

ISSN 2335-8661
eISSN 2669-0527
eISBN 978-609-476-303-8
<https://doi.org/10.3846/2669-0527.2022>

LIETUVOS INŽINERINĖS GRAFIKOS
IR GEOMETRIJOS DRAUGIJA

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS



Erasmus+



VILNIUS
TECH
Vilniaus Gedimino
technikos universitetas

BRĖŽINIO ATEITIS ŠIUOLAIKINIŲ TECHNOLOGIJŲ PASAULYJE

Konferencijos straipsnių rinkinys

Vilnius, 2022

BRĖŽINIO ATEITIS ŠIUOLAIKINIŲ TECHNOLOGIJŲ PASAULYJE

Konferencijos straipsnių rinkinys

Redakcinė kolegija:

Tatjana Sankauskienė (VDU ŽŪA)

Algimantas Vasylius (KTU)

Birutė Juodagalvienė (VILNIUS TECH)

Violeta Vilkevič (VILNIUS TECH)

Sonata Vdovinskienė (VILNIUS TECH)

Jūratė Jasukaitienė (KTK)

Zita Ruzgienė (KTK)

Vilma Šipailaitė-Ramoškienė (KK)

Konferenciją organizuoja Lietuvos inžinerinės grafikos ir geometrijos draugija kartu su europinio BIMVE3 projekto partneriais

Konferencijos straipsniai recenzuoti

Redakcijos adresas: Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius

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

Vilniaus Gedimino technikos universiteto mokslo literatūros knyga (2022-036-K)

Bibliografinė informacija pateikiama Lietuvos integralios bibliotekų informacinės sistemos (LIBIS) portale *ibiblioteka.lt*

© Lietuvos inžinerinės grafikos ir geometrijos draugija, 2022

© Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2022

TURINYS

BIM skaitmeninių kompetencijų ugdymas aukštojo ir profesinio mokymo srityse kuriant ir valdant statybos projektus <i>Ivaras Giniotis</i>	4
VR žaidimų naudotojų sąsajų projektavimo rekomendacijos (studentų požiūris) <i>Ingrida Leščauskienė</i>	8
Trimačių kompiuterinio projektavimo sistemų taikymas <i>Ignas Albavičius, Kristina Paičienė</i>	14
Detalių medžiagų analizė SOLIDWORKS aplinkoje <i>Mantas Juchnevičius, Violeta Vilkevič</i>	23
Makrokomandų naudojimas SOLIDWORKS mokymo procese <i>Darius Mačiulis</i>	27
Spaustuvo modeliavimas SOLIDWORKS programa <i>Kristina Paičienė, Povilas Raguckas</i>	31
ONSHAPE ir FUSION 360 programų ypatumai <i>Sonata Vdovinskienė</i>	42
ISO standartų, taikomų rengiant laivų statybos brėžinius, ypatumai <i>Žana Špedt, Ieva Bernotienė</i>	48
Grafinių objektų duomenų perkėlimo metodas DYNAMO sistemos priemonėmis <i>Ramūnas Gečys, Algimantas Vasylius</i>	54
Inžinerinės ir kompiuterinės grafikos dėstymo ypatumai VILNIUS TECH Elektronikos fakulteto studentams <i>Birutė Juodagalvienė</i>	58
Grupinio darbo studijų metodo taikymas dėstant kompiuterinio projektavimo dalykus <i>Vilma Šipailaitė-Ramoškienė</i>	63
Vaizdo turinio kūrimas inžinerinės grafikos studijoms <i>Violeta Vilkevič</i>	71
Apverstos klasės metodo taikymas mokant(is) inžinerinės grafikos <i>Sonata Vdovinskienė</i>	76

BIM SKAITMENINIŲ KOMPETENCIJŲ UGDYMAS AUKŠTOJO IR PROFESINIO MOKYMO SRITYSE KURIANT IR VALDANT STATYBOS PROJEKTUS

Ivaras Giniotis

Vilniaus statybininkų rengimo centras

Įvadas

Šiandienos statybos sektorius yra tiesiogiai priklausomas nuo informacinių technologijų pažangos. Visą statinio informaciją visais jo gyvavimo ciklo etapais yra siekiama skaitmenizuoti, pasitelkiant statinio informacinio modeliavimo (BIM) priemones ir įvairių susijusių skaitmeninių infrastruktūros ir duomenų bazių integraciją. Didėjantis informacinių sistemų ir jų elektroninių paslaugų, BIM technologijų naudojimas statybų sektoriuje reikalauja tai suprantančių statybos sektoriaus dalyvių. Šiam tikslui pasiekti nacionaliniu ir tarptautiniu mastu rengiamos mokymo programos, skirtos BIM ir statybos skaitmeninimo žinioms ugdyti bei tobulinti.

Šiame darbe pristatomas tarptautinis BIM kompetencijų ugdymo aukštojo profesinio mokymo srityje projektas BIMVET3 ir jo rezultatai.

BIMVET3

2022 m. prasidėjo interaktyvios platformos pagrindu sukurti BIM kompetencijų kėlimo BIMVET3 mokymai „BIM skaitmeninių kompetencijų ugdymas aukštojo ir profesinio mokymo srityse kuriant ir valdant statybos projektus“, projekto Nr. 2020-1-ES01-KA203-083262. Šio projekto tikslinė grupė yra plačioji visuomenės dalis, norinti susipažinti, gilinti ir taikyti BIM žinias praktikoje: mokytojai, studentai, statybų sektoriaus darbuotojai, švietimo įstaigos

bei plačioji visuomenė. Šis projektas yra orientuotas į mokymo programų ir mokymo medžiagos, skirtos diegti BIM aukštojo mokslo lygmeniu profesinio mokymo srityje, kūrimą, formuojant požiūrį ir turinį atsižvelgiant į mokymo programos lygį ir studentų, šių kursų dalyvių, pasaulines mokslines ir technines žinias, kurios turi būti suderintos kartu su darbo rinkos poreikiais. Mokymo programa siekiama suteikti teorinių ir praktinių žinių apie statybos proceso skaitmeninimą ir statinio informacinį modeliavimą (BIM). Išklausiusieji šį kursą įgis žinių ir gebėjimų, reikalingų darbui su BIM, supras, kas yra BIM, koks BIM vaidmuo skirtinguose projekto etapuose, kaip efektyviai naudoti BIM priemones įvairioms statybos projektų valdymo užduotims atlikti, gebės naudotis interaktyviomis internetinėmis platformomis statybos sektoriuje.

Mokymo medžiagą sudaro dešimt skyrių. Pirmame skyriuje pateikiama Statinio informacinio modeliavimo (liet. SIM, angl. BIM) metodikos koncepcija, istorinė BIM raidos apžvalga ir pagrindinės BIM metodikos sąvokos, susijusios su išsivystymo lygiu (angl. LOD), BIM standartais ir klasifikavimo sistemomis. Antrame skyriuje pristatomi įvairūs programiniai sprendimai, kurie taikomi įvairiuose BIM ciklo etapuose statybų sektoriuje. Pateikiami bendro lygio tipiški programinės įrangos sprendimai. Supažindinama su pagrindinėmis pasirengimo taikyti BIM metodiką kriterijų grupėmis, pristatomi projektų informacinių modelių koordinavimo ir kokybės aspektai. Trečiame skyriuje aptariamos BIM metodikos taikymo galimybės viešuosiuose pirkimuose ir konkursuose statybų sektoriuje. Taip pat paaiškinamos keitimosi informacija procesų viešųjų pirkimų kontekste gairės ir jų etapai. Šiame skyriuje, remiantis „Europos viešojo sektoriaus statinių informacinio modeliavimo (BIM) diegimo vadovu“ (www.eubim.eu), pristatomi strateginiai veiksmai, skirti diegti BIM technologijas ir pasiekti gerus projektų veiklos rezultatus inovacijų ir augimo statybų sektoriuje. Ketvirtame skyriuje pristatoma, kas yra BIM vykdymo planas (angl. BEP), kam jis skirtas ir kaip parengiamas. Penktame skyriuje pateikiama trimatčio modeliavimo metodų, tokių kaip lazerinis skaitytuvas ir fotogrametrija, samprata ir pritaikymas. Šiame skyriuje taip pat pateikta 3D modelių spausdinimo mokymo medžiaga ir aprašytos pritaikymo galimybės. Šeštame skyriuje supažindinama, kaip naudoti naujas BIM modelių, tokių kaip virtualioji realybė ir papildytoji realybė, vizualizavimo technikas. Septintame skyriuje dėstoma, kaip naudoti *Revit* ir *Cype Architecture* kuriant BIM architektūros ir MEP modelius. Taip pat apžvelgiamos objekto parametrinio modeliavimo koncepcijos. Be to, pateikiamas įvadas, kaip išmokyti BIM principų taikant naujas mokymo metodikas (pvz., tipinių žaidimo elementų (taškų rinkimo, konkurencijos su kitais,

žaidimo taisyklių) taikymas kitose veiklos srityse, paprastai kaip internetinės rinkodaros technika, skatinanti susidomėti produktu ar paslauga). Aštuntame skyriuje aprašoma, kaip naudoti kai kurias priemones statinių konstrukcijų BIM modeliams ir pavienių konstrukcijų parametriniams geometriniais modeliams kurti. Devintame skyriuje pristatomi BIM metodikos principai, susiję su veiklos ir statybos darbų kiekybiniu įvertinimu bei statybos planavimu (ketvirtoji BIM dimensija – 4D BIM). Dešimtame skyriuje išdėstyta, kaip naudoti tokius įrankius kaip *Trimble Connect* ir *BIM Collaborate Pro*, siekiant integruoti kelis BIM modelius, kurie buvo sukurti atskirai. Šiame skyriuje pristatomos ir kitos šios bendradarbiavimo programinės įrangos priemonės.

Projekte bendradarbiavo ir mokymo medžiagą kūrė Vilniaus statybininkų rengimo centro pedagogai kartu su užsienio partneriais: Ispanijos Kartachenos (*Cartagena*) politechnikos universitetu (UPCT) ir Mursijos regiono technologiniu statybos centru, Turkijos Balikesyro (*Balıkesir*) universitetu (BAUN), Portugalijos *Atenea projects* programavimo komanda ir Leirijos (*Leiria*) politechnikos institutu (IPLeiria). Mokymo medžiaga bus prieinama šiame tinklalapyje: <https://bimvet3.eu/>.

Išvados

1. Sukurti projekto rezultatai suteiks studentams galimybę geriau įsisavinti BIM technologijas.
2. Kiekviena pamoka turi kontrolinius klausimus, kurie leis studentams patikrinti savo žinias.
3. Mokymo BIMVET3 medžiaga pateikta paprastai ir inovatyviai.

„Šis 2020-1-ES01-KA203-083262 projektas finansuojamas remiant Europos Komisijai. Šis pranešimas atspindi tik autoriaus požiūrį, todėl Komisija negali būti laikoma atsakinga už bet kokią jame pateikiamą informaciją naudojimą.“

Literatūra

BIMVET3. <https://bimvet3.eu/>

BUILDING BIM DIGITAL COMPETENCES FOR TERTIARY VET IN THE DESIGNING AND MANAGEMENT OF CONSTRUCTION PROJECTS

Ivaras Giniotis

Summary

Today's construction sector is directly dependent on advances in information technology. All information in a building, at all stages of its life cycle, is to be digitized through building information modeling (BIM) tools and integration with various related digital infrastructures and databases. The increasing use of information systems and their electronic services and BIM technologies in the construction sector requires players in the construction sector to understand this. To this end, training programs are being developed nationally and internationally to develop and improve knowledge of BIM and the digitization of construction. This paper presents the international BIM competence development project in the field of higher vocational education BIMVET3 and its results.

Keywords: *VET*, BIM, educational material, three-dimensional modelling.

VR ŽAIDIMŲ NAUDOTOJŲ SĄSAJŲ PROJEKTAVIMO REKOMENDACIJOS (STUDENTŲ POŽIŪRIS)

Ingrida Leščauskienė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Virtualiosios realybės (VR) sprendimai vis plačiau taikomi kariuomenėje, transporto, aviacijos, medicinos ir kituose pramonės sektoriuose kaip efektyvi priemonė, leidžianti ne tik virtualiai apžiūrėti naujausius išradimus, bet ir išbandyti jų veikimą skirtingose situacijose. VR technologija taip pat suteikia galimybę virtualiai tyrinėti skaitmeninių produktų kokybę, dizainą ir naudojamumą (angl. *Usability*). Nenuostabu, jog tokiame kontekste vis dažniau susimąstoma apie tai, kaip informuoti studentus apie VR technologijų galimybes ir kaip efektyviai perteikti virtualiajai realybei skirtų programėlių kūrimo ypatumus (Sorguç et al., 2017; Jin et al., 2022.).

Šio straipsnio tikslas yra pasiūlyti metodiką, kaip supažindinti studentus su VR žaidimų ir jų naudotojų sąsajų projektavimo ypatumais, integruojant VR žaidimų testavimą į studijų procesą.

Technologijų įtaka skaitmeninių produktų ir jų naudotojų sąsajų dizainui

Skaitmeninių produktų ir jų naudotojų sąsajų dizainerių rengimas yra neįsivaizduojamas be jau sukurtų naudotojų sąsajų analizavimo ir testavimo. Tačiau skaitmeninių produktų kūrimas yra neatsiejamas ir nuo technologijų, kurioms jie skirti, techninių parametrų, informacijos įvedimo ir išvedimo galimybių. Pavyzdžiui, asmeniniams kompiuteriams skirti žaidimai projektuojami atsižvelgiant į tai, jog šie įrenginiai yra spartūs, turi geros kokybės vaizdo plokštę, yra pajėgūs generuoti itin aukštos raiškos ir didelio tikroviškumo grafiką (modelius, tekstūras, apšvietimo sprendimus, animacijas ir pan.). Asmeniniams kompiuteriams skirti žaidimai dažniausiai valdomi pelyte ir klaviatūra, kartais – žaidimų vairalazdėmis.

Mobiliesiems telefonams skirti žaidimai yra paprastesni, pritaikyti mažiems ekranams, gali veikti geolokacijos principu. Jie būna valdomi lietimui, judesiu arba balsu.

Virtualiosios realybės žaidimų populiarumas taip pat sparčiai didėja, tačiau namuose įsirengti VR žaidimams skirtą erdvę vis dar gana brangu. Tad nieko keisto, jog VR žaidimai dažniausiai žaidžiami specialiai tam įrengtuose kambariuose ar mokymo laboratorijose. VILNIUS TECH Multimedijos ir kompiuterinio dizaino (toliau – MKD) laboratorijoje taip pat įrengta virtualiosios realybės HTC VIVE sistema su grafine stotimi. Šią sistemą sudaro virtualiosios realybės šalmas (angl. *headset*), du rankose laikyti skirti valdikliai ir du judesio sekimo sensoriai (1 pav.). Nuo šių sensorių išdėstymo erdvėje priklauso plotas, kuriame galės judėti VR žaidimą žaidžiantis asmuo.



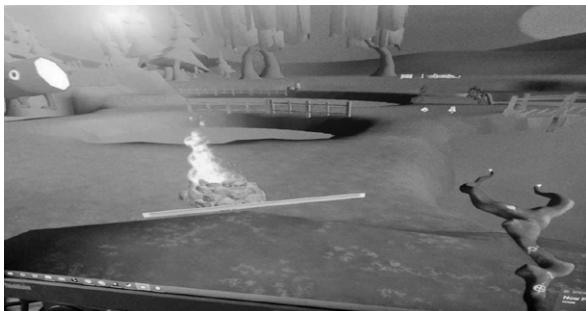
1 paveikslas. HTC VIVE sistema (šaltinis: atviro naudojimo licencija)

Prieš pradėdant testavimus studentai buvo trumpai supažindinti su HTC VIVE sistemos sandara, veikimo principais ir jos paruošimo naudoti ypatumais. Daugiau teorinės informacijos apie tai, kaip projektuojami VR žaidimai, studentams prieš testavimus tikslingai nebuvo pateikta.

VR žaidimų testavimo integravimas į studijų procesą

Straipsnyje pristatomas VR žaidimų testavimas vyko VILNIUS TECH MKD laboratorijoje praktinių užsiėmimų metu. Jame dalyvavo 48 pirmojo kurso studentai. Kiekvienas jų testavo du MKD vyresnių kursų studentų sukurtus VR žaidimus: pirmo asmens šaudyklę *Kravis* ir VR žaidimą-virtualų gidą *Karo muziejus*.

Kravis yra Vilnius TECH MKD studentų grupės sukurta pirmo asmens šaudyklė, kurioje žaidėjas stengiasi apsaugoti šventąją ugnį nuo užgesinimo. Šiam žaidimui sukurtas ryškių spalvų fantastinis pasaulis, kuriame gyvena futuristinė išvaizdą turintys priešininkai. Žaidimo mechanika gana paprasta – žaidėjas stovi sferinės scenos centre ir sukdamasis aplink savo ašį bei naudodamasis magiška lazda šauda į priešininkus. Šaudymas vyksta spaudžiant bet kurio valdiklio gaiduką. Žaidėjo gyvybės lygį parodo žaidimo aplinkoje integruotas erdvinis naudotojo sąsajos elementas – termometras (2 pav.).



2 paveikslas. *Kravis* VR žaidimo naudotojo sąsaja

Karo muziejus – tai Vilnius TECH *Multimedija ir kompiuterinis dizainas* studijų programos absolvento Dovydo Gaižausko sukurta VR žaidimas-virtualus gidas. Jame žaidėjas virtualiai vaikšto po Vytauto Didžiojo karo muziejaus pagrindinę salę ir stengiasi kuo greičiau surasti nurodytą eksponatą. Žaidimas valdomas abiem HTC VIVE valdikliais, kurių atskiri mygtukai iškviečia skirtingas žaidimo funkcijas (3 pav.).



