti įtikinamą virtualiąją realybę, praktikoje naudojami ir tarpusavyje derinami tokie technologiniai sprendimai:

1. Stereoskopinis ekranas naudoja sudėtinį vaizdų junginį, realistišką optinį iškraipymą ir specialius lęšius, kad sukurtų stereo vaizdą, kurį žmogaus akis interpretuoja kaip trimatį.
2. Judesio sekimo aparatinė įranga (giroskopai ir akcelerometrai) naudojama virtualiosios realybės akiniuose, siekiant nustatyti tikslią vartotojo buvimo poziciją trimatėje erdvėje. Tokia įranga įdiegta ir šiuolaikiniuose mobiliuosiuose telefonuose.
3. Įvesties įrenginiai – vystantis virtualiajai realybei kuriami specialūs žaidimo pulteliai ir sensoriai, kurie duodami naudotojui į rankas arba montuojami ant vartotojo kūno siekiant kuo tiksliau nustatyti jo poziciją.
4. Kompiuterinė įranga – kompiuteris arba telefonas su tinkama operacine sistema („Windows“, „Android“).

Nors VR technologijos yra prieinamos visuomenei jau gana ilgą laiką, virtualiosios realybės technologijų taikymas NT sektoriuje aktyviau pradėtas tyrinėti tik pastaraisiais metais.

Virtualiųjų NT objektų apžiūroms taikomos VR technologijos

Virtualiosioms nekilnojamojo turto objektų apžiūroms dažniausiai taikomos dviejų tipų VR technologijos: virtualusis gidas (angl. *VR Walkthroughs*) ir aukšto interaktyvumo VR turai (angl. *VR High-End Experiences*) (Nieradka, 2019).

Virtualusis gidas primena įprastus reklaminius NT parduoti skirtus vaizdo įrašus, tačiau jie yra arba visiškai virtualūs, arba pateikiami 360° vaizdo įrašais (kurie taip pat laikomi VR tipu). Virtualusis gidas labiausiai tinka aprodyti jau įrengtą ir užbaigtą nekilnojamąjį turtą, o jam sukurti užtenka 360° kampu filmuojančios kameros. Taigi virtualiesiems gidams kurti nereikalingos programavimo žinios, tačiau pageidautinos bent jau minimalios scenarijų rašymo žinios, jei norima nufilmuoti ir sumontuoti emociškai paveikius NT objektų apžiūroms skirtus virtualiuosius gidus.

Virtualieji gidai gali būti žiūrimi ir kompiuterio ar telefono ekrane, tačiau didžiausias jų paveikumas pasiekiamas tik tada, kai klientas virtualiąją NT apžiūrą atlieka dėvėdamas specializuotą VR įrangą (pvz., „Oculus Rift“), nors šioms apžiūroms užtenka ir tokio gana paprasto įrenginio kaip „Google Cardboard“. Kadangi virtualieji gidai yra NT rinkai pritaikyti vaizdo įrašai,

jie nesuteikia klientui galimybės interaktyviai kontroliuoti apžiūros proceso ar apžiūrėti virtualiajame gide neužfiksuotų NT objekto vietų.

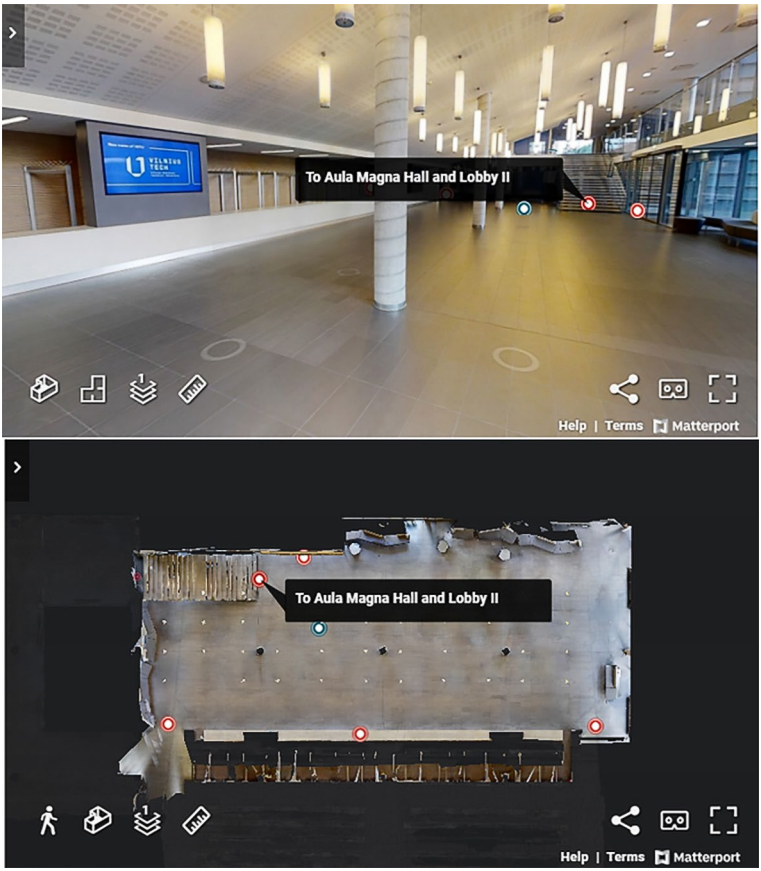
Aukšto interaktyvumo VR turai yra daug sudėtingesnė technologija, leidžianti NT pirkėjams nuspręsti, kur judėti apibrėžtoje teritorijoje, kokius objektus apžiūrėti iš arčiau. Negana to, taikant šią technologiją galima klientui parodyti ir NT objekto apšvietimo dinamiką, ar papildyti apžiūrą specializuotais iškylančiais pranešimais, informuojančiais klientą apie apžiūrimo NT objekto specifines ypatybes (pastatymo metus, apdailoje naudotas medžiagas ir kt.).

Naudojant specializuotą programinę įrangą aukšto interaktyvumo VR turus gali sukurti ir patys NT agentai. Tačiau tam yra vienas svarbus reikalavimas – prieš pradedant kurti tokį turą būtina turėti daug itin geros kokybės panoraminių nuotraukų ar 360° kampu matomų NT interjero nuotraukų. Paprastai NT turams skirtos nuotraukos yra daromos naudojant trikojį ir sukant jį aplink savo ašį 360 laipsnių kampu. Jeigu virtualiajam turui sukurti naudojamos pavienės nuotraukos, jos turi bent 25 proc. persidengti, kad iš jų būtų galima sukurti gerą ir mažai neatitikimų turinčią sferinę panoramą (Panoramic photography Guide..., 2020).

Naudojant sferines panoramines NT interjero nuotraukas ir VR įrangą, klientas tarsi pastatomas į sferos centrą ir iš jos gali stebėti jį supančią aplinką, priartinti arba atitolinti matomą vaizdą (Adriyanto and Triani, 2015). Norėdamas persikelti į kitą NT objekto vietą (pvz., į kitą kambarį), klientas turi paspausti kitą aktyvųjį žymeklį, taip virtualiai atsidurdamas jau kitoje sferinėje panoraminėje nuotraukoje. Specializuota programinė įranga reikalinga, kad „Spausk ir eik“ principu veikiantis virtualusis NT apžiūros procesas būtų įtikinamas, interaktyvus ir įtraukiantis.

VILNIUS TECH interneto svetainėje (www.vilniustech.lt) viešai pateikiamame virtualiajame ture (Virtualus Turas po VILNIUS TECH (n.d.) taip pat naudojama „Spausk ir eik“ logika. Išanalizavus šį aukšto interaktyvumo VR gidą matoma, kad VILNIUS TECH centrinių rūmų pirmo aukšto turui sukurti buvo panaudotos daugiau kaip 45 panoraminės nuotraukos, kurios 1 pav. atvaizduojamos kaip balti tuščiaviduriai skrituliai ant analizuojamo aukšto grindų. Negana to, atstumas tarp jų užfiksavimo vietos yra vos keli metrai, o tai leidžia užtikrinti, jog virtualusis pasivaikščiojimas būtų nuoseklus, be ryškių peršokimų tarp atskirų tyrinėjamo objekto vietų.

Taikant aukšto interaktyvumo VR turus, geriausias efektas pasiekiamas tada, kai apžiūra atliekama naudojant prie kompiuterio prijungtą specializuotą VR įrenginį, sudarytą iš VR akinių, ausinių, garsiakalbio (angl. *VR headset*), ir įvesties įrenginius, leidžiančius klientui interaktyviai persikelti į apžiūrimą objektą. Neturint galimybės naudotis specializuota VR įranga, tokios apžiūros gali būti realizuotos ir kaip internetinė ar mobilioji programėlė.