3 pav. VR žaidimo *Karo muziejus* naudotojo sąsajos valdymo sprendimas
(© Dovydas Gaižauskas)

Kadangi Vytauto Didžiojo karo muziejus nėra vieno kambario erdvė, žaidėjui turėjo būti sudarytos galimybės vaikščioti po pagrindinę muziejaus salę. Tai realizuota dviem skirtingais metodais: kūno judesių sekimu bei teleportacijos principu (itin populiariu VR žaidimuose) (Cherni et al., 2020).

Virtualaus karo muziejaus interaktyvumą padeda užtikrinti ir kiti naudotojo sąsajos sprendimai. Pavyzdžiui, priartėjus prie eksponato, kurio kontūrai šviečia žaliai, žaidėjas turi galimybę jį paimti ir apžiūrėti iš arčiau. Jeigu eksponato kontūrai raudoni – žaidėjas to negali padaryti. Informacijai gauti apie muziejų esančius paveikslus naudojama lazerinė rodyklė, kurią nukreipus į norimą eksponatą galima sužinoti daugiau informacijos apie jį.

Kiekvienam studentui buvo skirta po 300 sekundžių išbandyti abu VR žaidimus. Testavimui skirtos praktinio užsiėmimo pabaigoje visi studentai buvo paprašyti užpildyti trumpą keturių klausimų anketą:

- Kaip vertinate savo turimą patirtį naudojantis VR technologijomis (skalė nuo 1–10)?
- Parašykite, kuo jums patiko *Kravis* ir kuo nepatiko?
- Parašykite, kuo jums patiko *Karo muziejus* ir kuo nepatiko?
- Kaip manote, kokie aspektai yra svarbiausi projektuojant VR aplinkai skirtus žaidimus ar programėles? Įvardinkite bent 3.

Tyrimo metu surinkti kokybiniai atsakymai buvo atidžiai išanalizuoti ir sugrupuoti į keturias kategorijas, leidžiančias suprasti, į ką turėtų būti kreipiamas didžiausias dėmesys projektuojant VR žaidimų naudotojų sąsajas. Šie pastebėjimai detalizuoti 1 lentelėje.

1 lentelė. Rekomendacijos VR žaidimų naudotojų sąsajų kūrėjams

<i>I. VR įrangos ypatumai</i>
Žaidėjo fizinio judėjimo galimybės yra apribotos naudojantis VR sistemomis, prijungtomis laidu prie darbinės stoties
VR šalmo techniniai parametrai turi didelę įtaką naudotojo patirčiai. Pavyzdžiui, dėl itin arti akių esančių ekranų virtualiojoje realybėje tekstas yra sunkiau įskaitomas, modelių, tekstūrų ir apšvietimo trūkumai ryškiau matomi
Naudojimasis VR įranga vargina akis, be papildomų priedų ją sudėtinga naudoti akinius nešiojantiems žmonėms
<i>II. VR žaidimų valdymas</i>
Žaidėjo judėjimas virtualiojoje realybėje nėra savaime suprantamas, todėl žaidėjus būtina apmokyti, kaip judėti žaidimo erdvėje
VR žaidimuose taikomi du pagrindiniai žaidėjo judėjimo būdai: valdikliais pagrįstas judėjimas ir žaidėjo judesiais pagrįstas judėjimas

VR programėlėse ir žaidimuose dažnai naudojamas virtualus lazeris. Pavyzdžiui, naudojant virtualų lazerį galima nurodyti paveikslą, kurio informaciją norima sužinoti
Jeigu VR žaidimų specifines funkcijas galima aktyvuoti rankų gestais, apie tai žaidėjus būtina iš anksto informuoti
VR žaidimo valdymas turi būti pritaikytas prie žaidimo žanro, žaidimo paskirties ir žaidimo mechanikų
<i>III. VR žaidimų aplinkos dizainas</i>
VR žaidimai vyksta trimatėje aplinkoje, todėl svarbu tinkamai sukurti joje pateikiamų objektų modelius, tekstūras, apšvietimo sprendimus
Kuriant VR žaidimų aplinką svarbu atkreipti dėmesį į tai, ar žaidimo grafikos stilius tinka prie žaidimo temos
Planuojant scenos geometriją svarbu neperkrauti jos 3D modeliais. Taip pat rekomenduojama VR aplinkoje nepateikti pernelyg smulkių objektų
VR aplinkoje viskas atrodo daug arčiau negu kompiuterio ekrane
Virtualiojoje realybėje žaidėjai tikisi visapusiško aplinkos tikroviškumo, todėl VR žaidimams itin svarbi žaidimų fizika
<i>IV. VR žaidimų naudotojo sąsajos dizainas</i>
Taikomąją paskirtį turinčios VR programėlės (pvz., virtualūs muziejai) studentų yra įvardijami ne kaip programėlės, o kaip žaidimai, todėl jų kūrimui turėtų būti taikomi žaidimų dizaino principai
VR žaidimų užduotys turi būti aiškiai įvardytos ir lengvai suprantamos
VR žaidimų naudotojo sąsajos sprendimai gali būti pateikiami diegetiškai (kaip žaidimo aplinkos dalis), nediegetiškai (kaip atskiras HUD tipo meniu) arba mišriai. Grįžtamąjį ryšį padeda sustiprinti ir garsiniai signalai
Žaidime turi būti aiškiai suprantama, su kuriais aplinkos objektais galima sąveikauti, o su kuriais ne. Informacijai perteikti ar grįžtamajam ryšiui suteikti geriau naudoti vizualius, o ne tekstinius sprendimus
Siekiant, jog naudotojo sąsajos elementai neužstotų žaidimo vaizdo ir netrikdytų imersijos, naudotojo sąsajos elementų kiekis VR žaidimuose turi būti kuo mažesnis

Studentų pateiktų atsakymų analizė rodo, jog žaidimų testavimo integravimas į studijų procesą leidžia studentams įgyti žinių per tiesioginę patirtį. Svarbu ir tai, jog studentų apklausos metu surinkta informacija padeda dėstytojams suprasti, kokiais temais akcentuoti per teorijos paskaitas ar kokią terminologiją vartoti siekiant, kad studentai geriau suprastų dėstomą temą. Būtent dėl šios priežasties, taikant šiame straipsnyje pasiūlytą metodiką, testavimui skirti laboratoriniai darbai turėtų būti organizuojami keliomis savaitėmis anksčiau negu susijusi teorijos paskaita.

Išvados

1. VR žaidimų testavimo integravimas į studijų procesą sudaro sąlygas studentams ne tik susipažinti su šia technologija, bet ir padeda jiems suprasti VR žaidimų ir jų naudotojų sąsajų projektavimo ypatumus.
2. Testavimų metu surinkti ir išanalizuoti duomenys leidžia suprasti, jog VR žaidimų naudotojų sąsajų kūrėjams reiktų gilintis į VR įrangos, VR žaidimų valdymo, žaidimų aplinkos dizaino ir VR žaidimų naudotojo sąsajų dizaino ypatumus.
3. Straipsnyje pasiūlytas mokymo metodas gali būti sėkmingai pritaikytas ne tik pristatant studentams VR žaidimų naudotojų sąsajų kūrimo ypatumus, bet ir dėstant kitus su skaitmeniniu dizainu susijusius modulius.

Literatūra:

- Sorguç, A. G., Yemiscioglu, M. K., Özgenel, Ç. F., Katipoglu, M. O., & Rasolzade, R. (2017). The role of VR as a new game changer in computational design education. *Proceedings of eCAADe (Rome 2017)*, 401–408.
- Jin, Q., Liu, Y., Yarosh, S., Han, B., & Qian, F. (2022). How Will VR Enter University Classrooms? Multi-stakeholders Investigation of VR in Higher Education. In *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '22)*. ACM, Article 563, 1–17.
- Cherni, H., Métayer, N., & Souliman, N. (2020). Literature review of locomotion techniques in virtual reality. *International Journal of Virtual Reality*, 20, 1–20.

RECOMMENDATIONS FOR VR GAME USER INTERFACE DESIGN (STUDENTS INSIGHTS)

Ingrida Leščauskienė

Summary

The increased interest in how to inform students about VR technology and its effect on the VR game user interfaces is noticed. This article presents an innovative methodology dedicated to introducing students to the VR game design peculiarities by integrating VR game testing classes into the study process.

Keywords: virtual reality, user interface, game design, education.

TRIMAČIŲ KOMPIUTERINIO PROJEKTAVIMO SISTEMŲ TAIKYMAS

Ignas Albavičius, Kristina Paičienė

Alytaus kolegija

Įvadas

Nuo istorijos pradžios žmogus kuria naujus išradimus, kuriems reikalingas aprašymas arba brėžinys. Visi žinome Renesanso epochos menininką, inžinierių, mokslininką, teoretiką, skulptorių ir architektą Leonardą da Vinčį. Net ir toks genialus žmogus kaip da Vinčis braižė ranka savo išradimų brėžinius, kurie padėjo jam įsivaizduoti, kaip mechanizmas arba detalė turėtų atrodyti ir veikti. Tačiau, kaip tokie brėžiniai braižomi šiandien? Netgi iki 1957-ųjų visi brėžiniai buvo braižomi ranka, kol Patrikas Haratis sukūrė programą, kurią taikant brėžiniai persikėlė į virtualią erdvę. Šiuolaikiniame pasaulyje brėžiniai persikėlė į kompiuterinę erdvę.

Šiandien, kaip ir nuo istorijos pradžios, brėžiniai padeda mums pamatyti mechanizmą ar detales ir kaip jos sąveikauja viena su kita, net kai neturime tokios detalės ar mechanizmo realiame gyvenime. Taikant kompiuterines projektavimo sistemas galima simuliuoti mazgo surinkimą, surinkti atskirus mazgus į vientisą projektuojamą gaminį. Taip pat galima sukurtą simuliaciją išsaugoti animacinio failo pavidalu ir taip matyti visą galimą surinkimo eigą.

Objektas – surinkimo mazgas.

Tikslas – sumodeliuoti detales trimis skirtingomis projektavimo sistemomis (programomis) ir surinkti jas į mazgą.

Uždaviniai:

1. Išanalizuoti trimates kompiuterinio projektavimo sistemas.
2. Sumodeliuoti X mazgo detales skirtingomis sistemomis bei suformuoti jų darbo brėžinius.
3. Surinkti sumodeliuotas detales į mazgą.

Trimačių projektavimo sistemų analizė

Analizei pasirinktos šios trimačio projektavimo sistemos: *SolidWorks*, *Autodesk Fusion 360*, *FreeCAD*, *Onshape*, *Solid Edge*. Visos šios sistemos – programos gerai žinomos ir populiarios inžinerijos ir dizaino srityse.

SolidWorks – tai parametrinio 3D modeliavimo programa, turinti daug galimybių. Taikant šią programą galima modeliuoti 3D detales, kurti jų brėžinius, animacijas, simuliuoti įtempius, tenkančius detalei, kurti elektros mikroschemas ir dar daug kitų galimybių. Pirmoji *SolidWorks* versija buvo išleista 1996 m. Tai leidžia suprasti, kodėl ši programa tokia populiari šiandien ir turi daug galimybių bei yra patogi naudoti (DASSAULT SYSTEMES SOLIDWORKS CORPORATION).

Fusion 360 yra debesies pagrindu sukurta 3D CAD programa. Ji unikali tuo, kad panaudoja debesies galią, kad suburtų projektavimo komandas bendradarbiauti įgyvendinant sudėtingus projektus. *Fusion 360* platformos pranašumas yra tas, kad joje saugoma visa modelio istorija, įskaitant visus pakeitimus. Joje yra daug modeliavimo parinkčių, galimybių simuliuoti įvairias jėgas, kurios gali veikti detalę. Galima gaminti surinkimo mazgus, elektros mikroschemas ir yra daug kitų galimybių. Taip pat ją naudojant galima suprojektuoti lakštinio metalo dalių komponentus, dokumentuoti plokščius raštus naudojant 2D brėžinius ir DXF bei kurti savo dizainą taikant vandens srovės, lazerinių ir plazminių mašinų pjovimo strategijas. Ši programa žinoma dėl savo patogumo naudoti ir geros darbo eigos bei savo galimybių (AUTODESK).

FreeCAD yra visiškai nemokama parametrinio 3D modeliavimo priemonė, kuri yra atvirojo kodo ir leidžia kurti bet kokio dydžio realaus gyvenimo objektus. Parametrinis komponentas palengvina redagavimą. Galima pereiti į modelio istoriją ir pakeisti parametrus, kad būtų gautas kitas modelis. Ši programinė įranga nėra skirta profesionaliam naudojimui, bet yra gera mokymo priemonė. Jos siūlomos parinktys yra gana paprastos, todėl tinkamos, kai vartotojas neturi patirties. Taip pat verta paminėti, kad ši programa yra viena iš nedaugelio, kurios turi lietuvių kalbą (THE FREECAD TEAM).

Onshape yra moderni CAD sistema, padedanti inžinieriams atlikti projektavimo darbus. *Onshape* sujungia pažangius modeliavimo įrankius ir projektavimo duomenų valdymą saugioje debesų darbo erdvėje, kuri greitai tapo pagrindine CAD sistema tūkstančiams įmonių visame pasaulyje. *Onshape* yra debesies produktų kūrimo sprendimas, integruojantis CAD, duomenų valdymą ir analizę vienoje platformoje. *Onshape* leidžia dizaineriams ir inžinieriams pasiekti savo projektavimo dokumentus ir bendradarbiauti iš bet kur ir bet kuriame įrenginyje, įskaitant planšetinį kompiuterį ir *iPhone* (G2. 1).

Šiandien *Onshape* yra sparčiausiai auganti CAD/PDM produktų kūrimo platforma pasaulyje, auganti 7 kartus greičiau nei bendra CAD pramonė. Tūrinės daugiau nei 2 milijonus vartotojų visame pasaulyje, pirmaujančios

įmonės visame pasaulyje pasitiki *Onshape*, kad supaprastintų ir optimizuotų savo produktų kūrimo procesą (G2).

Solid Edge yra prieinamų, lengvai naudojamų programinės įrangos sprendimų, skirtų produktams kurti – 3D projektuoti, modeliuoti, gaminti, duomenims valdyti, bendradarbiauti debesyje ir kt., portfelis. *Solid Edge* sujungia tiesioginio modeliavimo greitį ir paprastumą su parametrinio dizaino lankstumu ir valdymu – tai įmanoma naudojant sinchroninę technologiją. *Solid Edge* yra prieinamų, lengvai įdiegiamų, prižiūrimų ir naudojamų programinės įrangos įrankių rinkinys, kuris patobulina visus produkto kūrimo proceso aspektus – mechaninį ir elektrinį projektavimą, modeliavimą, gamybą, techninę dokumentaciją, duomenų valdymą ir debesų taikymu pagrįstą bendradarbiavimą. Sukurta naudojant *Siemens* pramonės pirmaujančias technologijas, *Solid Edge* siūlo novatoriškiausią ir visapusiškiausią požiūrį į produktų kūrimą pagrindinėje rinkoje (G2. 2).

Detalėms modeliuoti iš 5 programų pasirinktos: *SolidWorks*, *Autodesk Fusion 360* ir *FreeCAD*, kadangi jas studentams galima naudoti nemokamai (1 lentelė).

1 lentelė. Pasirinktų trimačių modeliavimo programų palyginimas

Kriterijai	<i>SolidWorks</i>	<i>Autodesk Fusion 360</i>	<i>FreeCAD</i>	<i>Onshape</i>	<i>Solid Edge</i>
Kaina	3538 €*	53,13 €/mėn. **	Nemokama	1357,65 €/metus	208,17 €/mėn.
Vartotojų įvertinimas (G2. 3)	4,4/5	4,5/5	4,2/5	4,7/5	4,2/5
Palaikomų formatų skaičius	10	23	11	17	10
Palaikomos operacinės sistemos	macOS, Windows	macOS, Windows	Linux, macOS, Windows	Linux, macOS, Windows, Android, Apple	Windows

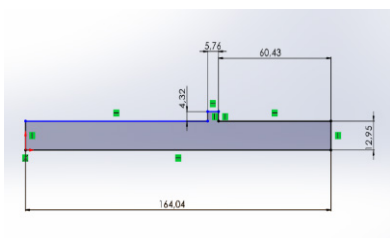
* – nemokama studentams ir dėstytojams, jei mokymo institucija turi *SolidWorks* licenciją

** – nemokama studentams, dėstytojams ir mokymo institucijoms.

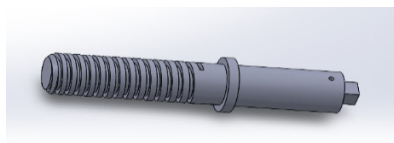
Brangiausia programa yra *Solid Edge*, kuri kainuoja 2498,04 € vieniems metams. Geriausiai vartotojų įvertinta programa yra *Onshape*, kuri įvertinta net 4,7 balais iš 5. Visos šios programos palaiko *Windows* operacinę sistemą. Ne visos programos palaiko įvairias kitas operacines sistemas, pvz., *Linux* arba *MacOS*, bet visos parinktos programos palaiko *Windows* operacinę sistemą.

X mazgo detalių modeliavimas

Sraigto modeliavimas. *Front Plane* plokštumoje nubrėžtas pradinis eskizas (1 pav.). Pasirinkus *Revolved Boss/Base* funkciją eskizas paverčiamas trimatė figūra. Taikant *Fillet Chamfer* funkciją suapvalinamas sraigto galas. Pasitelkus *Curves Helix/Spiral* funkciją sukuriamą spiralę, pagal kurią bus gaminamas sriegis. Taikant *Swept Cut* funkciją pagal reikalingus parametrus sukuriamas sriegis. Naudojantis *Sketch* ir *Extrude Boss/Base* funkcijomis sukuriamas sraigto gale esantis kubas, kurio vienos kraštinės ilgis 10 mm. Naudojantis *Sketch* ir *Extrude Cut* funkcijomis padaroma kaiščio skylutė (2 pav.).