1 paveikslas. Virtualaus Turo po VILNIUS TECH universiteto centrinių rūmų pirmą aukštą fragmentai: I aukšto trimatis vaizdas (viršuje) ir aukšto planas (apačioje) (šaltinis: www.vilniustech.lt)

Nekilnojamojo turto VR apžiūrų privalumai ir trūkumai

Kiekviena technologija turi savų taikymo ypatumų (Georgiou, 2019). Virtualiosios realybės sprendimai taupo tiek klientų, tiek NT agentų laiką, o naudojant virtualiąsias NT apžiūras nebūtina fiziškai keliauti iš vieno nuosavybės objekto į kitą, planuoti susitikimus, gaišti laiką kelionėse. Be to, potencialūs pirkėjai ar nuomotojai gali atlikti virtualiąsias apžiūras jiems patogiu metu, sutelkti dėmesį į NT objekto detales. Tai sukuria asmeninio ryšio ir nuosavybės jausmą, padedantį NT agentams greičiau parduoti ar išnuomoti NT.

Nors virtualieji turai gali būti peržiūrimi ir kompiuterio ekrane, naudodamas specializuotą VR techninę įrangą (angl. *headset*), klientas gali daug tiksliau pajausti NT objekto erdvę, planavimą, apšvietimą.

Tačiau kol kas dar nedaug žmonių savo namuose turi virtualiosios realybės įrangą ir geba ja naudotis. Žvelgiant iš NT agentų perspektyvos, kurti interaktyvius VR turus kiekvienam parduodamam butui gali atrodyti brangu ir neefektyvu. Interaktyviems NT turams sukurti reikia daug aukštos kokybės ir specifiniu būdu padarytų nuotraukų. Dažnam NT agentui tai gali atrodyti didelis iššūkis. Tačiau vieną kartą įsigijus panoraminį fotoaparatą ir specializuotą programinę įrangą, ateityje galima gana greitai ir lengvai kurti psichologiškai paveikius virtualiuosius turus be papildomų investicijų. Todėl tikėtina, kad kartu su VR technologijų populiarumu didės ir virtualiųjų NT apžiūrų paklausa.

Išvados

1. Virtualiosios nekilnojamo turto objektų apžiūros gali padėti NT pirkėjams apžiūrėti dominantį NT objektą, fiziškai neišeinant iš savo namų. Negana to, vos per keliasdešimt minučių potencialūs pirkėjai ar būsto nuomininkai gali virtualiai aplankyti dešimtis skirtingų vietų ir nuspręsti, ar verta jas aplankyti fiziškai.
2. Palyginus virtualiųjų gidų ir interaktyviųjų VR turų kūrimo technologijas, nustatyta, jog NT apžiūrai skirtų VR turų projektavimas yra sudėtingesnis ir brangesnis procesas, tačiau būtent tokie sprendimai suteikia klientui galimybę kontroliuoti NT objekto apžiūros procesą, gauti informacinius pranešimus apie specifines NT objekto ypatybes.
3. Interaktyvūs VR turai yra aibės sferinių panoraminių 360 laipsnių vaizdus reprezentuojančių nuotraukų sklandaus sujungimo rezultatas, kur kiekvienas navigacijos taškas, leidžiantis judėti erdvėje, yra atskira panoraminė nuotrauka. Papildoma programinė įranga naudojama virtualiosios NT apžiūros interaktyvumui užtikrinti.

Literatūra:

Adriyanto, A. R., & Triani, A. R. (2015). 360° Virtual Reality Panorama of Indonesia Tourism. *Bandung Creative Movement* (*BCM*) *Journal*, *2*(1): 302–312.

Georgiou, M. (2019). *VR Applications: Modernizing Your Real Estate Business with 360 Virtual Tours.* https://www.imaginovation.net/blog/vr-applications-real-estate-business/

LaValle, S. M. (2017). *Virtual Reality*. Cambridge University Press. http://vr.cs.uiuc.edu/

Nieradka, P. (2019). Using virtual reality technologies in the real estate sector. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska*, *sectio H – Oeconomia*, *53*(2), 45–53.

Panoramic photography Guide by Arnaud Frich. (2020). https://www.panoramic-photo-guide.com/virtual-tour-360-photography/how-to-create-virtual-tour-360-summary.html/

Sulaiman, M. Z., Aziz, M. N. A., Bakar, M. H. A., Halili, N. A., & Azuddin, M. A. (2020). Matterport: Virtual Tour as A New Marketing Approach in Real Estate Business During Pandemic COVID-19. In *Proceedings of the International Conference of Innovation in Media and Visual Design* (*IMDES 2020*), *502*, 221–226.

Virtualus turas po VILNIUS TECH. (n.d.). https://my.matterport.com/show/?m=TT7RYpU6Wmc/

VIRTUAL REALITY CHANGES THE REAL ESTATE PURCHASING EXPERIENCE

I. Leščauskienė

Summary

Restrictions caused by Covid-19 disease forced real estate agencies to search for new solutions that might help to persuade a client to buy real estate objects without even seeing it physically. This article analysis how to Virtual Reality technologies can be applied for the virtual inspection of real estate objects, and what are their advantages and disadvantages.

Keywords: virtual reality, virtual real estate tours., spherical panoramic photos.

LAUKO SPORTO TRENIRUOKLIŲ MODELIAVIMAS

Birutė Juodagalvienė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Žmonės vis labiau domisi natūralesniu ir sveikesniu gyvenimu, todėl savaime suprantama, kad sportavimas padeda tai pasiekti ir yra naudingas vaikams ir suaugusiesiems. Fizinis aktyvumas gryname lauke yra dar efektyvesnis, todėl lauko sporto įranga, pvz., treniruokliai, tampa vis populiaresni. Jie įrengiami šalia namų, parkuose, sanatorijose, stadionuose, prekybos centrų ir kitose erdvėse. Sporto treniruokliai įrengiami šalia mokyklų ir vaikų darželių, skatinant vaikų fizinį aktyvumą, nes čia vaikai gali ne tik sportuoti, bet ir žaisti bei pramogauti. Lauko treniruokliai gaminami universalūs, skirti įvairaus amžiaus naudotojams: vaikams, suaugusiesiems ir senjorams. Paprastai ant kiekvieno treniruoklio yra prikabinta informacinė lentelė apie jo paskirtį. Todėl net iki šiol nesimankštinęs žmogus lengvai susigaudys, kaip jais naudotis.

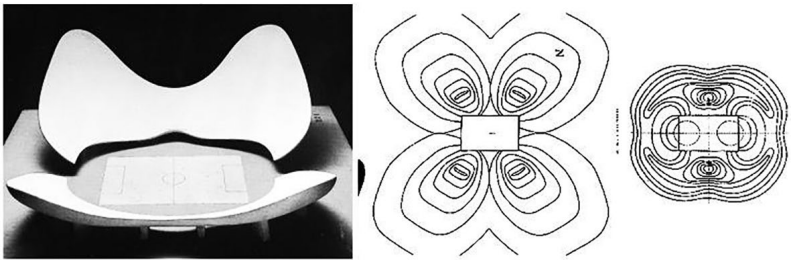
Šiandien dauguma žmonių reikiamos informacijos ieško internete. Tikėtina, kad lauko treniruoklių gamintojai kiekvienam savo gaminiui turi atskirus brėžinius, o klientui pateikia gaminio nuotraukas ir kainas. Bet dar labiau sportuoti šiuolaikinį klientą paskatintų treniruoklių 3D modeliai, jų variacijos ir komponentų kaita virtualiojoje realybėje, o vaikus sudomintų jų naudojimas kompiuteriniuose žaidimuose. Tikėtina, kad ne visi sporto treniruoklių gamintojai yra sukūrę virtualius savo produkcijos modelius. Žinia, kad objektų modeliavimas virtualiojoje aplinkoje tampa vis reikšmingesnis. Šis procesas labai svarbus infrastruktūros kūrimo procese (pvz., rengiant miesto planus), pramogų industrijoje (kuriant filmus, žaidimus, vaizdo klipus ir kt.), inžinerijoje (kuriant technologijas, sprendžiant problemas), architektūroje ir kitose srityse. Nors yra sričių, kur realūs matmenys nėra svarbūs, pvz., kompiuterinių žaidimų aplinka, dažnai kuriant realias scenas, reikalingas tikslumas. Straipsnio tikslas – nustatyti įskiepio, skirto lauko treniruokliams modeliuoti, ypatumus.

Modeliavimas ir įrankiai

Siekiant identiškai atvaizduoti objektus, nepakanka žinoti tik jų formą, kartais reikia modeliuoti pagal konkrečius matmenis. Dažnai modeliuojamus objektus sudaro atskiri skirtingų matmenų elementai, pvz., langai, durys ir

pan. Sukūrus elementų sudedamąsias dalis, atliekant parametrinį modeliavimą galima kurti analogiškus, bet skirtingų parametrų objektus, o tai smarkiai lengvina modeliuotojo darbą (Davis, 2013). Modeliavimo procese kontroliuojant sudėtingą elementų geometriją, parametrinis procesas didina darbo lankstumą, nuo kurio priklauso tolesni algoritmais pagrįsto modelio pritaikymai ir variacijos (Eltaweel and Su, 2017). Alternatyvių elementų kūrimas suteikia gausesnių dizaino galimybių, o tai labai svarbu šiais laikais dirbant prie įvairiausių projektų. Parametrinio modeliavimo procese pakeitus modelio parametrus, kitos komponentės automatiškai atspindi šį pokytį, t. y. pasikeičia jų reikšmės. Todėl ši technologija yra paranki dizaino paslaugas teikiantiems inžinieriams. Oficialioje inžinerijos modeliavimo svetainėje (Engineering.com, 2018) pateikiama išvada, kad parametrinis modeliavimas gali būti naudingas, tačiau nėra lankstus radikaliems modelio redagavimo pokyčiams. Čia pateikiamas kitas metodas – tiesioginis modeliavimas. Jį taikant modeliuojama greitai ir efektyviai, nes elementai nesuvaržyti parametrais ir reikšmėmis (Heidari et al., 2018) (1 pav.). Deja, net nedidelius pokyčius modeliuotojas turi atlikti rankomis.

Neatsiejama daugybės modeliavimo programų dalis yra įskiepiai. Jie kaip atskirai nuo pagrindinės programos sukompiliuoti programiniai moduliai leidžia praplėsti bazinę programos komplektaciją ir tam tikrais klausimais padidinti programos veiksnumą, galimybes, sukurti naujų funkcijų, praplėsti veiklos sritis. Įskiepiai gali būti iš anksto sukurti programos kūrėjų arba vartotojų kuriami atvirojo kodo programose. Analizuojant įskiepius, galima aptikti daug jų teigiamų savybių, tokių kaip galimybė sukurti įskiepius trečiosioms šalims, programos vietos sumažinimas, paprastas naujų funkcijų pridėjimas ir pan. Tačiau, nepaisant visų turimų privalumų, paanalizavus straipsnius, nagrinėjančius įskiepius, galima pamatyti ir neigiamų dalykų. Dėl dažno įskiepių atsisiuntimo nesukontroliavimo ir įdiegimo į tam tikrą programą bei suderinamumo nepatikimumo gali kilti konfliktas tarp įskiepių sąveikų, kas nulemtų neprognozuojamą tolesnį programos veikimą ir užduoties vykdymą (Lima et al., 2020).



1 paveikslas. Luigi Moretti parametrinės architektūros stadiono pavyzdys

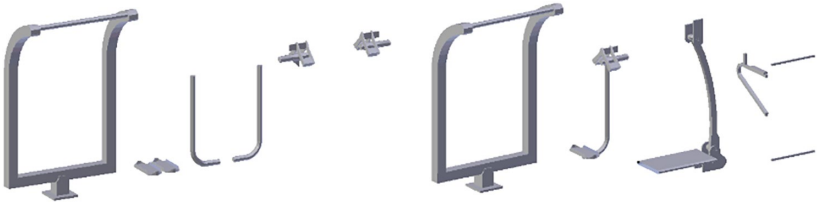
Parametrinio treniruoklio įskiepio realizacija

Modeliuojamą lauko treniruoklį (Dičpinigaitis, 2020) sudaro šios pagrindinės dalys (2 pav., a): pagrindas, viršutiniai tvirtinimai, strypai ir pėdoms skirti rėmai. Kiekviena dalis turi savo konkrečią vietą, išskyrus pagrindą. Be to, tam tikros treniruoklio dalys yra simetriškos *y* ašies atžvilgiu. Tokiu būdu pašalinus simetrišką identišką detalę, sukuriamos modulinės dalys (2 pav., b).

Įskiepio kode aprašius treniruoklio pagrindo parametrus, kuriant skirtingus modelius, planuojamos modulinės dalys. Siekiant išvengti kodo perpildymo informacija, derinami du būdai: kodo įkėlimas iš failo ir objekto sukūrimas apibrėžtais kintamaisiais. Pavyzdžiui, aprašant simetriškas modulines dalis, naudojamas *Mirror* modifikatorius (3 pav., a), *Array* modifikatoriumi sukuriamos kojoms kelti skirtos atramos (3 pav., b). Galutinai kodas rašomas suplanavus objekto elementų kūrimo ir manipuliavimo būdus.

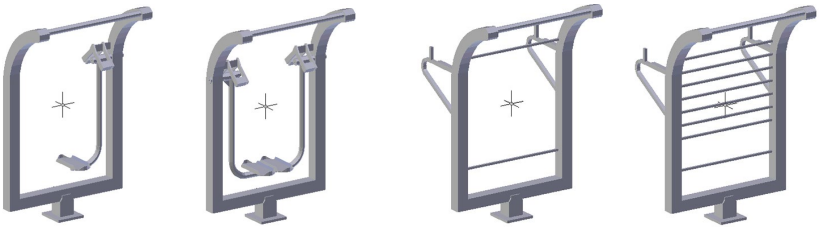
Įskiepiu, sukurtu „Python“ programavimo kalba, gali naudotis net nemokantis programuoti vartotojas. Naudodamasis parametrų redagavimo langu (4 pav.) modeliuotojas greitai gali sukurti norimą skaičių lauko treniruoklių (5 pav.).

a) b)

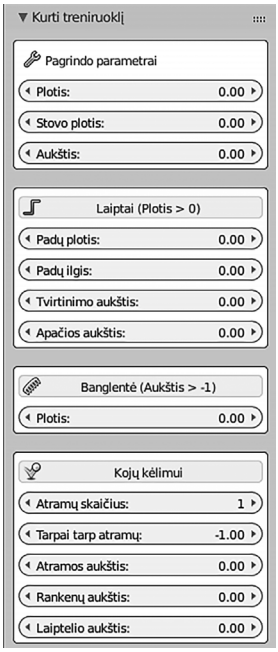


2 paveikslas. Treniruoklio išskaidymas į: a) atskiras dalis; b) modulines dalis

a) *Mirror* modifikatorius b) *Array* modifikatorius



3 paveikslas. Modifikatorių taikymas skirtingiems treniruokliams kurti



4 paveikslas. Parametrų redagavimo langas

5 paveikslas. Sumodeliuota scena su skirtingais treniruokliais

Išvados

1. Įskiepiai kuriami siekiant išplėsti programų galimybes ir suteikti naudotojams papildomų įrankių, spartinančių modeliavimo procesą.
2. Sukurtas įskiepis vartotojui suteikia intuityvią sąsają, kuriant skirtingus treniruoklius ir redaguojant jų parametrus.

Literatūra:

Davis, D. (2013). *Modelled on Software Engineering: Flexible Parametric Models in the Practice of Architecture*. Daktaro disertacija.

Dičpinigaitis, Z. (2020). *Aktyviam poilsiui skirtų parko scenos parametrinių elementų kūrimas*. Bakalauro baigiamasis darbas.

Eltaweel, A., & Su, Y. (2017). Controlling venetian blinds based on parametric design; via implementing Grasshopper's plugins: A case study of an office building in Cairo. *Energy and Buildings*, *139*, 31–43.

Engineering.com. (2018). What's the Difference Between Parametric and Direct Modeling? https://www.engineering.com/DesignSoftware/DesignSoftwareArticles/ArticleID/16587/Whats-the-Difference-Between-Parametric-and-Direct-Modeling.aspx

Heidari, A., Sahebzadeh, S., Sadeghfar, M., & Taghvaei, B. E. (2018). Parametric architecture in it's second phase of evolution. *Journal of Building Performance Simulation 9*(1):13.

Lima, I., Candido, J., & Amorim, M. (2020). Practical detection of CMS plugin conflicts in large plugin sets. *Information and Software Technology*, *118*, 106212.

MODELING OF OUTDOOR SPORTS FITNESS

Birutė Juodagalvienė

Summary

Object modeling in a virtual environment is becoming increasingly important. This process is very important in the process of infrastructure development, entertainment industry, engineering, architecture and other fields. The application of this technology allows to realistically depict various elements, test their operation, layout, layout in space before creating them in reality.

Keywords: object modeling, plugin, sports Fitness equipment.

GLTF GRAFINIO FORMATO APŽVALGA

Ana Usovaitė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

GLTF (*Graphics Language Transmission Format or GL Transmission Format*) formatas pirmą kartą oficialiai buvo pristatytas „Siggraph“ programinės įrangos konferencijoje 2012 m. Los Andžele, Kalifornijoje. Pristatyme parodyta, ką padarė kūrėjai ir kaip jie prisidėjo prie naujo GLTF formato vystymo. Tai reiškia, kad didelė bendruomenės dalis tiki, kad GLTF vieną dieną galėtų tapti 3D formato standartu (glTF 2.0 links and resources, 2021).