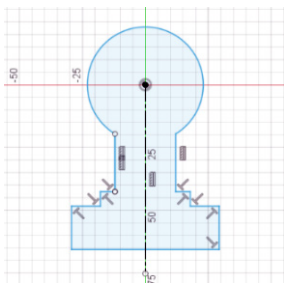


1 paveikslas. Sraigto pradinis eskizas

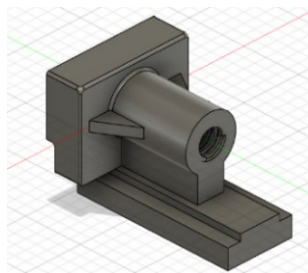


2 paveikslas. Sraigto modelis

Slankiosios žiaunos modeliavimas. *XZ* plokštumoje nubrėžtas pradinis eskizas (3 pav.). Naudojantis *Extrude* funkcija eskizas paverčiamas trimatė figūra. *XY* plokštumoje nubraižomas stačiakampis, kurio plotis 99,86 mm ir ilgis 31,08 mm, ir naudojantis *Extrude* funkcija bei pasirinkus *Two sides* kryptį jis iškeliamas 31,66 mm į viršų ir 42,62 mm į apačią.



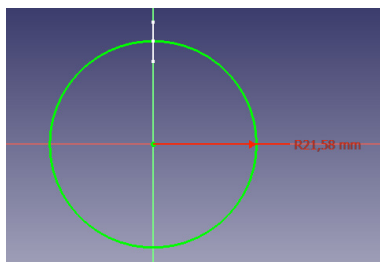
3 paveikslas. Slankiosios žiaunos pradinis eskizas



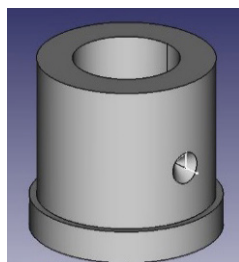
4 paveikslas. Slankiosios žiaunos modelis

Tuomet naudojantis *Extrude* funkcija apatinė pirmojo eskizo dalis ištempia-
ma, kol ji susilygina su antrojo eskizo stačiakampio siena. Taikant *Fillet* funkciją
suapvalinamos 6 kraštinės per 2 mm ir 2 kraštinės per 1 mm. YZ plokštumoje
nubraižomas stačiakampis, pagal kurį naudojantis *Extrude* funkcija ir pasirinkus
Cut operaciją iš esamos figūros išpjaunamas stačiakampis. Taikant *Fillet*
funkciją suapvalinama dar viena kraštinė. XY plokštumoje nubraižoma figūra,
pagal kurią taikant *Extrude* pasirinkus *Join* operaciją suformuojamas reikalingas
figūros pastiprinimas. Pirmojo eskizo apatinė dalis ištempinama į minus Y
kryptį per 45 mm. XY plokštumoje nubraižomas stačiakampis ir naudojantis
Extrude Cut funkcija esamoje figūroje išpjaunama duobutė. XZ plokštumoje
pasižymėjus reikiamas vietas naudojantis *Hole* funkcija išpjaunamos dvi skylu-
tės su sriegiais. Kitoje figūros pusėje pasižymėjus reikalingą vietą išpjaunama
skylutė ir *Coil* funkcija suformuojamas reikalingas sriegis (4 pav.).

Įvorės modeliavimas. *Front plane* plokštumoje nubraižomas 21,58 mm
spindulio apskritimas – pradinis eskizas (5 pav.) ir pasirinkus *Išspausti pasi-
rinktą brėžinį* funkciją jis ištempiamas iki 46,05 mm. Tuomet toje pačioje *Front
plane* plokštumoje nubraižomas kitas 23,31 mm spindulio apskritimas ir tai-
kant *Išspausti pasirinktą brėžinį* funkciją jis ištempiamas iki 8,63 mm. *Front
plane* plokštumoje nubraižomas dar vienas 12,96 mm spindulio apskritimas ir
pasirinkus *Sukurti skylę pasirinkto brėžinio pagrindu* iš trimatės figūros centro
išpjaunama tokio spindulio skylė. *Left plane* plokštumoje nubraižomas trikam-
pis ir reikalinga ašinė linija, pagal kuriuos taikant *Groove a selected sketch* iš-
pjaunama smailėjanti duobutė (6 pav.).



5 paveikslas. Įvorės pradinis eskizas

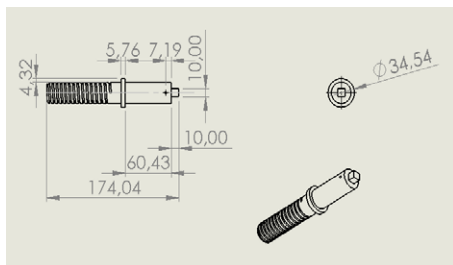


6 paveikslas. Įvorės modelis

Detalių darbo brėžiniai

Atsidarę detalę *SolidWorks* programoje pasirenkame *File – Make Drawing from Part*.

Tada išsirenkame reikalingą formatą. Atsivėrusiame *Shett Properties* lange pasirenkame *Type of projection – First angle*. Iš dešinės lango pusės pasirinkę parinktį *View palette* įkeliame norimus detalės brėžinius iš įvairių pusių. Tada lieka surašyti reikalingus matmenis. 7 paveiksle pateikiamas vienas iš darbo brėžinių fragmentų.

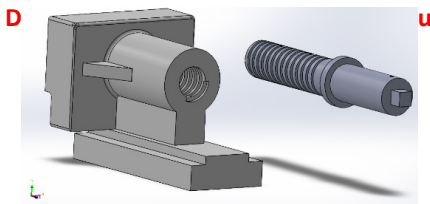


7 paveikslas. Sraigto brėžinio fragmentas

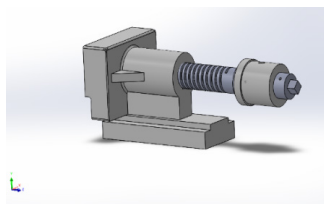
X mazgo surinkimas

SolidWorks programoje atsidarius naują *Assembly* failą, įkeliamos dvi detalės (slankioji žiauna ir sraigtas) (8 pav.).

Tarp slankiosios žiaunos vidinio ir sraigto sriegių sudaromas *Mate – Mechanical – Screw* ryšys. Taip pat tarp slankiosios žiaunos ir sraigto sienelių sudaromas *Mate – Advanced – Limit distance* ryšys, kuris riboja sraigto minimalų ir maksimalų išsisukimo atstumą. Įkeliamą trečioji detalė (įvorė). Tarp sraigto ir įvorės sienelių sudaromas *Mate – Advanced – Profile center* ryšys. Taikant *Fix* funkciją įdėklas užšaldomas vietoje (9 pav).



8 paveikslas. X mazgo sukeltos detalės į *SolidWorks* programą



9 paveikslas. X mazgo surinktas modelis *SolidWorks* programoje

X mazgo detalių spausdinimas 3D spausdintuvu. X mazgo detalės, konvertuotos į STL formatą, įkeliamos į *3DGence SLICER 4.0* ir paverčiamos į .gcode formato failus. Taip pat *3DGence SLICER 4.0* programoje pakeičiamas detalių mastelis ir pozicija taip keičiant spausdinimo ilgi. Detalių mastelio ir spausdinimo laiko priklausomybė pateikiama 2 lentelėje.

2 lentelė. X mazgo detalių mastelio ir spausdinimo laikas

Detalė	30 %	50 %	70 %	80 %	90 %	100 %
Sraigtas	23 min.	1 val. 10 min.	2 val. 40 min	3 val. 35 min.	4 val. 26 min	5 val. 27 min.
Įdėklas	17 min.	35 min.	1 val. 15 min.	1 val. 24 min.	1 val. 46 min	2 val. 13 min.
Slankioji žiauna	1 val. 16 min	3 val. 34 min.	7 val. 11 min.	9 val. 50 min.	12 val. 54 min	16 val. 25 min.

3D spausdintuvu atspausdintos X mazgo detalės pateikiamos 10–12 paveiksluose. 13 paveiksle pateikiamas atspausdintas ir surinktas X mazgas.



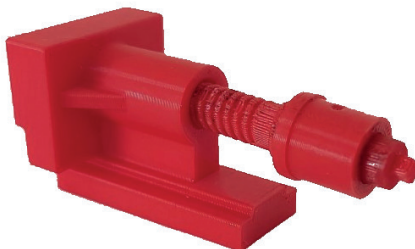
10 paveikslas. 3D spausdintuvu atspausdintas sraigtas



11 paveikslas. 3D spausdintuvu atspausdintas įdėklas



12 paveikslas. 3D spausdintuvu atspausdinta slankioji žiauna



13 paveikslas. X mazgas, surinktas iš 3D spausdintuvu atspausdintų detalių

Išvados

1. *SolidWorks* ir *Autodesk* programomis ir jų bibliotekomis nemokamai gali naudotis moksleiviai, studentai ir dėstytojai, tačiau asmeninėms arba darbo reikmėms pigiausias pasirinkimas yra *FreeCAD*, kadangi ši programa visiškai nemokama. Brangiausia iš analizuojamų programų yra *Solid Edge*, kuri kainuoja 2498,04 € vieniems metams. Vartotojų geriausiai įvertinta programa yra *Onshape*, kurios įvertinimas siekia net 4,7 balus iš 5. Žemiausiai įvertintos programos yra dvi: *FreeCAD* ir *Solid Edge*.
2. Modeliuojant detales iš trijų programų labiausiai išsiskyrė *SolidWorks* programa savo galimybėmis ir patogumu ja naudojantis, tačiau programa, kuria buvo lengviausia naudotis, yra *Autodesk Fusion 360*. Pati sudėtingiausia programa iš šių trijų programų išaiškėjo esanti *FreeCAD* programa.
3. Naudojant *SolidWorks* labai paprasta sukurti darbo brėžinius – užtenka iš modelių pasirinkti detalių vaizdus ir juos sudėlioti darbo brėžinyje.
4. Surinkimo mazgams surinkti bei detalių brėžiniams formuoti buvo naudojama *SolidWorks* programa. Šioje programoje įkėlus sumodeliuotas detales ir pritaikius reikalingus ryšius nesunkiai surinkti reikalingi mazgai.

Literatūra

- AUTODESK. *Fusion 360 features*. <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/features>
- DASSAULT SYSTEMES SOLIDWORKS CORPORATION. *Solutions*. <https://www.solidworks.com/solutions>
- DUNCAN GEDDES. *The history of computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM)*. <https://www.technicalfoamservices.co.uk/blog/blog-history-of-cad-cam/>
- G2. 1. *Onshape Reviews & Product Details*. <https://www.g2.com/products/onshape/reviews>
- G2. 2. *Solid Edge Reviews & Product Details*. <https://www.g2.com/products/solid-edge/reviews>
- G2. 3. *Top 10 SOLIDWORKS Alternatives & Competitors*. <https://www.g2.com/products/solidworks/competitors/alternatives>
- THE FREECAD TEAM. *Freecad*. <https://www.freecadweb.org>

APPLICATION OF THREE-DIMENSIONAL COMPUTER DESIGN SYSTEMS

Ignas Albavičius, Kristina Paičienė

Summary

From the beginning of history, man creates new inventions that require description or drawing. We all know Leonardo da Vinci, a famous Renaissance artist, engineer, scientist, theorist, sculptor and architect. Even a genius man like da Vinci drew drawings of his inventions by hand. But how are such drawings drawn today? Even until 1957, all drawings were drawn by hand until Patrick Harati created a program to move the drawings into virtual space. Today, same as since the beginning of history, drawings help us see the mechanism or parts and how they interact with each other even when we do not have such a part or mechanism in real life. However, the drawings moved into computer space. With the help of computers, it is possible to simulate and calculate phenomena such as aerodynamics, water flow, lighting, etc.

In the modern world, the medium of three-dimensional computer modeling is becoming the main way of drawing drawings. Therefore, while studying the subject of computer engineering design, the task was given to analyze several three-dimensional design programs and use them to design the details of the assembly unit. An assembly unit was assembled from these parts. During this task, it was observed that all three-dimensional modeling programs differ from each other in their capabilities, cost, workflow, number of supported formats, the ability to work with different operating systems. Simulation of the clamp assembly in SolidWorks is also provided. The research was carried out by analyzing literature sources and practical work.

SolidWorks and Autodesk programs and their libraries are free to use for schoolchildren, students, and faculty, but *FreeCAD* is the cheapest option for personal or business use because it's completely free. The most expensive of the programs analyzed is *Solid Edge*, which costs € 2,498.04 for one year. The best rated program by users is *Onshape*, which scores as high as 4.7 out of 5. The lowest rated programs are two: *FreeCAD* and *Solid Edge*. Of the three programs, *SolidWorks* stood out the most in terms of its capabilities, but the program that was easiest to use is *Autodesk Fusion 360*. Of the three, the most complex program turned out to be *FreeCAD*. *SolidWorks* software was used to assemble the assembly nodes. After loading the modeled parts and applying the necessary connections, the required nodes are easily assembled in this program.

Keywords: three-dimensional modeling, CAD, modeling programs.

DETALIŲ MEDŽIAGŲ ANALIZĖ SOLIDWORKS APLINKOJE

Mantas Juchnevičius, Violeta Vilkevič

Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija

Įvadas

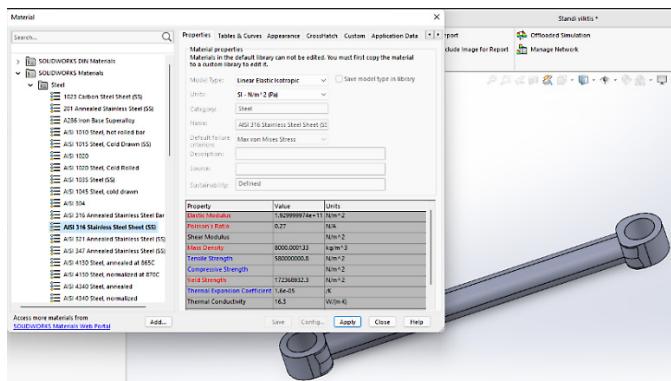
Šiuolaikinio gaminio kūrimas apima daugelį etapų: detalių projektavimą, techninės dokumentacijos rengimą, gamybos paruošimą. Automatizuoto projektavimo programų naudojimas gaminio projektavimo procesą padaro lengvesnį, greitesnį, o kai kurios iš šių programų suteikia galimybę atlikti simuliacijas, kurios padeda įvertinti gaminio medžiagos savybes realiomis jo darbo sąlygomis. Atsižvelgiant į atliktos simuliacijos rezultatus, galima tobulinti gaminio fizikines ir mechanines savybes, taip užtikrinant jo kokybę ir ilgaamžiškumą. Be to, virtualiai išbandant gaminį galimi defektai nustatomi projektavimo proceso metu, todėl nebereikia gaminti prototipo. Tokiu būdu sutaupomas laikas ir sumažinami gamybos kaštai.

Straipsnyje pateikiama detalės medžiagos analizė naudojant *SolidWorks* programą.

Projektuojamo gaminio medžiagos savybių analizė

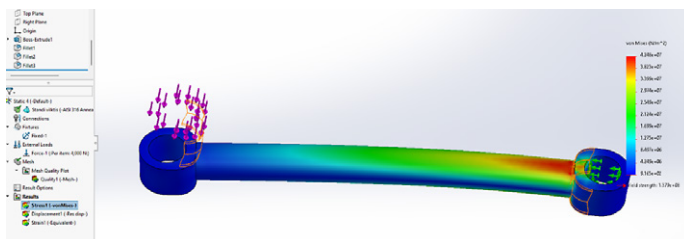
SolidWorks Simulation yra vienas iš SOLIDWORKS 3D CAD programos paketų, skirtų atlikti simuliacijas, leidžiančias įvertinti projektuojamo gaminio medžiagos savybes įvairiomis sąlygomis ir padedančias laiku aptikti defektus (Dassault Systèmes, 2022). Ši programa turi gausią įrankių paletę, naudojamą įvairiems uždaviniams spręsti: atlikti tiesines, netiesines statines ir dinamines analizes, įvertinti gaminio mechanines savybes ir t. t. (Weber & Verma, 2017). Projektuojamo gaminio fizinio elgesio tyrimui taikomas baigtinių elementų metodas.

Statinė analizė leidžia greitai nustatyti detalėje atsirandančius įtempius, poslinkius bei atsargos koeficientą esant nurodytoms apkrovoms (Dassault Systèmes, 2011). Medžiagos savybėms įvertinti atliekant virtualias simuliacijas *SolidWorks Simulation* programa buvo sukurtas detalės 3D modelis. Detalė buvo veikama įvairių deformacijų: lenkimo, tempimo ir gniuždymo. Iš programos medžiagų duomenų bazės detalei parinkta nerūdijančiojo plieno medžiaga (1 pav.). Visos simuliacijos buvo atliekamos veikiant detalę 4000 N jėga.



1 paveikslas. Detalės medžiagos parinkimas

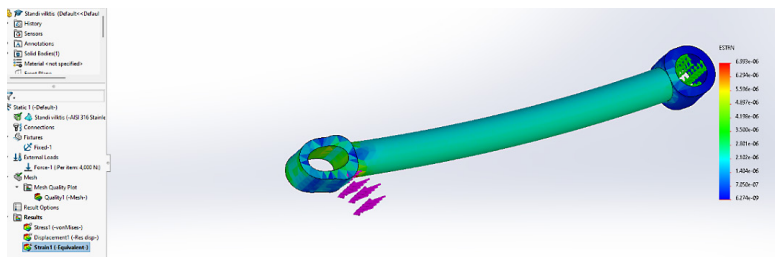
Pirma simuliacija – detalės lenkimas veikiant jėga iš viršaus. Įtvirtinus vieną detalės galą (žalios jėgos rodyklės), o kitame detalės gale suteikus veikiančią jėgą (violetinės rodyklės), matoma detalės deformacija (2 pav.).



2 paveikslas. Detalės lenkimo simuliacija

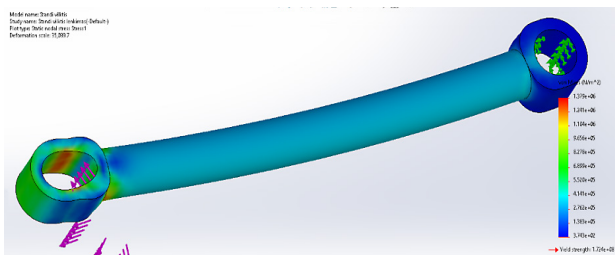
Stipriausia patiriama deformacija yra prie įtvirtinto detalės galo, spalvų skalėje ji pažymėta raudonai. Kadangi pasirinkome nerūdijančiojo plieno medžiagą, tai pagal programoje nurodytas metalo charakteristikas matome, jog maksimali deformacijos jėga šiam objektui neturėtų viršyti 1379 N.

Antra simuliacija – detalės tempimas veikiant jėga iš detalės galo. Matome detalės deformacijų pasiskirstymą veikiant 4000 N jėga. Pagal spalvų išsidėstymą ir šalia nurodytą jėgų pateikimą (spalvų skalė su nurodyta jėga) galime įvertinti, kokiai jėgai veikiant bus patiriama didžiausia deformacija. Šiuo atveju rekomenduojama neviršyti 1724 N jėgos (3 pav.).



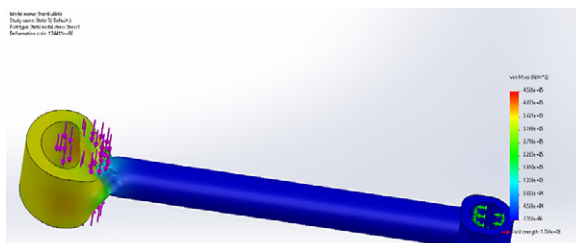
3 paveikslas. Detalės tempimo simuliacija

Viršijus nurodytą jėgą, matoma detalės deformacija po tempimo proceso: detalės kiaurymė ištempinama. Iš simuliacijos galima nustatyti, kada detalę patirtų negrįžtamą deformaciją ir kurioje vietoje ji nutrūktų (ties kiaurymėje raudona spalva pažymėta vieta) (4 pav.).



4 paveikslas. Detalės deformacija po tempimo

Trečia simuliacija – detalės gniuždymas (detalės galas veikiamas dviejų priešingų krypčių jėgomis). Detalės galą veikiant jėgoms z ašyje iš viršaus ir iš apačios, matoma detalės gniuždymo proceso simuliacija, kuri leidžia įvertinti maksimalias jėgas (5 pav.). Leistina jėga neturėtų viršyti 1724 N.



5 paveikslas. Detalės gniuždymo simuliacija

Išvados

Simuliacijomis galima patikrinti detalės medžiagos savybes įvairiomis sąlygomis ir, išanalizavus gautus rezultatus, priimti tinkamus sprendimus – projektavimo etape būtina parinkti tinkamas gaminio savybes (pvz., detalės geometriją ar medžiagą), kad eksploataavimo metu būtų išvengta detalės deformacijų, lemiančių defektų atsiradimą.

Literatūra

Dassault Systèmes. (2022) <https://www.solidworks.com/product/solidworks-simulation>

Dassault Systèmes. (2011)

https://www.solidworks.com/sw/images/content/Training/SolidWorks_Simulation_Student_Guide-ENG.pdf

Weber, M., & Verma, G. (2017). *SolidWorks Simulation 2017 Black Book*. SolidWorks Simulation 2017 Black Book (oiipdf.com)

ANALYSIS OF MATERIALS IN THE SOLIDWORKS ENVIRONMENT

Mantas Juchnevičius, Violeta Vilkevič

Summary

The importance of CAE simulation systems is very important in industry production, when creating various part or constructions. Thans to these systems it is possible the durability of created parts, weak points and extend the service life of objects. The article presents one of the possible methods of selected material product analysis using the SolidWorks Simulation program.

Keywords: SolidWorks Simulation, static analysis, deformation, CAE.

MAKROKOMANDŲ NAUDOJIMAS SOLIDWORKS MOKYMO PROCESE

Darius Mačiulis

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Labai dažnai inžinerinės grafikos paskaitose dėstytojas susiduria su iššūkiu – kuo aiškiau ir suprantamiau studentams pateikti mokomąją medžiagą, susijusią su erdviniais kūnais, jų padėtimi ir transformacijomis erdvėje. Viena iš inžinerinės grafikos užduočių – erdvinio kūno išklotinės braižymas. Studentams tai atlikti nėra lengva. Siekiant kuo geriau vizualizuoti išklotinių braižymo eigą, galima pasitelkti į pagalbą kompiuterinio projektavimo programą SOLIDWORKS, kurios įrankių naudojimas suteikia daug įvairių galimybių.

Makrokomandų naudojimas

Viena iš SOLIDWORKS programos vykdomų komandų – animacija, kurią galima atlikti *Macros* komandos programavimo įrankiais. Internetiniame puslapyje <https://www.codestack.net/> pateikiami įvairūs galimi *Macros* komandų-skriptų panaudojimo variantai.

Šiame straipsnyje aptariamas kai kurių *Macros* komandų-skriptų panaudojimas erdvinį kūną išklotinėms vizualizuoti. Įvairiais būdais SOLIDWORKS programa išklotinės sukuriamos akimirksniu, todėl besimokantiems asmenims būna sunku per tokį trumpą laiką įsivaizduoti, suprasti ir įsigilinti į geometrinio kūno transformacijos į išklotinę eigą. Pavyzdžiui, kūgio su išpjova transformacijos į išklotinę eigą atliekama *Sheet Metal* įrankiais. Konfigūracijos skriptu sukuriamas kūgio su išpjova komandų konfigūracija. Po to, panaudojus konfigūracijos animavimo skriptą, gaunama kūgio su išpjova animacija.

Pasirinkus komandų konfigūracijai skirtą skriptą iš <https://www.codestack.net/solidworks-api/document/features-manager/create-feature-configurations/> (1 pav.), sugeneruojamas komandų konfigūracijos sąrašas (2 pav.).

Refer the [Animate Configurations](#) for example macro to animate the configurations using SOLIDWORKS API.

```
Dim swApp As Sldworks.Sldworks

Sub main()

    Set swApp = Application.Sldworks

    Dim swModel As Sldworks.ModelDoc2

    Set swModel = swApp.ActiveDoc

    If Not swModel Is Nothing Then

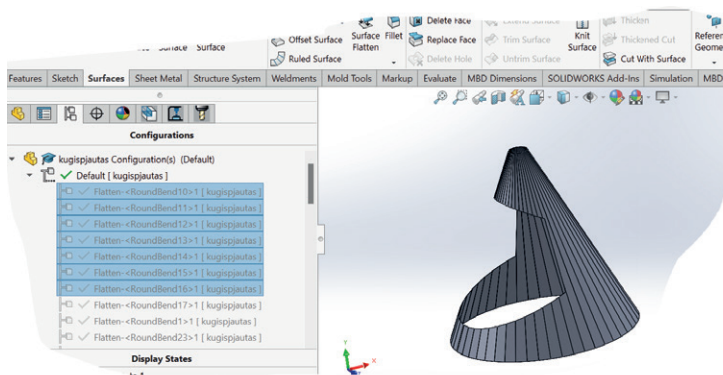
        Dim vFeats As Variant
        vFeats = GetSelectedFeatures(swModel)

        Dim swActiveConf As Sldworks.Configuration
        Set swActiveConf = swModel.ConfigurationManager.ActiveConfiguration

        Dim i As Integer

        Dim swFeatsList() As Sldworks.Feature
```

1 paveikslas. Komandų konfigūracijos skriptas



2 paveikslas. Komandų konfigūracijų sąrašas

Šiam sąrašui pritaikius dar vieną komandų konfigūracijų animacijai skirtą skriptą iš <https://www.codestack.net/solidworks-api/motion-study/animate-configurations/> (3 pav.), galima animuoti SOLIDWORKS programa sukurtas komandas (4 pav.).

Refer the [Suppress Features In New Configurations](#) for a macro to create configurations from features.

```
Const TRANSITION_TIME As Double = 0.5
Const PAUSE_TIME As Double = 2

Dim swApp As SldWorks.SldWorks

Sub main()

    Set swApp = Application.SldWorks

    Dim swModel As SldWorks.ModelDoc2

    Set swModel = swApp.ActiveDoc

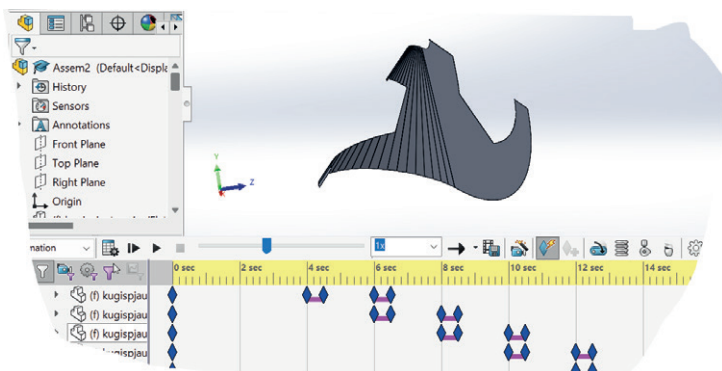
    If Not swModel Is Nothing Then

        If swModel.GetPathName() <> "" Then

            Dim vConfs As Variant
            vConfs = GetSelectedConfigurations(swModel)

            If Not IsEmpty(vConfs) Then
```

3 paveikslas. Komandų konfigūracijų animacijos skriptas



4 paveikslas. Komandų konfigūracijų animacija

Gautą animaciją galima įrašyti įvairiais failų formatais ir pateikti juos besimokantiems asmenims. Taip pat galima reguliuoti animacijos vaizdavimo greitį ir matyti žingsnis po žingsnio palaipsniui vykstančią kūgio su išpjova transformaciją į išklotinę, ir atvirkščiai (iš išklotinės į erdvinį kūną). Besimokantiems asmenims lengviau suprasti tokį sulėtintą transformacijos vaizdavimą.

Išvados

Inžinerinės grafikos mokymo procese formuojant geometrinių erdviųjų kūnų išsklotines kompiuterinio projektavimo programa SOLIDWORKS, *Macros* komandos programavimo įrankiais sukurta animacija gali padėti suprantamiau perteikti besimokantiems asmenims reikiamą informaciją, susijusią su erdviniais kūnais, jų padėtimi ir transformacijomis erdvėje.

Literatūra

CodeStack <https://www.codestack.net/>

Dassault Systèmes <https://www.solidworks.com/>

EMPLOYMENT OF MACROS TOOLS IN TEACHING SOLIDWORKS

Darius Mačiulis

Summary

The article reviews the possibilities and benefits of employment of Macros tools in teaching SOLIDWORKS.

Keywords: SOLIDWORKS, flatten, Macros tools, engineering graphics.

SPAUSTUVO MODELIAVIMAS SOLIDWORKS PROGRAMA

Kristina Paičienė, Povilas Raguckas

Alytaus kolegija

Įvadas

SolidWorks – patikima modeliavimo, kompiuterinio projektavimo (CAD) ir kompiuterinės inžinerijos (CAE) kompiuterinė programa, išleista *Dassault Systèmes*, kuri daugiausia veikia *Microsoft Windows*. *SolidWorks* yra tvirtas modeliavimas, kuriame modeliams ir mazgams kurti taikomas parametrinėmis funkcijomis pagrįstas metodas, kurį iš pradžių sukūrė PTC (*Creo/Pro-Engineer*) (DUNCAN). Šia kompiuterine projektavimo sistema galima simuliuoti mazgo surinkimą, surinkti atskirus mazgus į vientisą projektuojamą gaminį.

Objektas – spaustuvo surinkimo mazgas.

Tikslas – sumodeliuoti detales ir surinkti jas į mazgą.

Uždaviniai:

1. Išanalizuoti pasirinktas trimates kompiuterinio projektavimo sistemas.
2. Sumodeliuoti spaustuvo mazgo detales *SolidWorks* programa ir suformuoti jų darbo brėžinius.
3. Surinkti sumodeliuotas detales į spaustuvo mazgą.
4. Atspausdinti sumodeliuotų detalių maketus 3D spausdintuvu.

Trimačių projektavimo sistemų analizė

Analizei pasirinktos šios trimačio projektavimo sistemos: *SolidWorks*, *AutoCAD*, *SketchUp*, *Onshape*, *Solid Edge*. Visos šios sistemos – programos, gerai žinomos ir populiarios inžinerijos ir dizaino srityse.

SolidWorks – tai parametrinio 3D modeliavimo programa, turinti daug galimybių. Šia programa galima modeliuoti 3D detales, kurti jų brėžinius, animacijas, simuliuoti įtempius, tenkančius detalei, kurti elektros mikroschemas ir dar daug kitų galimybių. Pirmoji *SolidWorks* versija buvo išleista 1996 m. (*Dassault Systèmes Solidworks Corporation*, G3). Nuo to laiko ji buvo atnaujinama pritaikant vis naujas galimybes.

AutoCAD – tai programinė įranga, padedanti vartotojui kurti 2D ir 3D objektus kompiuteryje. Ji palaiko visas 3D galimybes ir apima paviršiaus atvaizdavimą, palaiko brėžinių failų šablonus, padedančius laikytis konkrečių brėžinių standartų, pavyzdžiui, ANSI ir ISO, ir turi iš anksto nustatytus teksto stilius, brėžinių pavadinimų blokus, matmenų stilius ir išdėstymą. *AutoCAD* galima dalytis keliomis programinės įrangos versijomis su didele naudotojų grupe. Jame yra septyni pramonei būdingi įrankių rinkiniai, skirti elektros linijai ir įrenginiams projektuoti, architektūros išdėstymo brėžiniams, mechaniniam projektavimui, 3D žemėlapiams sudaryti, nuskaitytiems vaizdams pridėti ir rastiniams vaizdams konvertuoti. *AutoCAD* leidžia vartotojams kurti, redaguoti ir komentuoti brėžinius darbalaukyje, žiniatinklyje ir mobiliuosiuose įrenginiuose (AUTODESK).

Trimačių modelių kūrimo CAD sistemą *SketchUp* 2000 m. sukūrė JAV startuolis *@Last Software*. Ši sistema išsiskiria paprasta ir greitai perprantama aplinka, lengvu modeliavimu. Ji suteikia galimybę tiesiogiai naudoti 3D skenavimo duomenis vizualizavimui bei modeliavimui. *SketchUp* yra lengvai integruojama su kitomis programomis. Nemokama jos versija skirta individualiems vartotojams – namų ūkiams, 3D modeliavimą naudojančioms asmeninėms reikmėms ir mokymo tikslais vidurinėse mokyklose (*SketchUP*).

Onshape – moderni CAD sistema, padedanti inžinieriams atlikti projektavimo darbus. *Onshape* sujungia pažangius modeliavimo įrankius ir projektavimo duomenų valdymą saugioje debesų darbo erdvėje, kuri greitai tapo pagrindine CAD sistema tūkstančiams įmonių visame pasaulyje. *Onshape* yra debesies produktų kūrimo sprendimas, integruojantis CAD, duomenų valdymą ir analizę vienoje platformoje. *Onshape* leidžia dizaineriams ir inžinieriams pasiekti savo projektavimo dokumentus ir bendradarbiauti iš bet kur ir bet kuriame įrenginyje, įskaitant planšetinį kompiuterį ir *iPhone* (G2. 1).

Detalėms modeliuoti iš penkių programų pasirinkta *SolidWorks*.

1 lentelė. Pasirinktų trimačių modeliavimo programų palyginimas

Kriterijai	<i>SolidWorks</i>	<i>AutoCAD</i>	<i>SketchUp</i>	<i>Onshape</i>	<i>Solid Edge</i>
Kaina	3538 €* 1865 \$/ metus**	1865 \$/ metus**	Nemokama**	1357,65 €/metus	208,17 €/mėn.
Vartotojų įvertinimas (G2. 3)	4,4/5	4,4/5	4,5/5	4,7/5	4,2/5

Kriterijai	<i>SolidWorks</i>	<i>AutoCAD</i>	<i>SketchUp</i>	<i>Onshape</i>	<i>Solid Edge</i>
Palaikomų formatų skaičius	10	42	20	17	10
Palaikomos operacinės sistemos	<i>macOS, Windows</i>	<i>Windows</i>	Bet kuri OS, bet kuri naršyklė	<i>Linux, macOS, Windows, Android, Apple</i>	<i>Windows</i>
Kaina	3538 €*	1865 \$/metus**	Nemokama**	1357,65€/metus	208,17 €/mėn.
Vartotojų įvertinimas (G2. 3)	4,4/5	4,4/5	4,5/5	4,7/5	4,2/5
Palaikomų formatų skaičius	10	42	20	17	10
Palaikomos operacinės sistemos	<i>macOS, Windows</i>	<i>Windows</i>	Bet kuri OS, bet kuri naršyklė	<i>Linux, macOS, Windows, Android, Apple</i>	<i>Windows</i>

* Nemokama studentams ir dėstytojams, jei mokymo institucija turi *SolidWorks* licenciją.