Tradiciniai (*.obj*, *.fbx*, *.stl* ir kt.) 3D formatai buvo sukurti laikyti informaciją taip, kad juos saugoti būtų galima neprisijungus prie tinklo. Dabar esami 3D formatai leidžia keistis duomenimis tarp skirtingų modeliavimo įrankių, tačiau nė vienas iš esamų formatų nėra optimizuotas greitai parsisiųsti ir įkrauti į programą realiuoju laiku.

GLTF formato aprašas pavadinimas

Dabartinių 3D objektų detalumas didėja, failų dydis nuolat auga, o programos turi atlikti daug veiksmų, norint įkrauti tokius failus į grafinio procesoriaus paspartintas programas. Dažniausiai tokios programos rašomos naudojant „DirectX“ ir „OpelGL“. Norint užtikrinti didelį darbo realiuoju laiku efektyvumą, programos paprastai įkrauna modelius neprisijungus prie tinklo, konvertuodamos modelius į tokius formatus, kurie pritaikyti greitai ir stabiliai veiklai. Tai lėmė programų kūrėjų susiskaldymą pagal 3D failų tipo naudojimą ir kartojosi tos pačios pastangos kuriant failų turinį. Problema ta, kad iš vienos programos išeksportuoti modeliai negali būti naudojami kitoje programoje nepanaudojus antrai programai būdingų įrankių. Atsiradus galimybėms naudoti 3D modelius internete ir mobiliuosiuose prietaisuose („Android“ platformos) sukurtos ir naujos programos, reikalaujančios greito ir dinamiško tokių failų apdorojimo. Skaitmeninės rinkodaros sprendimai, *on-line* žaidimai, elektroninės prekybos produktų vizualizacijos yra tik keletas 3D programų, prijungtų prie interneto ir naudojančių „WebGL“ ar „OpenGL API“ standartus. Be greito ir efektyvaus 3D objektų atvaizdavimo, šioms programoms reikalingas standartinis formatas, kuris leistų 3D modeliais dalintis tarp programų, vartotojų ir būtų nesunkiai implementuojamas į programose jau esamus procesus ir komandas. GLTF formatas išsprendžia šias problemas, naudotojui suteikdamas tokį formatą, kuris nesunkiai gali

būti įkeliamas į pasirinktą platformą, o įkrovimas reikalauja minimalių skaičiavimų ir trumpo apdorojimo laiko. Prieš atsirandant GLTF formatui, dominavo du populiarūs 3D modelių formatai, skirti informacijai tarp žaidimų variklių ir 3D kūrimo įrankių perduoti, šie formatai yra .fbx ir .obj.

Grafinio formato .fbx failai naudojami gana dažnai. Šis formatas pritaikytas dirbti su licencijuota C++ kalbos programine įranga. Bendru atveju jis netinka darbui su Web programomis. .obj formato grafikos failai užima daug vietos ir lėtai įrašomi bei skaitomi.

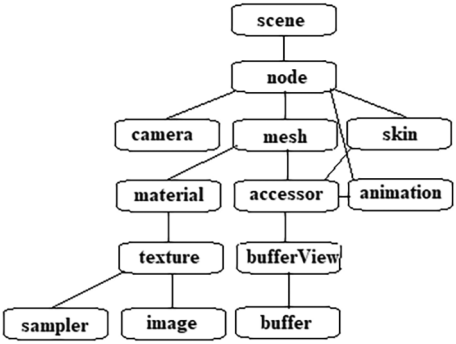
Skirtingai nuo OBJ ir FBX formatų, GLTF formatas yra labai efektyvus 3D modelių informacijai perkelti ir turi labai gausų funkcijų rinkinį. GLTF yra atvirojo standarto įrankis, todėl programinę įrangą jam kurti galima parinkti labai nesunkiai ir šį formatą naudoti tikrai lengva. Šį formatą plačiai palaiko atvirojo kodo tipo programinė įranga (glTF 2.0 links and resources, 2021).

GLTF formato failo struktūra

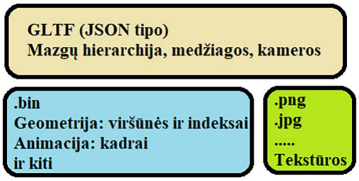
GLTF failo pagrindą sudaro .json tipo failas, kuriame aprašytos scenos, kurioje yra 3D objektai, struktūra ir kompozicija. Šiame faile pagrindiniai elementai yra scena, mazgai, kameros, *mesh* tipo objektai, buferiai, medžiagos, tekstūros, paveiksliukai ir animacijos. Viena iš galimų GLTF failo turinio struktūrų pavaizduotas 1 pav.

GLTF failų rinkinį sudaro JSON failai ir papildomos informacijos failai. Dažniausiai GLTF failas yra sudarytas iš:

- JSON formato failo (.gltf), kuriame aprašoma visa scenos informacija: visa mazgų sistema, medžiagos, kameros ir visa aprašų informacija geometrijai ir animacijai;
- binarinio failo (.bin), kuriame saugomi geometrijos ir animacijos duomenys, bei kiti buferio pagrįsti duomenys;
- tekstūrų failų (pvz., .jpg, .png).



1 paveikslas. GLTF failo struktūros pavyzdys (glTF 2.0 links and resources, 2021)



2 paveikslas. GLTF failo sudėtinės dalys (glTF 2.0 links and resources, 2021)

GLTF formato savybės

GLTF formato failai išskirtiniai bruožai:

- Greito apdorojamo galimybė – GLTF failų duomenų struktūra buvo suprojektuota taip, kad JSON formato ir binariniuose failuose atsispindėtų grafinio procesoriaus API duomenų struktūra, siekiant sumažinti apdorojimo laiką. Pavyzdžiui, binarinio formato geometrijos duomenys gali būti peržiūrimi kaip „JavaScript“ tipo masyvai ir įkraunami tiesiai į GPU buferius naudojant paprastą duomenų kopiją.
- Kompaktiškas failų dydis – nors programuotojai mėgsta dirbti su aiškiu ir suprantamu tekstu, toks teksto kodavimas nėra praktiškas 3D duomenims perduoti dėl savo dydžio. Tekstinis .json failas, kuris įeina į .gltf tipo failus, yra tekstinio tipo, kompaktiškas ir nesunkiai redaguojamas. Atskiro modelio geometrija ir animacijos, kurios užima daug vietos, laikomos binariniuose failuose, kurie yra daug mažesni už visas tekstines jų versijas.
- Pradinis paleidimas nepriklauso nuo aplikacijos ar variklio. Gamintojai teigia, kad GLTF failams jokios įtakos nedaro naudojamos aplikacijos ar 3D variklio tipas. GLTF failas neturi jokio papildomo funkcionalumo ar reikalavimų paleidimo metu be atvaizdavimo ir animacijos.
- Dažnai naudotojai nori paleisti visas scenas su visa jų informacija savo programose vienu kartu. Visos 3D scenos reprezentacija – pavienių objektų eksportavimas nėra pats efektyviausias būdas daugeliui aplikacijų. GLTF suteikia tokią galimybę dėl savo failų eksportavimo ir importavimo iš pirminių failų aprašų bei saugomų duomenų tipo.
- Išplečiamumas – nors bazinė specifikacija palaiko nemažą funkcijų rinkinį, vystant šį formatą bus dar daugiau galimybių augti ir tobulėti (glTF 2.0 links and resources, 2021).

Toliau pateiktas kodo fragmentas, kaip galima įkrauti GLTF formato failą naudojant Three.js varikliuką (Learn three.js, 2021).

```
// Instantiate a loader
const loader = new GLTFLoader();

// Optional: Provide a DRACOLoader instance to decode compressed mesh data
const dracoLoader = new DRACOLoader();
dracoLoader.setDecoderPath( '/examples/js/libs/draco/' );
loader.setDRACOLoader( dracoLoader );

// Load a glTF resource
loader.load(
	// resource URL
	'models/gltf/duck/duck.gltf',
	// called when the resource is loaded
	function ( gltf ) {
		scene.add( gltf.scene );
		gltf.animations; // Array<THREE.AnimationClip>
		gltf.scene; // THREE.Group
		gltf.scenes; // Array<THREE.Group>
		gltf.cameras; // Array<THREE.Camera>
		gltf.asset; // Object
	},
);
```

Babylon.js varikliuką galima naudoti darbui su GTLF failais. Pateiktas kodo fragmentas iliustruoja, kaip galima įkrauti GTLF formato failą (Babylon.js Documentation, 2021).

```
var delayCreateScene = function () {

    var scene = new BABYLON.Scene(engine);

    BABYLON.SceneLoader.ImportMesh(„“, „scenes/“, „skull.babylon“, scene,
    function (meshes) {
    scene.createDefaultCameraOrLight(true, true, true);
    scene.createDefaultEnvironment();
    skull = meshes[0];
    camera.target = skull;
    skull.scaling = new BABYLON.Vector3(5.0, 5.0, 5.0);
 });
   return scene;
};
```

Išvados

GLTF formatas yra nemokamas, skirtas grafikos apdorojimo programoms efektyviai persiųsti ir įkelti 3D scenas ir modelius. GLTF sumažina ir 3D išteklių dydį bei programos vykdymo laiko apdorojimą, reikalingą ištekliams išpakuoti ir naudoti. Šis formatas apibrėžia išplėstinį, bendrą darbo su 3D modeliais įrankių ir paslaugų būdą. Jis supaprastina grafikos kūrimą ir leidžia bendrai naudoti 3D modelius.

Literatūra:

Babylon.js Documentation. (2021). https://doc.babylonjs.com/

glTF 2.0 links and resources. (2021). https://www.khronos.org/gltf/

Learn three.js. (2021). https://threejs.org/

OVERVIEW OF THE GLTF GRAPHIC FORMAT

Ana Usovaitė

Summary

The GLTF format is a free specification for efficiently transferring and uploading 3D scenes and models to graphics processing programs. GLTF also reduces the size of 3D resources and the application execution time required to unpack and use the resources. This format defines an advanced, common way of working with 3D models of tools and services. It simplifies graphics creation and allows for unified use of 3D modelsAbstract in English.

Keywords: GTLF format, graphics standards, Three.js, Babylon.js.

BABYLON.JS VALDYMO PELYTE ANALIZĖ

Ana Usovaitė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Babylon.js yra realiojo laiko grafinis variklis, sukurtas naudojant „JavaScript“ kalbą ir „WebGL“ grafinę biblioteką, kad būtų galima rodyti 3D grafiką interneto naršyklėje per HTML5. Grafinis varikliukas Babylon.js turi galimybę interaktyviai valdyti scenos objektus pelyte ir klaviatūra. Programa veikia labai greitai. Objektų valdymas klaviatūra ir pelyte gali būti plačiai taikomas, o tai leidžia naudotojui apžiūrėti objektus, perkelti juos ir atlikti kitus veiksmus.

Interaktyvus valdymas reikalingas naudotojo patogumui. Babylon.js grafinis varikliukas nesudėtingai realizuoja interaktyvumą internetinėse programose ir pelyte bei klaviatūra leidžia atlikti daug veiksmų. Pelytės valdymas yra aktualus bet kuriai programai, jo patogumas ir ergonomiškumas naudingas naudotojams. Babylon.js produktas sukurtas WEBGL pagrindu, turi plačių pelytės valdymo galimybių. Minėtos galimybės tobulinamos išleidžiant naujas versijas. Šiame straipsnyje aprašyti trys būdai, kaip galima užprogramuoti valdymą naudojant įvairias funkcijas.

Valdymo pelyte implimentacijos

Pirmą būdą galima pavadinti *Stebėjimas* (*Observables*). Jį sudaro du komponentai: Stebimasis ir Stebėtojas. Taikant šį metodą stebimos objekto savybės, vaizduojančios tam tikrą įvykį (pvz., „BeforeRender“).

Naudotojai, norintys, kad jų kodas veiktų kaip atsakas į tam tikrą įvykį, užregistruos stebėtoją atitinkamoje stebimoje aplinkoje. Baigus darbą Stebėtojo pareiga, kai reikia, „sunaikinti“ Stebėtojus. Įdiegėjas naudoja stebimą objektą, kad sukurtų ypatybę, kuri suaktyvintų visus registruotus stebėtojus. Bendrasis tipas naudojamas tam tikram duomenų tipui perduoti iš stebimojo stebėtojui.

Įdiegėjas naudoja stebimą objektą, kad sukurti esybę, kuri suaktyvintų visus registruotus stebėtojus.

```
scene.onPointerObservable.add((pointerInfo) => {
switch (pointerInfo.type) {
                    case BABYLON.PointerEventTypes.POINTERDOWN:
                        if(pointerInfo.pickInfo.hit && pointerInfo.
pickInfo.pickedMesh != ground) {
pointerDown(pointerInfo.pickInfo.pickedMesh)
    }
                        break;
                    case BABYLON.PointerEventTypes.POINTERUP:
pointerUp();
                        break;
                    case BABYLON.PointerEventTypes.POINTERMOVE:
pointerMove();
                        break;
    }
});
```

Antras būdas valdyti pelytės įvestį – panaudoti *ACTION* elementus. Tai paprastas būdas pridėti sąveiką tarp atskirų elementų savo scenose. *Action* veikimas pradedamas, kai suveikia tam tikras trigeris. Pavyzdžiui, galima nurodyti, kad naudotojui spustelėjus (arba palietus) *mesh* (tinklinio) tipo objektą, atliekamas tam tikras veiksmas. Norint naudoti veiksmus, prie *mesh* objekto ar scenos (*scene*) būtina pridėti *BABYLON.ActionManager*:

```
mesh.actionManager = new BABYLON.ActionManager(scene);
```

Sukūrus naują *ActionManager* objektą, reikia pradėti registruoti veiksmus:

```
mesh.actionManager.registerAction(
    new BABYLON.InterpolateValueAction(
        BABYLON.ActionManager.OnPickTrigger,
        light,
        'diffuse',
        BABYLON.Color3.Black( ),
        500
    )
);
```

Pavyzdžiui, šis veiksmas animuos objekto *light.diffuse* spalvos parametro reikšmę *Black*( ) per 500 ms, kai naudotojas pasirenka *mesh* objektą. Kodo fragmentas, norint susieti veiksmus, atrodo taip:

```
mesh.actionManager
    .registerAction(
        new BABYLON.InterpolateValueAction(
            BABYLON.ActionManager.OnPickTrigger,
            light,
            'diffuse',
            BABYLON.Color3.Black( ),
            500
    )
)
.then(
    new BABYLON.SetValueAction(
        BABYLON.ActionManager.NothingTrigger,
        mesh.material,
        'wireframe',
        false
    )
);
```

Tokiu atveju pirmasis paspaudimas inicijuos *light.diffuse* savybę, antrasis paspaudimas nustatys *mesh.material* parametrui *wireframe* reikšmę *false*. Trečiasis paspaudimas vėl inicijuos ir įjungs šviesos šaltinį, pavyzdžiui, panaudos difuzinės spalvos savybę. Galiausiai prie savo veiksmų galima pridėti sąlygą. Tokiu atveju veiksmai pradedami paleidus trigerį, jei sąlyga yra teisinga (*true* reikšmė):

```
mesh.actionManager.registerAction(
    new BABYLON.InterpolateValueAction(
        BABYLON.ActionManager.OnPickTrigger,
        camera,
        'alpha',
        0,
        500,
        new BABYLON.PredicateCondition(
            mesh.actionManager,
            function () {
                return light.diffuse.equals(BABYLON.Color3.Red());
        }
    )
  )
);
```

Šiame pavyzdyje parametras *camera.alpha* bus animuotas nuo 0 iki 500 ms, kai vartotojas spustelės *mesh* objektą tik tuo atveju, jei *light.diffuse* parametro reikšmė yra lygi raudonai.

Trigeriai

Šiuo metu egzistuoja 14 skirtingų *Action* trigerių, skirtų *mesh* tipo objektams, ir trys trigeriai, kurie naudojami scenoms. *mesh* tipo objektams skirto trigerio pavyzdys pateiktas toliau:

BABYLON.ActionManager.OnPickTrigger // suveikia, kai vartotojas paliečia / spusteli tinklą.

Naudojant *Action* elementus, galima nustatyti dviejų objektų sankirtą. Tokiu atveju reikia nurodyti konkrečius du *mesh* objektus, tai galima padaryti taip:

```
mesh.actionManager.registerAction(
    new BABYLON.SetValueAction(
        {
            trigger:
BABYLON.ActionManager.OnIntersectionEnterTrigger,
    parameter: otherMesh
 },
  mesh,
  'scaling',
  new BABYLON.Vector3(1.2, 1.2, 1.2)
 )
);
```

Scenoms gali būti naudojami šie veiksniai:

BABYLON.ActionManager.OnEveryFrameTrigger: suveikia vieną kartą už kadrą.

BABYLON.ActionManager.OnKeyDownTrigger: suveikia, kai paspaudžiamas mygtukas.

BABYLON.ActionManager.OnKeyUpTrigger: suveikia, kai atleidžiamas mygtukas.