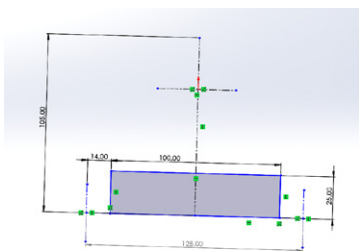
** Nemokama studentams, dėstytojams ir mokymo institucijoms.

Solid Edge yra prieinamų, lengvai naudojamų programinės įrangos sprendimų, skirtų produktams kurti (3D projektuoti, modeliuoti, gaminti, duomenims valdyti, bendradarbiauti debesyje ir kt.), portfelis. *Solid Edge* sujungia tiesioginio modeliavimo greitį ir paprastumą su parametrinio dizaino lankstumu ir valdymu – tai įmanoma naudojant sinchroninę technologiją. *Solid Edge* yra prieinamų, lengvai įdiegiamų, prižiūrimų ir naudojamų programinės įrangos įrankių rinkinys, kuris patobulina visus produkto kūrimo proceso aspektus: mechaninį ir elektrinį projektavimą, modeliavimą, gamybą, techninę dokumentaciją, duomenų valdymą ir debesimis pagrįstą bendradarbiavimą. Sukurta naudojant *Siemens* pramonės pirmaujančias technologijas, *Solid Edge* siūlo novatoriškiausią ir visapusišką požiūrį į produktų kūrimą pagrindinėje rinkoje (G2. 2).

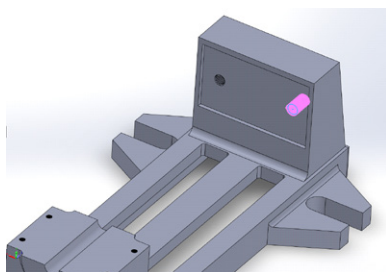
Brangiausia programa yra *AutoCAD*, kuri kainuoja 3538 € vieneriems metams. Geriausiai vartotojų įvertinta programa yra *Onshape*, kuri įvertinta net 4,7 balais iš 5. Visos šios programos palaiko *Windows* operacinę sistemą.

Spaustuvo mazgo detalių modeliavimas

Korpuso modeliavimas. Pasirinktoje *Front Plane* plokštumoje nusibraižomos ašinės linijos. Nusibraižoma figūra. Iš *Features* kortelės pritaikyta funkcija *Boss-Extrude* su parametrais: *Direction* – *Mid Plane*, ilgis – 322 mm (1 pav.). Pagrindo kraštai suapvalinami 5 mm. *Right Plane* plokštumoje nubraižyta kita pagrindo dalis: aukštinė – 80 mm, apatinė linija – 49 mm, viršutinė linija – 33 mm. Ji iškeliamą į abi puses 95 mm ilgiu. Nubraižoma kita pagrindo dalis (aukštis – 80 mm, plotis – 64 mm), kuri ištempinama į abi puses 80 mm ilgiu. Suformuojamas nuolydis nukerpant 5 mm reikalingą dalį ir apvalinami reikalingi kraštai (*Fillet* – 5 mm). Naujai sukurtos figūros šono centre nubraižomas 50 mm skersmens apskritimas ir su *Boss-Extrude* funkcija iškeliamas 5 mm. Tada naudojant funkciją *Fillet* suapvalinama 5 mm spinduliu.



1 pav. Korpuso pradinis eskizas

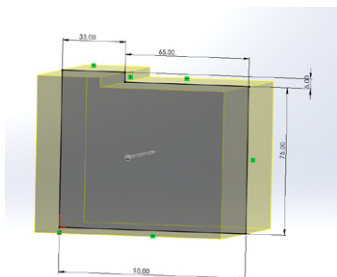


2 pav. Korpuso modelis

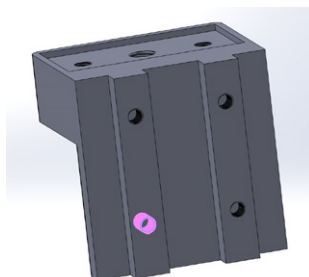
Kitoje šios figūros pusėje atliekami tokie patys veiksmai. Detalės apačioje braižomas naujas eskizas, kuris iškeliamas 15 mm. Nubraižomi apskritimai skylėms – jie suformuojami *Extruded Cut* funkcija. Pasirinktoje reikalingoje plokštumoje nubraižomi kiti eskizai – formuojamos skylės. Detalės apačioje taip pat braižomi eskizai – formuojamos skylės ir grioveliai, kurie iškerpami – gaunamos tuščiavidurės išpjovos. Naudojant *Fillet* funkciją apvalinami likę detalės kraštai 3 mm spinduliu. Naudojant *Hole Wizard* – *Tread* funkciją reikalingoms skylėms formuojami sriegiai (2 pav.).

Judamosios žiaunos modeliavimas. *Front Plane* plokštumoje nubraižomas pradinis eskizas, kuris ištempiamas 95 mm (3 pav.). Pasirinkus detalės šoną nubraižomi du eskizai, kurie iškerpami 65 mm gyliu. Tada suapvalinami detalės kraštai 5 mm spinduliu. Detalės apačioje braižomi du eskizai ir su *Boss-Extrude*

funkcija ištempiami 10 mm – suformuojami bėgeliai. Bėgeluose braižomi apskritimai, kurie iškerpami 10 mm gyliu – formuojamos skylės, kurioms pritaikomas sriegis M10×1,0 naudojant *Hole Wizard – Thread* funkciją. Detalės šone nubraižomas stačiakampio eskizas, kuris pagilinamas 3 mm. Čia braižomi apskritimai, kurie iškerpami 15 mm gyliu. Joms padaromi sriegiai M8×1,0. Detalės gale nubraižomas 12 mm apskritimas, kuris iškerpamas per visą detalę. Jam pritaikomas sriegis M12×1,5 su *Hole Wizard – Thread* funkcija (4 pav.).

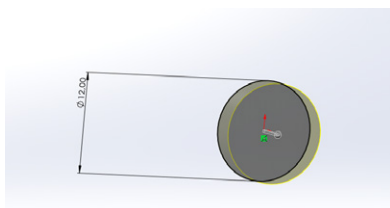


3 pav. Judamosios žarnos eskizas

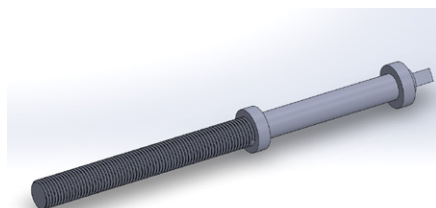


4 pav. Judamosios žiaunos modelis

Sraigto modeliavimas. *Front Plane* plokštumoje nubraižomas 12 mm skersmens apskritimas, kuris ištempiamas 3 mm (5 pav.). Šioje naujai suformuotoje plokštumoje braižomas kitas 20 mm skersmens apskritimas, kuris ištempiamas 6 mm. Taip pamažu auginamas sraigtas. Sraigto ilgojoje dalyje formuojamas sriegis M12×1.5 (6 pav.).

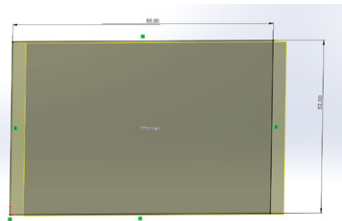


5 pav. Pradinis sraigto eskizas



6 pav. Sraigto modelis

Plokštės modeliavimas. *Front Plane* plokštumoje nubraižomas detalės eskizas (7 pav.), kuris ištempiamas 9 mm. Detalės šone nubraižomi du 8 mm skersmens apskritimai, kurie iškerpami per visą detalę. Tada tose pačiose vietose braižomi kiti du 14 mm skersmens apskritimai, kurie iškerpami 5 mm gyliu. Naudojant *Fillet* funkciją suapvalinami skylių kraštai 1 mm atstumu bei 45 laipsnių kampu (8 pav.).

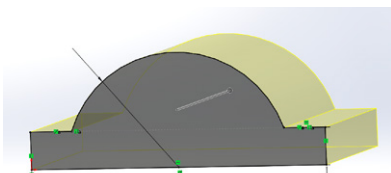


7 pav. Plokštės pradinis eskizas

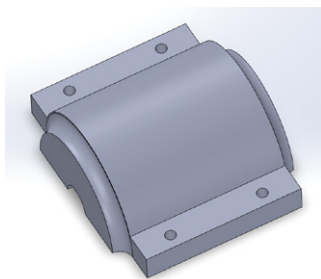


8 pav. Plokštės modelis

Dangčio modeliavimas. *Front Plane* plokštumoje nubraižomas detalės eskizas (9 pav.), kuris ištempiamas 59 mm. Detalės šone nubraižomas kitas eskizas, kuris ištempiamas 5 mm. Kitame šone taip pat suformuojamas kraštas. Tada nubraižomas 12 mm skersmens apskritimas ir su *Extruded Cut* funkcija iškerpama per visą detalę. Suapvalinami detalės šonai 5 mm spinduliu. Detalės apačioje nubraižyti 4 apskritimai, kurie iškerpami – suformuojamos skylės (10 pav.).



9 pav. Dangčio pradinis eskizas

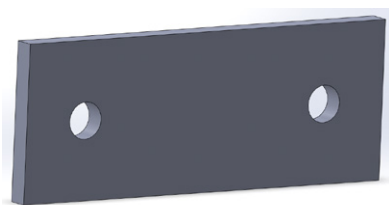


10 pav. Dangčio modelis

Plokštelės modeliavimas. *Front Plane* plokštumoje nubraižomas detalės eskizas (11 pav.), kuris ištempiamas 4 mm. Detalės šone nubraižomi du apskritimai, kurie iškerpami per visą detalę (12 pav.).



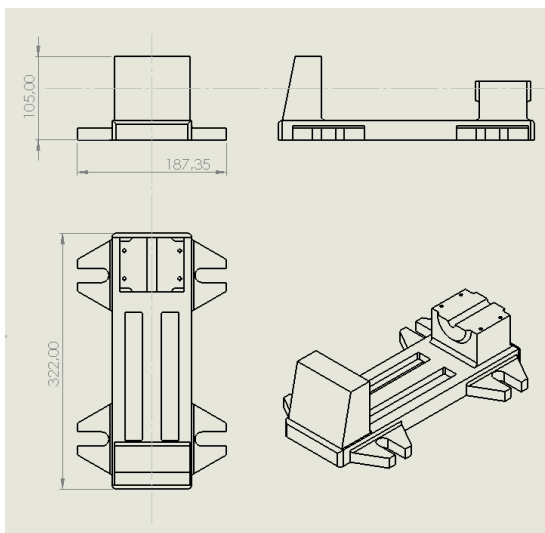
11 pav. Plokštelės eskizas



12 pav. Plokštelės modelis

Spaustuvo detalių darbo brėžiniai

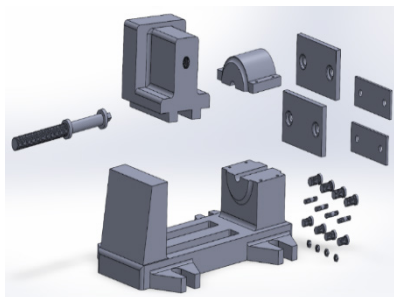
Atsidarius detalę *SolidWorks* programoje pasirenkama *File – Make Drawing from Part*. Tada išsirenkamas reikalingas formatas. Atsivėrusiame *Sheet Properties* lange pasirenkama *Type of projection – First angle*. Dešinėje lango pusėje pasirinkus parinktį *View Palette*, įkeliamos norimos detalės – taip kuriamas detalės brėžinys, atvaizduojantis detalę iš įvairių pusių. Tai pat sudedami reikalingi matmenys. 13 paveiksle pateikiamas spaustuvo korpuso darbo brėžinio fragmentas.



13 pav. Korpuso brėžinio fragmentas

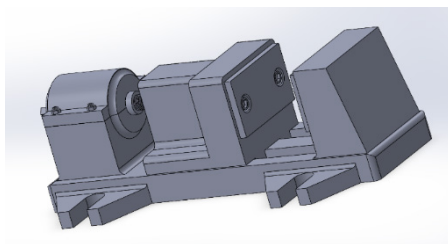
Spaustuvo mazgo surinkimas

SolidWorks programoje įkeliamos detalės: korpusas, slankioji žiauna, sraigtas, dangtis, plokštė, plokštelės, varžtai, veržlės, špilkos (14 pav.).



14 pav. Spaustuvo mazgo surinktas modelis

Tarp korpuso ir slankiosios žiaunos sudaromi du ryšiai *Mate – Standard – Coincident*. Tada slankiajai žiaunai uždedamas ryšys 2,5 mm atstumu nuo korpuso krašto. Sudaromas ryšys tarp slankiosios žiaunos ir sraigto *Mate – Mechanical – Screw*. Tarp korpuso ir sraigto atidedamas ryšys *Mate – Standard – Coincident*. Tarp korpuso ir slankiosios žiaunos sudaromas ryšys atstumu, kurio turi laikytis slankioji žiauna. Tarp korpuso ir dangčio sudaromi trys *Mate – Standard – Coincident* ryšiai. Sudaromi šeši *Mate – Standard – Coincident* ryšiai tarp slankiosios žiaunos ir dviejų plokščių. Sudaromi šeši *Mate – Standard – Coincident* ryšiai su plokštelėmis ir slankiaja žiauna. Sudedami ryšiai *Mate – Mechanical – Screw* ir *Mate – Standard – Coincident* tarp detalių ir varžtų, veržlių, špilkų (15 pav.).



15 pav. Surinktas spaustuvo mazgo modelis

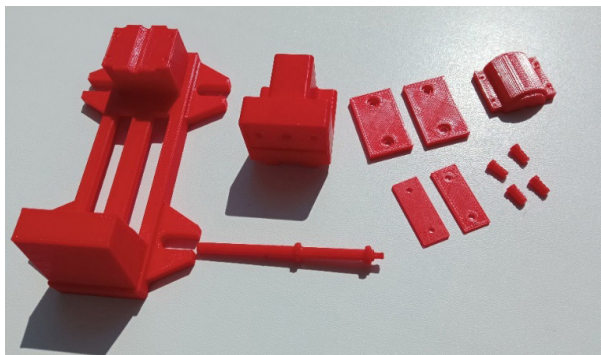
Detalių spausdinimas 3D spausdintuvu

Spaustuvo mazgo detalių spausdinimas 3D spausdintuvu. Spaustuvo mazgo detalės, konvertuotos į STL formatą, po vieną (kiekviena atskirai) įkeliamos į 3DGence SLICER 4.0 ir paverčiamos .gcode formato failais. Taip pat 3DGence SLICER 4.0 programoje pakeičiamas detalių mastelis ir pozicija taip keičiant spausdinimo dydį. Detalių mastelio ir spausdinimo laiko priklausomybė pateikiama 2 lentelėje.

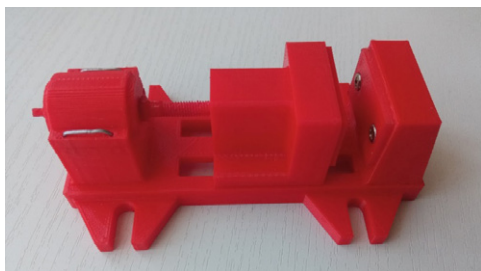
2 lentelė. Spaustuvo mazgo detalių mastelio ir spausdinimo laikas

Detalė	20 %	30 %	40 %	50 %	70 %
Korpusas	1 h 6 min	2 h 17 min	4 h 11 min	6 h 49 min	14 h 44 min
Sraigas	6 min	11 min	22 min	33 min	1 h 11 min
Slankioji žiauna	34 min	1 h 6 min	1 h 53 min	3 h 3 min	6 h 20 min
Plokštė	5 min	9 min	16 min	25 min	48 min
Dangtis	10 min	18 min	30 min	47 min	1 h 35 min
Plokštelė	2 min	4 min	7 min	11 min	20 min

3D spausdintuvu atspausdintos spaustuvo mazgo detalės pateikiamos 16 pav. 17 pav. pateikiamas atspausdintas ir surinktas spaustuvo mazgas.



16 pav. 3D spausdintuvu atspausdintos spaustuvo dalys



17 pav. 3D spausdintuvu atspausdintas spaustuvo mazgas

Išvados

1. Brangiausia programa yra *AutoCAD*, kuri kainuoja 3538 € vieneriems metams. Geriausiai vartotojų įvertinta programa yra *Onshape*, įvertinta net 4,7 balo iš 5. Žemiausiai įvertinta programa yra *Solid Edge*.
2. Naudojant paprastas pagrindines trimates figūras ir pritaikant joms įvairias funkcijas, sumodeliuotos detalės *SolidWorks* programoje leidžia geriau jas suprasti ir įsivaizduoti. Taip pat labai paprasta sukurti jų darbo brėžinius – užtenka iš modelių pasirinkti detalių vaizdus ir juos sudėlioti darbo brėžinyje. Daugiausia laiko užima sudėti detalių matmenis.
3. Surinkimo mazgams surinkti *SolidWorks* programoje, įkėlus sumodeliuotas detales, reikia pritaikyti joms reikalingus tarpusavio ryšius.
4. 3D spausdintuvu atspausdinti sumodeliuotų detalių maketai padeda realiai pamatyti suprojektuotus mazgus.

Literatūra

- Autodesk. (2022). *What is AutoCAD?* <https://www.autodesk.com/products/autocad/overview?term=1-AR&tab=subscription>
- Dassault Systèmes Solidworks Corporation. (2022). *Solutions*. <https://www.solidworks.com/solutions>
- G2. 1. *Onshape Reviews & Product Details*. (n. d.). <https://www.g2.com/products/onshape/reviews>
- G2. 2. *Solid Edge Reviews & Product Details*. (n. d.). <https://www.g2.com/products/solid-edge/reviews>
- G2. 3. *Top 10 SOLIDWORKS Alternatives & Competitors*. (n. d.). <https://www.g2.com/compare>

Geddes, D. (2020). *The history of computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM)*. <https://www.technicalfoamservices.co.uk/blog/blog-history-of-cad-cam/>
SketchUP. (2021). *Kas yra SketchUp Free?* <https://sketchup.lt/sketchup-free/>

CLAMP MODELLING IN SOLIDWORKS

Kristina Paičienė, Povilas Raguckas

Summary

In the modern world, the medium of three-dimensional computer modeling is becoming the main way of drawing drawings. Therefore, while studying the subject of computer engineering design, the task was given to analyze several three-dimensional design programs and use them to design the details of the assembly unit. An assembly unit was assembled from these parts. During this task, it was observed that all three-dimensional modeling programs differ from each other in their capabilities, cost, workflow, number of supported formats, the ability to work with different operating systems. Simulation of the clamp assembly in SolidWorks is also provided. The research was carried out by analyzing literature sources and practical work.

SolidWorks and *Autodesk* programs and their libraries are free to use for school-children, students, and faculty, *SolidWorks* software was used to assemble the assembly nodes. After loading the modeled parts and applying the necessary connections, the required nodes are easily assembled in this program.

Using simple basic 3D shapes and applying a variety of functions to them, the modeled details in *SolidWorks* make them easier to understand and visualize. It is also very easy to create their working drawings – it is enough to select detailed images from the models and arrange them in the working drawing. It takes the most time to put together the dimensions of the parts. To assemble assembly nodes in SolidWorks, you need to adjust the interconnections required by loading the modeled parts. Layouts of modeled details printed with a 3D printer help to see the designed assemblies in real time.

Keywords: three-dimensional modeling, CAD, modeling programs.

ONSHAPE IR FUSION 360 PROGRAMŲ YPATUMAI

Sonata Vdovinskienė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Spartus technologijų vystymasis pastaruoju metu nieko nebestebina. Jų pritaikymas inžineriniams dalykams mokytis yra įvairus ir platus. Šiuo metu yra žinoma daugybė kompiuterinių programų, tinkamų brėžiniams kurti. Jų pasirinkimas dažniausiai priklauso nuo brėžinių specifikos. Vieniems labiausiai tinka programos, skirtos dvimačiams brėžiniams braižyti, kitiems – tūriniais modeliams kurti, statybiniais brėžiniams ir t. t. Švietimo įstaigos, aukštosios mokyklos, kuriose rengiami būsimi įvairių profesijų inžinieriai, pasirenka kompiuterinę programą pagal įvairius kriterijus: prieinamumą, įrankių patogumą, populiarumą, kainą ir kt.

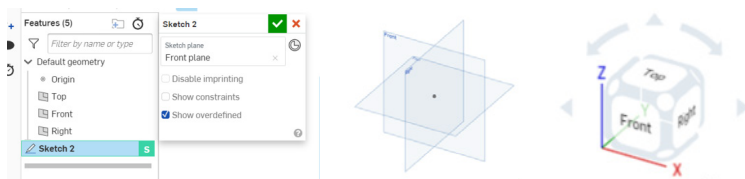
Lietuvos aukštosiose mokyklose *AutoCAD* ir *SolidWorks* vis dar yra populiariausios kompiuterinės braižymo ir modeliavimo programos. Esant normuotam kontaktinių valandų skaičiui, kitoms kompiuterinėms programoms įsisavinti tiesiog nelieta laiko.

Straipsnyje pristatomos *Onshape* ir *Fusion 360* kompiuterinės programos, kurios savo savybėmis praktiškai nenusileidžia populiariausioms, be to, turi jas vienijančią pranašumą – debesijos sistemą.

Onshape kompiuterinės programos ypatumai

Onshape kompiuterinė programa iš kitų panašių programų išsiskiria dalijimosi funkcija – galimybe vienu metu skirtingais įrenginiais, įvairiose vietose dirbti prie to paties projekto (*Onshape*, 2022). Tai leidžia jo dalyviams operatyviai reaguoti į pareikštas pastabas ir išvalgas. Studijų procese tai leistų dėstytojams ir studentams paprasčiau bei greičiau kontaktuoti, pamatyti brėžinio kūrimo etapus.

Programos vartotojo aplinka panaši į *SolidWorks* programos aplinką, todėl ji labiausiai tinka trimačiams modeliams kurti. Ekrane eskizo kūrimo pradžioje, kaip ir *SolidWorks* programoje, parenkama reikiama plokštuma (1 pav.). Ekrane matomas savybių dialogo langas taip pat labai panašus į *SolidWorks* programos langą, bet plokštumų valdymo įrankis ekrano kampe labiau primena *AutoCAD* kompiuterinės programos įrankį.



1 paveikslas. Eskizo kūrimo pradžios įrankiai

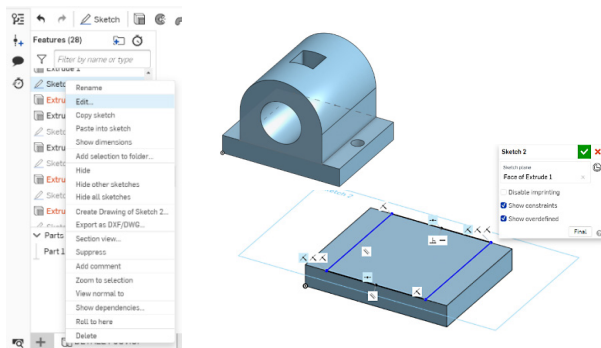
Trimačių elementų kūrimo įrankiai praktiškai nesiskiria nuo *SolidWorks* sistemos (2 pav.).



2 paveikslas. Trimačių elementų kūrimo įrankiai

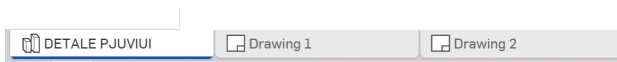
Studentui, kaip ir bet kuriam kitam tokios programos vartotojui, labai aktu-
alu yra redagavimas, todėl programos patogumas iš dalies priklauso nuo reda-
gavimo funkcijų paprastumo, aiškumo ir prieinamumo. Norint pakeisti tam ti-
krą detalės eskizą, savybių lange aktyvuojama „edit“ funkcija, tuomet galima ne
tik redaguoti paties eskizo formą, bet ir įjungti / išjungti ryšių funkciją (3 pav.).

Mokant(is) inžinerinės grafikos didesnis dėmesys skiriamas dvimačiams
brėžiniams, todėl programos pasirinkimą galėtų lemti techninio dokumento
kūrimo įrankiai. Lyginant su *SolidWorks*, *Onshape* programa yra patogesnė tuo,
kad tame pačiame faile vieno mygtuko spragtelėjimu galima įjungti ir detalės
modelio, ir jo vaizdų generavimo režimus (4 pav.).



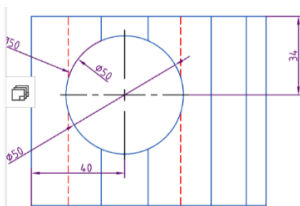
3 paveikslas. Eskizo redagavimo funkcijos

Brėžinio kokybė priklauso nuo jam keliamų reikalavimų taikymo: linijų tipų ir pločių, matmenų, vaizdų dėstymo ir kt. Todėl svarbu, kad naudojamoje kompiuterinėje programoje būtų galimybė nustatyti brėžinio elementų savybes pagal standartuose pateiktas taisykles.



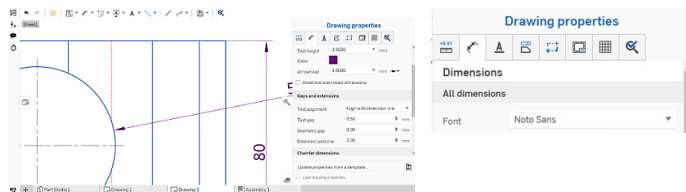
4 paveikslas. Brėžinio kūrimo režimų įrankiai

Tiriant *Onshape* programos ypatumus pastebėta, kad daugiausia problemų kyla parenkant matmenų elementus (5 pav.). Linijinių matmenų savybes galima reguliuoti dokumentų savybių lange (6 pav.), tačiau jame nėra galimybės tinkamai sutvarkyti apskritimo skersmenį žyminčių matmenų: arba jų rodyklės žymimos netinkamai, arba matmens linija yra per trumpa. Redaguoti matmens teksto taip pat negalima.

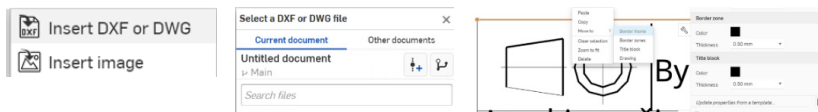


5 paveikslas. Apskritimo matmenų variantai

Analizuojant kuriamo dokumento savybes reikėtų atkreipti dėmesį ir į galimybę eksportuoti failus iš kitų kompiuterinių programų. Pavyzdžiui, sukurtas ir naudojamas *AutoCAD* darbuose rėmelis gali būti perkeltas į *Onshape* programą, kur, naudojant redagavimo įrankius, pritaikomas naujam dokumentui kurti (7 pav.).



6 paveikslas. Matmenų savybių nustatymo langai

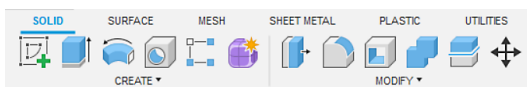


7 paveikslas. Eksportuoto dokumento redagavimo įrankiai

Fusion 360 kompiuterinės programos savybės

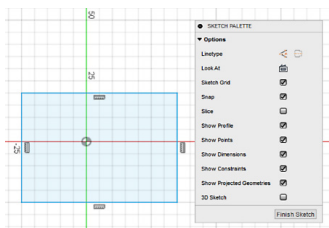
Tai nauja *AutoCAD* kūrėjų programa, papildyta trimačio modeliavimo įrankiais, leidžiančiais tikroviškai atvaizduoti objektus ir animuoti tam tikrus procesus (What is Fusion 360?, 2022).

Atsidariusiame programos lange iškart matomi trimačiams objektams kurti skirti įrankiai (8 pav.).



8 paveikslas. Tūrinių elementų kūrimo įrankiai

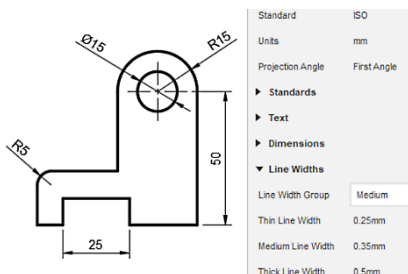
Didelis šios programos privalumas – jos patogumas. Ekrane paprasta rasti reikiamas komandas žyminčius mygtukus. Braižant trimačio objekto eskizą, vieno mygtuko paspaudimu iškviečiamas savybių langas (9 pav.).



9 paveikslas. Eskizo savybių langas

Rinkoje brėžiniams kurti siūlomos programos suteikia vis daugiau naujų galimybių, todėl jų pasirinkimą gali lemti galimybė brėžinius rengti pagal visus reikalavimus, kuriuos rekomenduoja standartai. Brėžinyje pirmiausia atkreipiamas dėmesys į linijų pločius ir tipus. *Fusion 360* programoje linijų pločius nustatyti nėra sunku, tačiau visiškai neaišku, kodėl brėžiniui rekomenduojami trys linijų pločiai (10 pav.). Vidurinis linijų pločio dydis neatitinka

rekomenduojamo linijų pločių santykio – 1:2:4 (LST EN ISO 128-2:2020). Linijų tipai taip pat parenkami pačios programos. Tai patogumas tiems, kurie neturi pakankamai žinių apie juos, tačiau nori brėžinį parengti preciziškai. Tam reikia imtis papildomų veiksmų.



10 paveikslas. Linijų savybių nustatymo langas

Prieš matmenų dėstymą brėžinyje įprasta sutvarkyti matmenų elementus. Populiariausiose *AutoCAD* ir *Solidworks* programose vartotojas gali redaguoti matmens tekstą. *Fusion 360* programoje tokios galimybės nėra. Taip pat kaip ir *Onshape* programoje kai kurie matmenys, pavyzdžiui, žymintys skersmenį, neatitinka standartų rekomendacijų – matmenų rodyklės vaizduojamos netinkamai (10 pav.).

Išvados

1. Kompiuterinės programos pasirinkimą lemia daug veiksnių: jos paprastumas, brėžinio kūrimo galimybės, prieinamumas, kaina ir kt.
2. *Onshape* ir *Fusion 360* programos savo galimybėmis beveik nenusileidžia populiariosioms *AutoCAD* ir *SolidWorks* kompiuterinėms programoms, be to, turi jas vienijantį pranašumą – debesijos sistemą.

Literatūra

- Lietuvos standartizacijos departamentas. (2018). *Techniniai gaminių dokumentai. Matmenų ir leidžiamųjų nuokrypų pateikimas. 1 dalis. Bendrieji principai* (LST ISO 129-1).
- Lietuvos standartizacijos departamentas. (2020). *Techniniai gaminių dokumentai. Bendrieji vaizdavimo principai. 2 dalis. Linijoms taikomos pagrindinės nuostatos* (LST EN ISO 128-2:2020).

Onshape. (2022). *Speed, Agility, Security. Why compromise?* <https://www.onshape.com>
What is Fusion 360? (2022). <https://www.autodesk.com>

FEATURES OF ONSHAPE AND FUSION 360 COMPUTER PROGRAMS

Sonata Vdovinskienė

Summary

The article presents peculiarities of Fusion 360 and Onshape computer programs which do not differ from the most popular AutoCAD and SolidWorks computer programs a lot. In addition, they have one common and important feature – the cloud system.

Keywords: Fusion 360, Onshape, standards, drawing.

ISO STANDARTŲ, TAIKOMŲ RENGIANŲ LAIVŲ STATYBOS BRĖŽINIUS, YPATUMAI

Žana Špedt, Ieva Bernotienė

Klaipėdos universitetas

Įvadas

Brėžinius braižome pagal tam tikras taisykles, kurios pateikiamos standartuose.

Standartas oficialiuose dokumentuose apibrėžiamas kaip „sutarimu parengtas ir pripažintos institucijos priimtas dokumentas, kuriame nustatytos bendram ir daugkartiniam naudojimui tinkančios taisyklės, bendrieji principai ar charakteristikos arba jos rezultatai, skirtas optimaliai tvarkai tam tikroje srityje pasiekti“ (LST EN ISO 45020). Jeigu nebūtų braižybos taisyklių, skaitydami brėžinius juos suprastume skirtingai.

Straipsnio tikslas – apžvelgti ISO standartus, naudojamus laivų statybos brėžiniams rengti.

Laivų statybos brėžiniai

Laivo projektavimo metu yra daug inžinerinės grafikos darbų. Studijų procese laivų braižyba yra bendrosios inžinerinės grafikos dalis, kuri nuo projekcinės braižybos, mašinų braižybos skiriasi savo specifika. Laivų brėžinius sudaro laivo teorinis brėžinys, laivo korpuso konstrukcijų brėžiniai, laivo įrangos brėžiniai, bendro išdėstymo laive brėžiniai, laivo sistemų ir elektros įrangos principinės schemas, laivo sraigto teorinis brėžinys ir kt. (Čerka, 2001). Brėžiniams sudaryti reikalingi inžinerinės grafikos pagrindai.

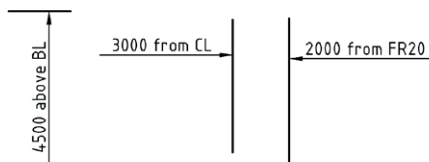
Laivo korpusas susideda iš metalo lakštų ir juos sutvirtinančių sijų. Tarpusavyje korpusinės detalės sujungiamos įvairiais suvirinimo būdais. Statant laivą, deniai, platformos, skersinės ir išilginės pertvaros surenkamos iš atskirų sekcijų. Šias konstrukcijas sudaro įvairios sijos, pagamintos iš gembinio, tėjinio ir kt. profiliuotųjų.

Matmenų žymėjimas

Metalinio laivo korpuso matmenys laivų statybos brėžiniuose nurodomi pagal standartą ISO 129–4. Matmens elementai yra iškeltinės linijos, matmenų linijos,

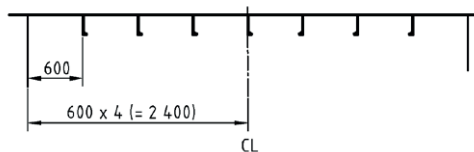
išnašų linijos, baigmos, matmens vertės. Matmenys apribojami išskeltinėmis linijomis, kurios brėžiamos nuo matomo kontūro linijų statmenai matuojamam ilgiui ir pratęsimos už atitinkamos matmens linijos. Matmenų linijos remiasi į išskeltines linijas baigmomis (rodyklėmis). Matmenų vertės rašomos virš matmens linijos. Negalima matmenų verčių kirsti kuriomis nors brėžinio linijomis.

Jeigu nurodomas atstumas yra didelis ir matmens linija taptų per ilgą, tuomet galima matmens liniją nutraukti ir vaizduoti su viena baigma (1 pav.).



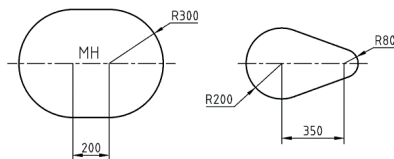
1 paveikslas. Nevisos matmens linijos vaizdavimas: BL – *base line*;
CL – *center line*

Kai konstrukciniai elementai, pvz., standumo sijos išsidėsto tolygiai, galima pažymėti atstumą tarp sijų ir nurodyti tarpų skaičių atskiriant „x“ simboliu (2 pav.).