OnKeyUpTrigger ir *OnKeyDownTrigger* trigeriai priima *string* tipo parametro vertę, kuri lyginama su įvykio *sourceEvent.key* reikšme. Tai leidžia sukurti pagrindinius trigerius, kurie bus suaktyvinti tik naudojant tam tikrus raktus pagal mygtuko kodą, pvz.:

```
scene.actionManager.registerAction(
    new BABYLON.ExecuteCodeAction(
        {
            trigger: BABYLON.ActionManager.OnKeyUpTrigger,
            parameter: 'r'
        },
        function () { console.log('r button was pressed'); }
  )
);
```

Galimi *Action* veiksmai

Daugelis veiksmų turi *propertyPath* parametrą. Jis nurodo parametrą, kurį reikia paveikti veiksmu. Galima naudoti tiesiogines vertes, tokias kaip padėties koordinatė arba difuzinė spalvos reikšmė.

Tačiau taip pat galima pateikti sudėtingus parametrus, pvz., *Position.x:*

BABYLON.SetValueAction(*trigger*, *target*, *propertyPath*, *value*, *condition*): tiesiogiai nustato konkretaus parametro reikšmę.

BABYLON.IncrementValueAction(*trigger*, *target*, *propertyPath*, *value*, *condition*)*:* prideda reikšmę prie konkretaus parametro.

BABYLON.ExecuteCodeAction(*trigger*, *func*, *condition*)*:* vykdo konkretų kodą.

Sąlygų apibrėžtis

Yra trijų rūšių sąlygos:

- *BABYLON.ValueCondition* (*actionManager*, *target*, *propertyPath*, *value*, *operator*): tiesa, kai duotas parametras ir jo vertė atitinka operatorių.
- Palaikomi šie operatoriai: *BABYLON.ValueCondition.IsEqual*, *BABYLON.ValueCondition.IsDifferent*, *BABYLON.ValueCondition.IsGreater*, *BABYLON.ValueCondition.IsLesser*
- *BABYLON.PredicateCondition* (*actionManager*, *predicate*): tiesa, kai duota predikato funkcija grąžinama į *true*.
- *BABYLON.StateCondition* (*actionManager*, *target*, *value*): tiesa, kai taikinio būsenos savybė atitinka nurodytą vertę.

Trečias būdas panaudoti funkcijas ***scene.pick(scene.pointerX, scene.pointerY)*** arba ***scene.pickWithRay( )***. Šios funkcijos ir jų naudojimo pavyzdys aprašyti toliau (Babylon.js Documentation. Mesh Picking, 2021).

```
function castRay( ){
//spindulio pradžios taškas
    var origin = new BABYLON.Vector3(0, 0, 0);

    var forward = new BABYLON.Vector3(0,0,1);
    forward = vecToLocal(forward, origin);

//spindulio kryptis
    var direction = forward.subtract(origin);
    direction = BABYLON.Vector3.Normalize(direction);

//spindulio ilgis
    var length = 100;
    // sukuriamas konkretus spindulis iš tam tikro pradžios taško, su tam tikra
   kryptimi ir ilgiu)
    var ray = new BABYLON.Ray(origin, direction, length);
//Objektas Helper pritvirtinamas prie mesh tipo objekto, kad būtų galima stebėti
jo kryptį:
    let rayHelper = new BABYLON.RayHelper(ray);
    rayHelper.show(scene);
//Spindulis užfiksuoja visus objektus su kuriais susikerta
    var hit = scene.pickWithRay(ray);

    if (hit.pickedMesh){
    hit.pickedMesh.scaling.y += 0.01;
  }
 }
```

Išvados

Šiuolaikinėse programose labai dažnai naudojama 3D grafika. Vienas iš būdų atvaizduoti 3D grafiką – panaudoti Babilon.js grafinį varikliuką. Šis varikliukas turi integruotas funkcijas organizuoti pelytės valdymą. Straipsnyje pateikti trys lygiaverčiai būdai, kaip atlikti minėtą veiksmą. Konkretaus valdymo pelyte būdo pasirinkimas priklauso nuo norimo galutinio rezultato.

Literatūra

Babylon.js Documentation. Actions. (2021). https://doc.babylonjs.com/divingDeeper/events/actions

Babylon.js Documentation. Mesh Picking. (2021). https://doc.babylonjs.com/divingDeeper/mesh/interactions/picking_collisions

Babylon.js Documentation. Observables. (2021). https://doc.babylonjs.com/divingDeeper/events/observables

ANALYSIS OF MOUSE CONTROL IN BABYLON.JS

Ana Usovaitė

Summary

3D graphics are very often used in modern applications. One way to render 3D graphics is to use the Babilon.js graphics engine. This engine has integrated features to organize mouse control. The article presents three equivalent ways to perform the above action. The choice of a particular method depends on the desired end result.

Keywords: 3D graphics, Babilon.js, mouse control.

FRAKTALINIO PAVIRŠIAUS RELJEFO GENERAVIMO METODAI

Ana Ušpurienė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

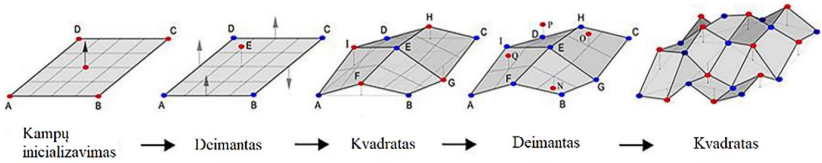
Daugelis gamtinių objektų, tokių kaip kalnai, kranto linija, žaibas medžiai, debesys ir kiti pasižymi fraktališkumu, t. y. atsikartojimo savyje savybe. Fraktalinės geometrijos atsiradimą lėmė tai, kad Euklido geometrija netiko tokiems gamtiniams objektams atvaizduoti (Mandelbrot, 1983). Fraktalinės grafikos vaizdams kurti naudojamos lygtys arba lygčių sistemos, kai koeficientų parinkimas leidžia generuoti didelę įvairovę sudėtingos formos linijų ir paviršių (Шабаршин, n. d.). Matematinio aparato kompaktiškumas suteikia galimybę greitai kurti įvairius vaizdus kompiuteriniuose žaidimuose, pvz., nesibaigiančius pasaulio vaizdus. Plačiausiai naudojami fraktalinių paviršių reljefo generavimo metodai yra deimanto ir kvadrato metodas (*Diamond-Square Method*) ir reljefo generavimas naudojant greitąją Furjė transformaciją (*Fast Fourier Transform*) (Bird, Dickerson ir George, 2013). Toliau straipsnyje aprašyti šių metodų algoritmai.

Reljefo generavimas taikant deimanto ir kvadrato metodą

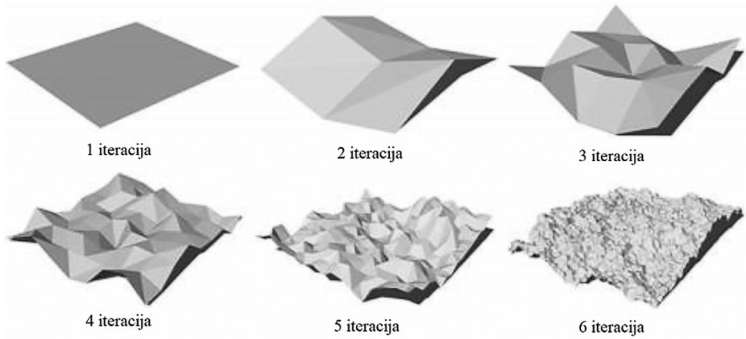
Labiausiai paplitęs ir pačių realistiškiausių rezultatų duodantis yra deimanto ir kvadrato reljefo generavimo metodas, kuris yra vienmačio vidurio taško poslinkio algoritmo plėtinys 3D modeliavimo atveju (Md Rian, 2017). Kiekviena šio algoritmo iteracija sudaryta iš dviejų žingsnių: deimanto (*diamond*) ir kvadrato (*square*) (1 pav.).

Pradžioje kvadrato viršūnėms priskiriami atsitiktiniai aukščiai. Deimanto žingsnyje kiekvieno kvadrato vidurio taškui priskiriama reikšmė apskaičiuota prie to kvadrato kampinių viršūnių aukščių vidurkio pridėjus atsitiktinį dydį. Kvadrato žingsnyje nustatomi kvadrato kraštinių vidurinių taškų aukščiai, kurie apskaičiuojami prie deimanto formos (rombo) kampinių viršūnių aukščių vidurkio pridėjus atsitiktinį dydį, pasiskirsčiusį pagal tą patį dėsnį kaip ir pirmajame žingsnyje. Deimanto ir kvadrato žingsniai kartojami kiekvienoje iteracijoje (2 pav.) (Алгоритм «diamond-square»…, 2011).

Iteracijos kartojamos tol, kol pasiekiamas norimas detalumo lygis. Deimanto ir kvadrato algoritmas veikia linijiniu laiku $O(N)$ (Bird, Dickerson ir George, 2013).



1 paveikslas. Deimanto ir kvadrato metodo žingsniai (Md Rian, 2017)



2 paveikslas. Reljefo generavimas taikant deimanto ir kvadrato metodą (Md Rian, 2017)

Reljefo generavimas naudojant greitąją Furjė transformaciją

Greitoji (diskrečioji) Furjė transformacija yra Furjė transformacija, taikoma diskrečiųjų reikšmių rinkiniui ir pagrįsta idėja, kad funkcija gali būti išreikšta kaip sinuso ar kosinuso bangų suma skirtingais dažniais (Stanger, 2006). Lyginant su pirmiau aprašytų deimanto ir kvadrato metodu, reljefo generavimas naudojant greitąją Furjė transformaciją yra ne iteratyvus. Didžiausias šio metodo privalumas tas, kad fraktalinis reljefas gaunamas su tolygiais perėjimais, be kalvagūbrių ir pikų (Bird, Dickerson ir George, 2013). Generavimo procesas pradedamas naudojant atsitiktinį Gauso triukšmą. Tai dvimatis diskrečiųjų atsitiktinių reikšmių tinklelis. Gauso triukšmo reikšmės yra pasiskirsčiusios pagal normalųjį dėsnį ir jų vidurkis lygus nuliui. Kitu žingsniu taikoma greitoji Furjė transformacija (Bird, Dickerson ir George, 2013). Greitoji Furjė transformacija, atliekanti diskrečiąją Furjė transformaciją $N \times M$ dydžio tinkleliui, apskaičiuojama taip (Bird, Dickerson ir George, 2013):

$$F(u,v) = 1/NM \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} f(x,y) e^{-2\pi i(xu/N + yu/M)},$$

čia x ir y – tinklelio elementų indeksai: x kinta nuo nulio iki N–1; y kinta nuo nulio iki M–1.

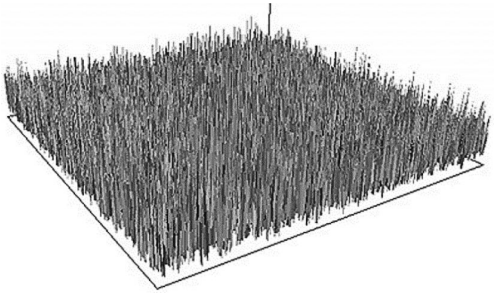
Generuojant fraktalinį reljefą, greitoji Furjė transformacija išskaido atsitiktinį triukšmą į kosinuso ir sinuso funkcijų sumą ir konvertuoja dydžius į dažnio sritį (3 pav.) (Bird, Dickerson and George, 2013).

Toliau, naudojant dažnių filtrą, keičiamas dažnių mastelis. Kitu žingsniu taikoma atvirkštinė Furjė transformacija (Bird, Dickerson and George, 2013):

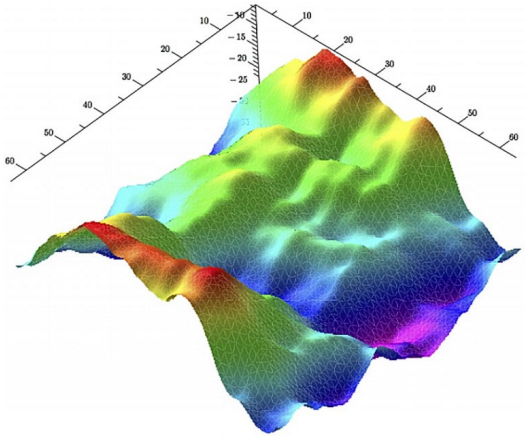
$$f(x,y) = \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{M-1} F(u,v) e^{2\pi i(xu/N + yv/M)}.$$

Fraktalinis reljefas generuojamas sumuojant sinuso ir kosinuso bangas esant skirtingiems dažniams (4 pav.) (Bird, Dickerson and George, 2013).

Šio metodo sudėtingumas laiko atžvilgiu yra $O(NlogN)$ (Bird, Dickerson and George, 2013).



3 paveikslas. Greitosios Furjė transformacijos taikymo rezultatas (Bird, Dickerson and George, 2013)



4 paveikslas. Reljefas, gautas taikant greitąją Furjė transformaciją (Bird, Dickerson and George, 2013)

Išvados

1. Fraktalinės grafikos taikymas leidžia tikroviškiau atvaizduoti natūralios gamtos objektus, pasižyminčius atsikartojimo savyje savybe.
2. Labiausiai paplitęs yra deimanto ir kvadrato reljefo generavimo metodas, kuris duoda pačius realistiškiausius rezultatus. Taikant šį metodą, iteracijos kartojamos tol, kol pasiekiamas norimas detalumo lygis.
3. Didžiausias reljefo generavimo metodo privalumas, naudojant greitąją Furjė transformaciją, yra tas, kad sugeneruotas fraktalinis reljefas gaunamas su tolygiais perėjimas, be kalvagūbrių ir pikų.
4. Lyginant aprašytus algoritmus pagal sudėtingumą laiko atžvilgiu, deimanto ir kvadrato algoritmas veikia linijiniu laiku $O(N)$, o Furjė transformacijos sudėtingumas laiko atžvilgiu yra $O(NlogN)$.

Literatūra:

Bird, K., Dickerson, T., & George, J. (2013). *Techniques for Fractal Terrain Generation*. HRUMC. https://web.williams.edu/Mathematics/sjmiller/public_html/hudson/Dickerson_Terrain.pdf

Mandelbrot, B. B. (1983). *The Fractal Geometry of Nature*. Freeman, New York. 468 p.

Md Rian, I. (2017). Fractal dimension based computational morphogenesis: An application in designing a randomly folded spatial structure. In *IASS Annual Symposium 2017 - Interfaces: architecture engineering science*. Hamburg, Germany.

Stanger, K. (2006). *Algorithms for Generating Fractal Landscapes*. http://links.uwaterloo.ca/pmath370w14/PMATH370/PROJECTS/2006/Keith_Stanger_Fractal_Landscapes.pdf

Алгоритм «diamond-square» для построения фрактальных ландшафтов. (2011). https://habrahabr.ru/post/111538/.

Шабаршин, А. А. (n. d.). *Введение во фракталы*. http://algolist.manual.ru/graphics/fracart.php

FRACTAL SURFACE RELIEF GENERATION METHODS

Ana Ušpurienė

Summary

Fractal graphics are widely used to generate a variety of non-Euclidean objects with images very similar to natural ones. The main advantage of fractal graphics is the compactness of the mathematical apparatus, which makes it possible to quickly create various images in computer games. The article describes the two most widely used methods in computer graphics for generating the relief of fractal surfaces.

Keywords: computer graphics, Diamond-Square Method, discrete fourier transform, fractal surfaces, landscapes generating.

BAZINIAI DIRECTX 12 PRIMITYVŲ TIPAI IR JŲ TAIKYMAS OBJEKTAMS ATVAIZDUOTI

Ana Ušpurienė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

„Direct3D 12“ yra grafikos atvaizdavimo biblioteka, skirta didelio našumo 3D grafikai programuoti naudojant šiuolaikiškus grafinius įrenginius įvairiose „Windows 10“ platformose („Windows Desktop“, „Mobile“, „Xbox One“) (Luna, 2016). „Direct3D“ yra viena svarbiausių žaidimo ar žaidimo variklio dalių. „Direct3D 12“ yra greitesnis ir efektyvesnis, palyginti su ankstesnėmis versijomis, sudaro galimybes geriau atvaizduoti scenas ir visapusiškai naudoti šiuolaikinio grafinio procesoriaus įrenginį (DirectX12, 2014).

Programuojamas „Direct3D 12“ grafikos konvejeris (*pipeline*) yra skirtas grafikai atvaizduoti žaidimuose realiuoju laiku (Graphics Pipeline, 2018). Pirmasis grafinio konvejerio etapas yra *Input-Assembler*. Šiame etape iš atminties nuskaitomi geometriniai duomenys (viršūnės ir indeksai), kurie vėliau naudojami geometriniams primityvams konstruoti. Objekto viršūnių duomenys nuskaitomi iš vartotojo užpildytų buferių ir gali būti sujungti naudojant skirtingus primityvų tipus (Input-Assembler Stage, 2018). „Direct3D 12“ baziniai primityvų tipai yra šie: *point list*, *line list*, *line strip*, *triangle list* ir *triangle strip*.

Toliau aprašyti bazinių primityvų naudojimo principai ir pateikiamas vieno iš jų naudojimo pavyzdys. Kodas pateiktas C++ kalba naudojant „DirectX 12“ bibliotekos metodus ir parametrus.