2 paveikslas. Tolygiai išdėstytų elementų matmenų žymėjimas

Standarte ISO 129-4 apibrėžiamas laivų statybos brėžiniuose vaizduojamų įvairių angų matmenų žymėjimas. Landų ir apšvietimo angų matmenis rekomenduojama žymėti taip, kaip pavaizduota 3 paveiksle.



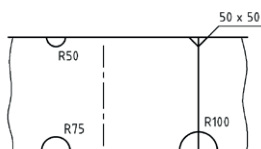
3 paveikslas. Angų matmenų žymėjimas: MH – *manhole* (landos anga)

Supaprastintas landų angų matmenų žymėjimas parodytas 4 paveiksle. Pastebėta, kad šiose kiaurymėse matmenys nurodyti užrašant santrumpą MH ir matmenų vertes.



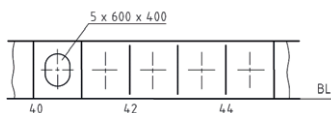
4 paveikslas. Supaprastintas landų angų matmenų žymėjimas

Nutekėjimo, drenažo ir oro angų matmenys parodyti 5 paveiksle. Pastebėta, kad, žymint šių kiaurymių matmenis, nurodomos matmenų vertės (R50 ir kt.), nebrėžiant matmenų linijų.

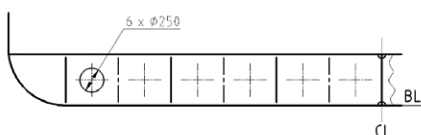


5 paveikslas. Nutekėjimo, drenažo ir oro angų matmenų žymėjimas

ISO 128-15:2013 standarte aprašytas landų angų ir apšvietimo kiaurymių vaizdavimas. Jei nepertraukiamuose floruose ir šoninėse sienelėse yra keletas vienodų kiaurymių (landų angos ir apšvietimo kiaurymės), braižoma tik viena kraštinė kiaurymė, kitų kiaurymių vietą nurodant centrų linijomis (6 ir 7 pav.). Pastebėta, kad šiame standarte (ISO 128-15:2013) kiaurymių skaičius ir jų matmenys nurodomi virš nuorodų linijų. Žymint ovalo formos kiaurymės (6 pav.) matmenis, išnašų linija brėžiama kiaurymėje.



6 paveikslas. Vienodų ovalo formos kiaurymių vaizdavimas

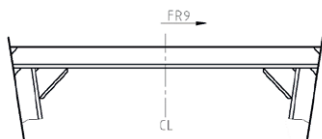


7 paveikslas. Vienodų kiaurymių vaizdavimas

Informacija apie įvairių kiaurymių matmenų žymėjimą pateikta ne tik standarte ISO 129-4, kuris apibrėžia laivų statybos brėžiniuose vaizduojamų įvairių angų matmenų žymėjimą, bet ir ISO 128-15:2013 standarte, kuris aprašo landų angų ir apšvietimo kiaurymių vaizdavimą.

Pjūvio vaizdavimas ir žymėjimas

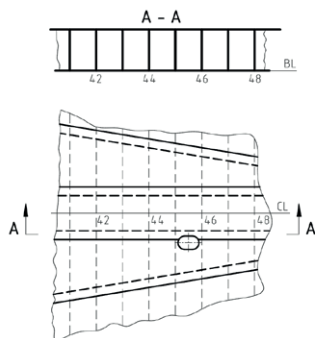
Pjūviai laivų statybos brėžiniuose nurodomi pagal ISO 128-15:2013 standartą. Išilginiame pjūvyje po pagrindine linija surašomi praktinių španhautų numeriai (6 pav.). Laivuose, atliekant skersinius pjūvius, dažnai kertančioji plokštuma sutampa su španhautu. Tuomet braižomi skersiniai pjūviai nurodant španhautą, per kurį eina kertančioji plokštuma, numerį ir žvilgsnio kryptį, pvz., 9 španhautas, žiūrėjimo kryptis į laivapriekį (8 pav.).



8 paveikslas. Skersinis pjūvis

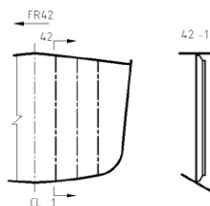
Bendrasis pjūvis reiškia pjūvį visose kitose pozicijose, išskyrus pjūvį, kai kertančioji plokštuma sutampa su španhautu.

Bendrasis pjūvis vaizduojamas nurodant kertančiosios plokštumos padėtį, žvilgsnio kryptį ir pjūvio pavadinimą didžiosiomis lotyniškėmis raidėmis (9 pav.).



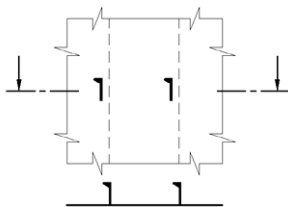
9 paveikslas. Bendrasis pjūvis

Skersiniame pjūvyje, virš kurio nurodytas španhauto, per kurį eina kertančioji plokštuma, numeris (FR 42), yra padarytas dar vienas pjūvis, vadinamas *sub-section* (standarte pateikta anglų kalba). Nurodyta *sub-section* pjūvio (42-1) kertančioji plokštuma ir žvilgsnio kryptis. Pjūvis nubraižytas išlaikant projekcinį ryšį. Virš nubraižyto *sub-section* pjūvio rašomas pavadinimas, kaip pavaizduota 10 paveiksle.



10 paveikslas. *Sub-section*

LST EN ISO 128-2:2020 standartas reglamentuoja linijų tipus ir parametrus. Laivo korpuso konstrukcijų brėžiniuose linijų plotis ir tipas priklauso nuo įvairių sąlygų, pertvarų paskirties. Brūkšninėmis linijomis brėžiami išilginiai ir skersiniai laivo korpuso ryšiai. Šio standarto G.1 priede pateikti laivų statybos brėžinių linijų tipai ir parametrai. Pastebėta, kad šiame standarte pateiktame pavyzdyje kertančiosios plokštumos padėtis žymima plačiąja ilgų brūkšnių su tašku linija, žvilgsnio kryptis nurodoma rodyklėmis (ištininė plačioji linija), besiremiančiomis į galinį brūkšnį (11 pav.).



11 paveikslas. Pjūvis

Pastebėta, kad informacija apie pjūvių vaizdavimą ir žymėjimą laivų statybos brėžiniuose pateikta ne tik ISO 128-15:2013 standarte, bet ir LST EN ISO 128-2:2020 standarte, kuris reglamentuoja linijų tipus ir parametrus.

Brėžiniai, nubraižyti nesilaikant standartų rekomendacijų, kelia pavojų netinkamai juos suprasti.

Išvados

Standartų taikymas brėžiniuose padeda tiksliau nubraižyti brėžinius ir naudotojui tinkamai juos suprasti.

Literatūra:

- Čerka, J. (2001). *Laivų braižyba*. Klaipėdos universiteto leidykla.
- International Organization for Standardization. (2013). *Technical product documentation (TPD) — General principles of presentation — Part 15: Presentation of shipbuilding drawings* (ISO 128-15:2013).
- International Organization for Standardization. (2013). *Technical product documentation. Dimensioning of shipbuilding drawings* (ISO 129-4:2013).
- Lietuvos standartizacijos departamentas. (2020). *Techniniai gaminių dokumentai. Bendrieji vaizdavimo principai. 2 dalis. Linijoms taikomos pagrindinės nuostatos* (LST EN ISO 128-2:2020).
- Lietuvos standartizacijos departamentas. (2007). *Standartizacija ir su ja susijusi veikla. Bendrasis aiškinamasis žodynas* (LST EN 45020:2007/P:2016-11. Tapatus ISO/IEC Guide 2:2004).

FEATURES OF ISO STANDARDS USED IN SHIPBUILDING DRAWING

Žana Špedt, Ieva Bernotienė

Summary

The article reviews the ISO standards used in shipbuilding drawings and analyzes the marking of dimensions, representation of sections, etc.

Keywords: shipbuilding drawings, standards, lines, dimensioning.

GRAFINIŲ OBJEKTŲ DUOMENŲ PERKĖLIMO METODAS DYNAMO SISTEMOS PRIEMONĖMS

Ramūnas Gečys¹, Algimantas Vasylius²

Kauno technikos kolegija¹, Kauno technologijos universitetas²

Įvadas

Statinio informaciniame modelyje turėtų būti saugoma grafinė ir kita informacija, reikalinga visiems statinio gyvavimo etapams, pradedant pradinio projekto įgyvendinimu ir baigiant jo gyvavimu, apimant ir jo pastatymą, rekonstrukcijas ar kitus pakeitimus. Statinio informacinis modelis saugo duomenis apie pastatą ir yra naudojamas ne tik pastato projektui kurti, bet ir lemia jo įgyvendinimą, valdymą, taikomas statybos technologijas (Eastman et al., 2048). Dabartiniu metu BIM modelis tampa centru, apie kurį sukasi visas statinio projektavimas. Sėkmingai spręsti tokius uždavinius, gebėti naudotis statinio informacinio modelio galimybėmis ir jam kurti įrankiais yra sudėtingas procesas, reikalaujantis kompetencijų ir gebėjimų. Pradedama nuo bazinių žinių apie pastatų geometrijos formavimą, jos redagavimą, ataskaitų ir žiniaraščių formavimą, architektūrinių elementų ir konstrukcijų bibliotekų naudojimą, kūrimą ir keitimą o baigiama mokėjimu dirbti su specializuotomis informacinio modeliavimo programomis, grupiniu darbu ir gebėjimu racionaliai realizuoti informacinius mainus tarp skirtingų statinio informacinio modeliavimo programų.

Atliekant informacinį statinių modeliavimą kai kada tenka susidurti su uždaviniais, kuriems reikia taikyti specialius įrankius ar metodus. Tokie įrankiai BIM modelio formavimą padaro lengvesnį. Ypač tai aktualu, kai reikia kurti BIM modelius ne nuo nulio, o turint jau kažkokius pastato statybinis brėžinius, kuriuose atvaizduoti pastato planai, fasadai, pjūviai, naudojami simboliai ir blokai. Tada būtina racionaliai įtraukti tą jau sukurtą grafinę ir skaitinę brėžinių informaciją į patį BIM modelį, jeigu reikia, ją pakeisti ir racionaliai panaudoti.

Kaip vieną iš tokių uždavinių galima paminėti informacijos apie blokus perkėlimą iš *AutoCAD* brėžinių į BIM modelį ir jų pavertimą BIM objektais. Tokį perkėlimą dažnai reikia atlikti, jeigu norima sukurti BIM modelį pagal jau turimus *CAD AutoCAD* programa sudarytus brėžinius.

Esant labai dideliame tokių blokų skaičiui, taip pat patogu panaudoti ir specializuotas priemones ir metodus, skirtus rutininiam darbui automatizuoti. Kaip

tik tokį metodą ir siūloma taikyti, naudojant vizualinio programavimo sistemą *Dynamo* ir jos bibliotekas.

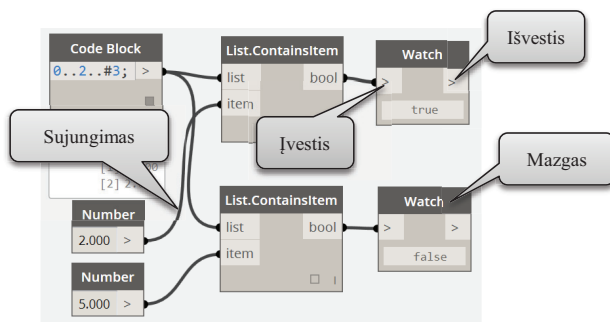
Vizualinio programavimo sistema *Dynamo*

Dynamo – tai atvirojo kodo vizualinio programavimo sistema, leidžianti lengvai ir aiškiai prisijungti prie *Revit* sąsajos, šitaip pasiekti statinio informacinio modeliavimo programos *Revit* funkcionalumą ir apsikeisti su ja reikalinga informacija (*Dynamo primer*, n. d.). Vietoj programų rašymo programavimo kalba *Dynamo* sistemos terpėje nubraižomas grafas, susidedantis iš tarpusavyje sujungtų viršūnių ar mazgų. Kiekviena viršūnė, pasirinkta iš viršūnių bibliotekos, atlieka jai priskirtus veiksmus. Bibliotekos gali būti standartinės, instaliuojamos kartu su *Dynamo* programavimo sistema, arba specialios, sukurtos atskiroms problemoms spręsti. Šios bibliotekos turi būti prijungtos papildomai. Toks programavimo metodas labiau tinka architektams ir inžinieriams, nes yra vaizdesnis ir suprantamesnis negu programavimo kalbos.

Vizualinio programavimo sistema *Dynamo* leidžia:

- išplėsti *Revit* programos funkcionalumą, atrasti naujas galimybes;
- automatizuoti rutininius darbus;
- pasiekti modelio duomenis, juos keisti ir analizuoti;
- greitai sukurti kelis projektavimo uždavinių sprendimo variantus ir iš jų išsirinkti geriausius.

Kiekvienas toks *Dynamo* mazgas atlieka specifines užduotis. Mazgai turi savo įvestis ir išvestis. Vieno mazgo išvestys sujungiamos su kitų mazgų įvestimis. Pačią programą ir reprezentuoja toks mazgų tinklas arba grafas (1 pav.). Programa vykdoma, nuosekliai pereinant nuo vienos grafo viršūnės prie kitos.



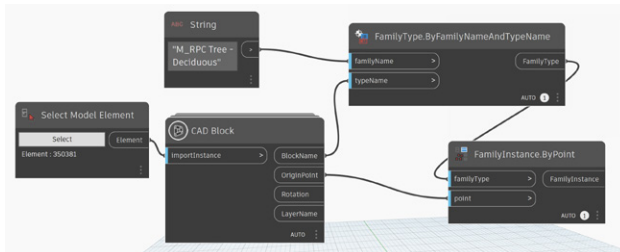
1 paveikslas. Programos fragmentas

Kiekvienas mazgas atlieka specifines funkcijas, kurias galima aprašyti pačioje viršūnėje programavimo kalba *Python* arba parinkti pačią viršūnę iš mazgų bibliotekos, kuri ir realizuoja reikalingą funkciją.

***AutoCAD* blokų pavertimas BIM objektais**

Automatizuojant didelio skaičiaus *AutoCAD* blokų pavertimą BIM šeimynų objektais, reikia atsižvelgti į šiuos momentus:

- Būtina prijungti specializuotą laisvai platinamą *Genius Loci* mazgų biblioteką, kuri leidžia *Revit* terpėje prisijungti prie *AutoCAD* brėžinių duomenų bazės ir ją valdyti.
- *AutoCAD* blokų pavadinimai turi sutapti su BIM šeimynų objektų tipų vardais. Kitu atveju būtina programiškai organizuoti jų atitikimą.
- Pertvarkyti taip *AutoCAD* brėžinį, kad jame liktų tik naudojami blokai. Kitus objektus galima ištrinti ir išsaugoti kaip brėžinio kopiją.
- Jeigu svarbus *AutoCAD* blokų pasukimo kampas, būtina į *Dynamo* programą įterpti ir papildomus mazgus, kurie perskaičiuotų objektų pasukimo kampus.



2 paveikslas. Blokų perkėlimo programos fragmentas

AutoCAD brėžinio blokų pavertimo BIM objektais *Dynamo* sistemos programos fragmentas pateiktas 2 pav. Čia *AutoCAD* brėžinys su blokais susiejamas su projektu komanda *Link CAD* kaip išorinė nuoroda. Aktyviame vaizde atveriamas brėžinys, kuriame vaizduojami blokai. Šis brėžinys ir yra analizuojamas naudojantis *Genius Loci* biblioteka.

Pirmasis programos mazgas *Select Model Element* leidžia pasirinkti vieną projekto elementą. Mūsų atveju pažymimas įterptas *AutoCAD* brėžinys. *Genius Loci* bibliotekos mazgas *CAD block* analizuoja įterptą *CAD* brėžinį kaip išorinę nuorodą ir suranda brėžinio blokus bei suformuoja sąrašus, kuriuose saugomi brėžinio blokų pavadinimai (*BlockName*), jų įterpimo taškai (*OriginPoint*), sluoksniai (*LayerName*) ir pasukimo kampai (*Rotation*).

Metodas *FamilyType.ByFamilyNameAndTypeName* randa konkrečius *Revit* šeimos objektus, pagal pateiktą šeimos pavadinimą (*FamilyName*) ir objekto tipo vardą (*TypeName*). Čia svarbu, kad objekto tipo pavadinimas sutaptų su *AutoCAD* brėžinio bloko pavadinimais. Jeigu taip nėra, tai tarp šių mazgų turėtų būti realizuota programa, kuri pakeistų blokų pavadinimus į *Revit* objektų tipų pavadinimus.

FamilyInstance.ByPoint metodas *Revit* projekte ir išdėsto sąrašo (*FamilyType*) objektų tipų kopijas, parenkant įterpimo koordinates iš sąrašo *point*.

Raikant šį metodą galima keisti *Dynamo* terpėje *AutoCAD* brėžinių blokus į *Revit* objektus. Tai sutaupo laiko ir kitų sąnaudų, kai perkeliame blokų yra labai daug.

Išvados

1. Vizualinio programavimo priemonės palengvina daug laiko sąnaudų reikalaujančią darbą, leidžia lengviau realizuoti ir analizuoti projektavimo sprendimus.
2. Aprašytos programavimo priemonės ir metodai pakeičia *AutoCAD* brėžinio blokus į *Revit* projekto objektus, o tai sumažina rutininio darbo apimtį kuriant BIM.

Literatūra:

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Lee, G. (2018). *A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. Wiley.