Bazinių primityvų naudojimas

Objektui atvaizduoti pirmiausia užpildomi viršūnių ir indeksų buferiai. Viršūnių buferyje saugomas viršūnių sąrašas, tačiau šiame buferyje nėra nurodyta, kokios viršūnės turi būti sujungtos atvaizdavimo metu. Kaip suformuoti geometrinius primityvus iš viršūnių buferio, nurodoma apibrėžiant primityvų topologiją (Luna, 2016):

```
void ID3D12GraphicsCommandList::IASetPrimitiveTopology(
D3D_PRIMITIVE_TOPOLOGY Topology);
```

Skirtingos *Topology* parametro reikšmės duos skirtingus viršūnių sujungimo būdus. Toliau aprašyta, kaip bus jungiamos viršūnės naudojant bazinius topologijų tipus.

D3D_PRIMITIVE_TOPOLOGY_POINTLIST: naudojant šią topologiją, bus atvaizduota izoliuotų viršūnių aibė (1 pav.).

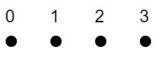
D3D_PRIMITIVE_TOPOLOGY_LINELIST: naudojant šią topologiją, viršūnės bus jungiamos po dvi ir bus atvaizduota izoliuotų atkarpų aibė (2 pav.).

D3D_PRIMITIVE_TOPOLOGY_LINESTRIP: naudojant šią topologiją, viršūnės bus jungiamos po dvi nuosekliai ir bus atvaizduota vientisa polilinija (3 pav.).

D3D_PRIMITIVE_TOPOLOGY_TRIANGLELIST: naudojant šią topologiją, viršūnės bus jungiamos po tris ir bus atvaizduota izoliuotų trikampių aibė (4 pav.).

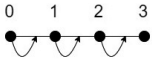
D3D_PRIMITIVE_TOPOLOGY_TRIANGLESTRIP: naudojant šią topologiją, viršūnės bus jungiamos po tris ir bus atvaizduota sujungtų trikampių juosta (5 pav.).

Toliau aprašytas kubo sukūrimo, taikant *triangle list* topologiją, pavyzdys.

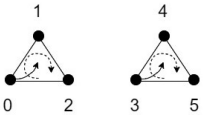


1 paveikslas. *Point list* topologija

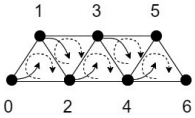
2 paveikslas. *Line list* topologija



3 paveikslas. *Line strip* topologija



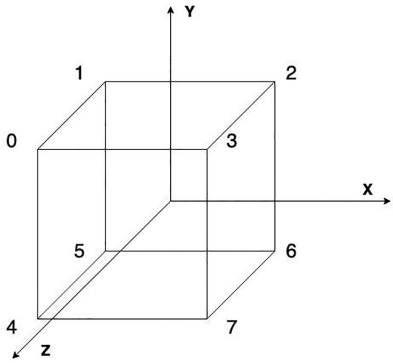
4 paveikslas. *Triangle list* topologija



5 pav. *Triangle strip* topologija

Topologijų naudojimas kubui atvaizduoti

Pirmiausia aprašomos objekto viršūnių koordinatės. Viršūnių koordinatės surašomos atsižvelgiant į naudojamą koordinačių sistemą (kairės arba dešinės rankos). Šiame pavyzdyje naudojama dešinės rankos koordinačių sistema, kai X ašis nukreipta į dešinę pusę, Y – į viršų ir Z – į mus. Visos viršūnės numeruojamos pradedant nuo nulio (6 pav.).

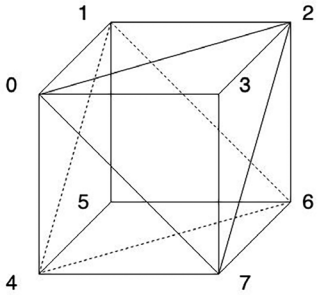


6 paveikslas. Kubo viršūnių numeravimas

Šio pavyzdžio kubo viršūnių koordinatės pateiktos toliau.

```
...
vertices[0].position = D3DXVECTOR3(-1.0f,1.0f,1.0f);
vertices[1].position = D3DXVECTOR3(-1.0f,1.0f,-1.0f);
vertices[2].position = D3DXVECTOR3( 1.0f,1.0f,-1.0f);
vertices[3].position = D3DXVECTOR3(1.0f,1.0f,1.0f);
vertices[4].position = D3DXVECTOR3(-1.0f,-1.0f,1.0f);
vertices[5].position = D3DXVECTOR3(-1.0f,-1.0f,-1.0f);
vertices[6].position = D3DXVECTOR3(1.0f,-1.0f,-1.0f);
vertices[7].position = D3DXVECTOR3(1.0f,-1.0f,1.0f);
...
```

Norint atvaizduoti 3D objektą, taikant *triangle list* topologiją, objektas padengiamas trikampiais (7 pav.) ir į indeksų masyvą surašomi iš eilės kiekvieno trikampio viršūnių indeksai.

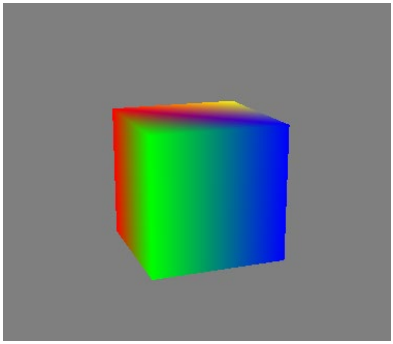


7 paveikslas. Kubo padengimas trikampiais

Šio pavyzdžio indeksų masyvo elementai pateikti toliau.

```
...
indices[0] = 0;          indices[18] = 1;
indices[1] = 2;          indices[19] = 2;
indices[2] = 1;          indices[20] = 6;

indices[3] = 0;          indices[21] = 1;
indices[4] = 3;          indices[22] = 6;
indices[5] = 2;          indices[23] = 5;

indices[6] = 0;          indices[24] = 1;
indices[7] = 7;          indices[25] = 4;
indices[8] = 3;          indices[26] = 0;

indices[9] = 0;          indices[27] = 1;
indices[10] = 4;         indices[28] = 5;
indices[11] = 7;         indices[29] = 4;
...
indices[12] = 2;         indices[30] = 4;
indices[13] = 3;         indices[31] = 6;
indices[14] = 7;         indices[32] = 7;

indices[15] = 2;         indices[33] = 4;
indices[16] = 7;         indices[34] = 5;
indices[17] = 6;         indices[35] = 6;
```

Nurodžius kiekvienos viršūnės spalvą ir atvaizdavus kubą, taikant *triangle list* topologiją, gaunamas spalvotas 3D objektas (8 pav.).



8 paveikslas. Kubo atvaizdavimas taikant *Line list* topologiją

Išvados

1. „Direct3D“ – viena svarbiausių žaidimo variklio dalių. Programuojamas „Direct3D 12“ grafikos konvejeris, skirtas grafikai atvaizduoti žaidimuose realiuoju laiku, sudaro galimybes visapusiškai naudoti šiuolaikinio grafinio procesoriaus įrenginį.
2. Pirmajame grafinio konvejerio etape (*Input-Assembler*) būtina tinkamai nurodyti iš atminties nuskaitytų viršūnių sujungimo būdus. Tam tikslui apibrėžiama primityvų topologija.
3. Izoliuotų viršūnių, atkarpų arba trikampių aibėms atvaizduoti atitinkamai turi būti naudojamos *point list*, *line list* ir *triangle list* topologijos.
4. Tarpusavyje sujungtoms atkarpoms arba trikampiams atvaizduoti atitinkamai turi būti naudojamos *line strip* ir *triangle strip* topologijos.

Literatūra:

DirectX12. (2014). https://devblogs.microsoft.com/directx/directx-12/

Graphics Pipeline. (2018). https://docs.microsoft.com/en-us/windows/win32/direct3d11/overviews-direct3d-11-graphics-pipeline

Input-Assembler Stage. (2018). https://docs.microsoft.com/en-us/windows/win32/direct3d11/d3d10-graphics-programming-guide-input-assembler-stage

Luna, F. (2016). *Introduction to 3D Game Programming with DirectX 12*. Mercury Learning & Information. 900 p. ISBN:978-1-942270-06-5.

BASIC PRIMITIVES TIPES OF DIRECTX 12 AND THEIR APPLICATION FOR OBJECTS RENDERING

Ana Ušpurienė

Summary

Direct3D is one of the most important part of a game or a game engine. The Direct3D 12 graphics pipeline ensures smooth graphics display in games in real time. In the first stage of the graphic pipeline (Input-Assembler), the data of the vertices of the objects are read. Vertices can be connected using different types of primitives. The article describes the basic types of primitives and provides an example of their use.

Keywords: directx, graphics pipeline, primitive topology, point list, line list, line strip, triangle list, triangle strip.