Dynamo primer (n. d.). https://primer.dynamobim.org/en/01_Introduction/1-1_what_is_visual_programming.html

METHOD OF TRANSFER OF GRAPHIC OBJECTS DATA BY DYNAMO SYSTEM MEANS

Ramūnas Gečys, Algimantas Vasylius

Summary

There is some need to extend possibilities of BIM. Dynamo system is proposed to automate some Revit tasks. A method for converting AutoCAD drawing blocks to BIM objects is proposed.

Keywords: BIM, Dynamo system, Revit, AutoCAD.

INŽINERINĖS IR KOMPIUTERINĖS GRAFIKOS DĖSTYMO YPATUMAI VILNIUS TECH ELEKTRONIKOS FAKULTETO STUDENTAMS

Birutė Juodagalvienė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Technologijų vystymasis pastaraisiais dešimtmečiais ir toliau auga ir tobulėja. Vyksta robotizacija, optimizuojami pramonės gamybos sektoriai ir pan. Bet iki šiol tam tikrą gamybos funkcijų dalį turi atlikti žmogus. Todėl labai svarbu įvaldyti naująsias technologijas, prisitaikant prie pokyčių. Dauguma gamybos procesų funkcijų yra susijusios su brėžiniais. Specialistas turi mokėti rengti ir suprasti konkrečios srities brėžinius. Lietuvos universitetuose inžinerinės ir kompiuterinės grafikos dalyko studijų metu kompetentingi dėstytojai moko sudaryti ir skaityti brėžinius, supažindina su standartais, lavina erdvinį mąstymą. Įgytos žinios ir gebėjimai paprastai būna reikalingi kaip tolesnėse studijose, taip pat ir būsimoje studentų darbinėje veikloje.

Straipsnio tikslas – išnagrinėti inžinerinės ir kompiuterinės grafikos dėstytojų ypatumus VILNIUS TECH Elektronikos fakultete, siekiant tinkamo dėstytojų kompetencijų lygio atitikimo, aiškinant pagal specialybę atliekamus darbus.

Dėstytojų kvalifikacijos

VILNIUS TECH inžinerinės ir kompiuterinės grafikos dalyką dėsto dviejų katedrų (Inžinerinės grafikos ir Grafinių sistemų) dėstytojai. Didžiąją dalį šio dalyko modulių skirtingiems fakultetams kuruoja Inžinerinės grafikos katedra. Joje dirba skirtingų VILNIUS TECH studijų programų absolventai ir dažniausiai jie veda užsiėmimus tos pačios specialybės studentams, pvz., baigę statybos krypties studijas dirba su Statybos ir Aplinkos inžinerijos fakultetų studentais, mechanikos – su Mechanikos ar Transporto inžinerijos fakultetų studentais. Paprastai skirtingų specialybių studentams inžinerinės ir kompiuterinės grafikos kurse paskutinis darbas yra susijęs su būsima specialybe. Pavyzdžiui, mechanikos specialybės studentai atlieka surinkimo, mechaninio detalių apdirbimo ir pan. brėžinius, statybos specialybės studentai braižo pastatų brėžinius (planus,

pjūvius, fasadus), cokolio, karnizų, atitvarų šiltinimo mazgus ir pan. Yra puiku, jei studentų specialybės grafinį darbą moderuoja tos pačios ar artimos specialybės dėstytojas, bet, jei tokių galimybių nėra, kyla tam tikrų keblumų.

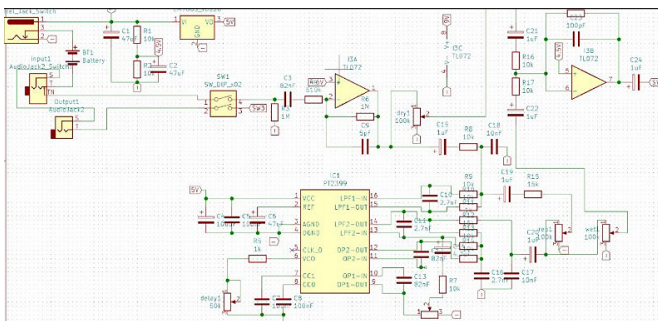
Grafinių sistemų katedra yra profilinė, kuriojanti Multimedijos ir kompiuterinio dizaino programą, todėl joje dirba labai skirtingų specialybių dėstytojai, kurių didžioji dauguma inžinerinės grafikos dalyko nemoka ir užsiėmimų neveda. Jie dėsto meninę raišką, žmogaus ir kompiuterio sąveiką, multimedijų dizainą, kino produkciją, įvairaus programavimo dalykus. Šie dėstytojai veda vieno ar dviejų dalykų teorinius ir praktinius užsiėmimus, dažniausiai net pavadavimo organizavimas katedrai yra sunkiai įgyvendinamas procesas. Grafinių sistemų katedroje inžinerinės grafikos užsiėmimus veda tik keli statybos krypties studijas baigę dėstytojai. Inžinerinės ir kompiuterinės grafikos dalykas dėstomas verslo vadybos, transporto logistikos ir elektronikos specialybių studentams. Su socialinių mokslų fakultetų studentais inžinerinės grafikos kurso apimtis ir užduotys sprendžiamos nesudėtingai (Juodagalvienė ir Navickienė, 2019; Navickienė ir Juodagalvienė, 2019), o su Elektronikos fakulteto studentais kyla tam tikrų keblumų. Kaip žinia, profilinės katedros pageidauja, kad šiame kurse būtų atliekamos su specialybe susijusios užduotys. 2021–2022 m. m. su Elektronikos fakulteto studentais buvo išbandyta *KiCAD* programa, skirta elektroninėms schemoms modeliuoti. Katedros dėstytojams įsisavinant programos pradmenis, kompetencijų pakako, bet darbo turiniui suvokti reikėjo specifinių elektronikos specialybės pagrindų.

Užduotys *AutoCAD* programa Elektronikos fakultete

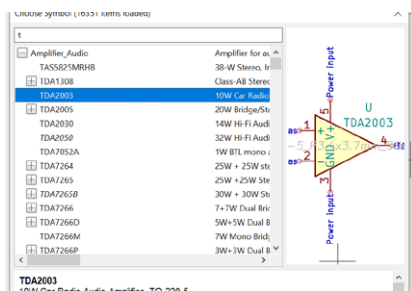
VILNIUS TECH Elektronikos fakulteto visų specializacijų studentams inžinerinės ir kompiuterinės grafikos dalykas dėstomas pirmajame semestre. Studijų koordinatorių pageidavimu minėtą kursą sudaro dvi dalys: kompiuterinės grafikos teorija (15 akademinių val. per semestrą) ir praktikos užsiėmimai, kurių metu studentai įsisavina *AutoCAD* programą (15 akademinių val. per semestrą). Tai gi šiame kurse studentų praktiniams darbams skirti 7–8 užsiėmimai. Atliekami trys darbai: 2D modeliavimo, 3D modeliavimo + kontrolinis darbas (*AutoCAD* programa) ir specialybės darbas (*KiCAD* programa). Specialybės darbe studentai turi sukurti vidutinio sudėtingumo veikiančią elektroninę schemą.

2021–2022 m. m. šiems studentams dėstantys dėstytojai savarankiškai susipažino su *KiCAD* programa. Mokymo procesas vyko sklandžiai iki tol, kol dėstytojui reikėjo įvertinti atliktą užduotį. Įvertinimui studentas pateikė

elektroninę schemą, pasirinktą internete rastriniu formatu (1 pav.), ir veikiančią schemą, atliktą *KiCAD* programa. Statybos studijas baigęs dėstytojas įvertinti, ar schema sumodeliuota teisingai, negali. Jis gali palyginti tai, kas pateikta rastriniame faile, ir ką sumodeliavo studentas. Ir šiuo atveju įvyksta nesusipratimai: dėstytojas mato, kad sumodeliuotas vaizdas ne visai atitinka rastrinį atvaizdą, t. y. kai kurie komponentai ne taip atvaizduojami. Iškilus ginčams, paaiškėjo, kad didelė dalis elektroninių schemų komponentų (kondensatoriai, rezistoriai, tranzistoriai, diodai ir t. t.) gali būti vaizduojami skirtingai, be to, skirtingose specializuotose programose pateikiami skirtingi komponentų atvaizdai (2 pav.). Džiugu, kad dalis į Elektronikos fakultetą įstojusių studentų jau yra sukūrę ne vieną elektroninę schemą ir puikiai orientuojasi jos komponentuose. Bet šiuo atveju dėstytojas neturėjo pakankamos kompetencijos vertinti, ką studentas įvardijo kaip pavaizduotą komponentą, tad dėstytojas turėjo sutikti su studento nuomone. Bet ne visi studentai savarankiškai buvo susipažinę su šiais komponentais ir konsultuotis turėjo su savo grupės studentais, o ne su dėstytoju.



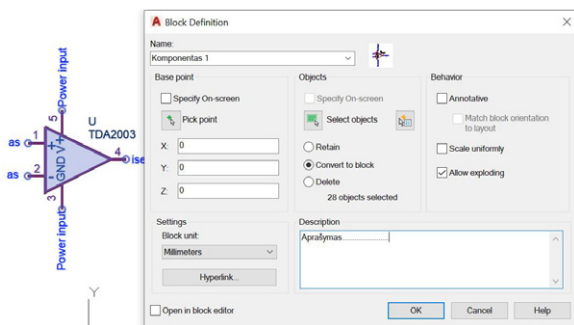
1 paveikslas. Internete pasirinkta elektroninė schema



2 paveikslas. *KiCAD* programoje reikiamo komponento paieška

Idėja būsimam 2022–2023 mokslo metų darbui su elektronikos specialybės studentais

Jau prieš 20 metų *AutoCAD* programoje atsirado galimybė kurti blokus su atributais, o prieš gerą dešimtmetį, siekiant šį darbą optimizuoti, buvo sukurti dinaminių blokų kūrimo įrankiai. *KiCAD* ir analogiškų programų komponentai yra sukurti būtent dinaminių blokų pagrindu. Iš esmės tai blokai, turintys dinaminių savybių, kai elementus galima rodyti / slėpti, ištempti, perkelti, pasukti ir keisti bloko geometriją. Norint sukurti dinaminį bloką, būtina turėti bent vieną veikiantį parametrą, prieš tai sukūrus bloką su atributais (3 pav.). Parametrai apibrėžia specialias dinaminio bloko savybes: padėtis, atstumą, kampus. Parametrai taip pat gali apriboti įvedamas reikšmes.



3 pav. *AutoCAD* dialogo langas blokams kurti

Tikėtina, kad kitai Respublikinei konferencijai bus parengtas pranešimas apie tai, kaip sekėsi įgyvendinti numatytą idėją.

Išvados

1. Dėstytojai privalo suprasti ir gebėti konsultuoti studentus visais klausimais, susijusiais su užduotimis.
2. Dėstytojas, vedantis inžinerinės grafikos užsiėmimus, neprivalo mokėti sudaryti elektroninės schemos ar konsultuoti tokio pobūdžio darbą.
3. Tikslinga panaudoti *AutoCAD* programoje esančius blokus, siekiant sukurti schemos atvaizdą pagal duotąjį.
4. Internetu galima rasti daug jau sukurtų dinaminių blokų, bet įsisavinti jų kūrimą – puiki idėja, studentai įgaus pradžios kurdami specializuotų programų komponentus.

Literatūra:

- Juodagalvienė, B. ir Navickienė, V. (2019). Inžinerinės grafikos dalyko dėstymo verslo krypties studijose ypatumai. Iš *Inžinerinė ir kompiuterinė grafika. Konferencijos pranešimų medžiaga* (p. 17–21). Akademija.
- Navickienė, V. ir Juodagalvienė, B. (2019). Verslo krypties studentų inžinerinės grafikos dalyko mokymo(si) aspektai. Iš *Inžinerinė ir kompiuterinė grafika. Konferencijos pranešimų medžiaga* (p. 22–27). Akademija.

PECULIARITIES OF TEACHING ENGINEERING AND COMPUTER GRAPHICS AT THE FACULTY OF ELECTRONICS

Birutė Juodagalvienė

Summary

At the request of the leading department, the last work for the students of the Faculty of Electronics is related to the modeling of electronic circuits. In the event of difficulties with this work with KiCAD, it is proposed to model AutoCAD using block construction functions in the next academic year.

Keywords: Engineering graphic, Faculty of Electronics, task by specialty.

GRUPINIO DARBO STUDIJŲ METODO TAIKYMAS DĖSTANT KOMPIUTERINIO PROJEKTAVIMO DALYKUS

Vilma Šipailaitė-Ramoškienė

Kauno kolegija

Įvadas

Grupinio darbo metodo taikymas inžinerinėse studijose plačiau pradėtas taikyti ne taip seniai. Šio darbo patirtis dar nėra didelė, todėl šis metodas galėtų būti efektyvinamas ir plačiau taikomas. Grupinis darbas motyvuoja studentus siekti naujų tikslų ir įgyti svarbių profesinių žinių. Atlikdami grupinio darbo užduotis, grupės nariai išmoksta komunikuoti tarpusavyje, spręsti kylančias socialinio bendravimo problemas, diskutuoti jų specialybei aktualiomis temomis, bendradarbiauti atliekant sunkesnes užduotis.

Grupinių užduočių ir atsiskaitymų svarbą grindžiama dviem aspektais. Pirmas – mokėjimas dirbti grupėje yra vienas patraukliausių gebėjimų būsimiems darbdaviams, t. y. labai svarbu, kad studentai gebėtų pajauti savo stipriąsias ir tobulinti silpnąsias puses ne tik profesiniu, bet ir socialinių ir emocinių įgūdžių (angl. *soft skills*) požiūriu (Maiden & Perry, 2010; Mellor, 2012; Sridharan, Tai & Boud, 2019 cit. iš Kapociūtė, 2020). Antras – grupinio darbo metu atliekamos užduotys ir atsiskaitymai paskatina visapusiškesnę mokymąsi (Maiden & Perry, 2010 cit. iš Kapociūtė, 2020).

Studentai gana teigiamai vertina grupinio darbo teikiamą naudą ir ugdomus įgūdžius (Adnan et al., 2019), tačiau nemaža dalis visgi rinktųsi asmeninį atsiskaitymą, t. y. norėtų, kad jų balas priklausytų tik nuo jų pačių gebėjimų ir pastangų (Davies, 2009). Dažniausiai taip būna dėl to, kad dėstytojai neretai visiems grupės nariams skiria bendrą įvertinimą, neatsižvelgdami į skirtingos vertės ir kokybės indėlį į galutinį rezultatą ar atsiskaitymą, ir tai studentams kelia papildomą stresą ir nerimą, nes ne visada grupė yra funkcionali, be konfliktų ir pan. (Maiden & Perry, 2010 cit. iš Kapociūtė, 2020).

Dažniausiai pasitaikantis atvejis, kai už grupinį darbą vienodą įvertinimą gavę visi studentai jį sieja su akademinio nesąžiningumu, t. y. studentai, kurie neatlieka jokių užduočių, iš esmės nedaro nieko, gauna tokį patį įvertinimą kaip ir kiti grupės nariai, atlikę visą darbą.

Kartais grupinio darbo kaip studijų metodo taikymas gali nepasiteisinti ir studentai neįgis įgūdžių, kurių tobulinimą ir skatina grupinis darbas. Pavyzdžiui, tie studentai, kurie turi pakankamai žinių ir įgūdžių atlikti pavestą užduotį, pastebėję, kad grupėje yra einančių pasroviui studentų, nebenori atlikti viso darbo ir uždirbti kitiems gerų balų, todėl taip pat nusprendžia nebeprisidėti prie užduoties įvykdymo arba nesilaikyti nustatyto termino ir atlikti užduotį ne taip kokybiškai, kaip galėtų (Davies, 2009 cit. iš Kapočiūtė, 2020).

Svarbu, kad dėstytojas pastebėtų, ar iš tikrųjų prie grupinio darbo neprisidedantys studentai tai daro sąmoningai, siekdami išvengti darbo ir atsakomybės. Būtina įvertinti ir kitas aplinkybes, lemiančias tokių studentų elgesį: nepasitikėjimą savo jėgomis (Mellor, 2012), etninius ar tautinius skirtumus, socialinių įgūdžių stoką (Kapočiūtė, 2020).

Studentų asmeninės atsakomybės vengimas atliekant grupines darbo užduotis yra pagrindinė šio studijų metodo problema.

Darbo tikslas – įvertinti grupinio darbo efektyvumą dėstant kompiuterinio projektavimo dalykus, taikant skirtingas užduočių vertinimo metodikas.

Darbo metodai: literatūros šaltinių analizė, studentų apklausa, turinio analizė ir grupinio darbo stebėjimas.

Tik grupės vertinimo metodas, kai atlikto darbo įvertinimas yra bendras visai grupei

Šis vertinimo metodas taikytas grafinio projektavimo dalyko studentų grupiniam darbui įvertinti. Minėto dalyko grupiniam darbui atlikti Kauno kolegijos pramoninio dizaino inžinerijos antro kurso studentai buvo suskirstyti į grupes po tris studentus. Studentų grupes suformavo dalyką dėstantis dėstytojas savo nuožiūra, bet iš dalies atsižvelgė ir į studentų pageidavimus – kas su kuo labiau norėtų dirbti grupėje. Visoms grupėms paskirta užduotis – suprojektuoti išskirtinio dizaino nesudėtingos konstrukcijos kėdę. Atlikta užduotis buvo vertinama pažymiu, kuris yra bendras visai grupei, t. y. nepriklausomai nuo studento indėlio ir/ar jo kokybės, visi nariai vertinami vienodu balu. Pagrindinės problemos, kilusios atliekant šią užduotį, buvo tos, kad ne visi studentai geranoriškai įsitraukė į užduoties atlikimą arba teigė, kad apskritai nesutverti dirbti grupėje, nes yra individualistai. Kaip teigia Delaney et al. (2013), šis vertinimo metodas sudaro palankias sąlygas vengti asmeninės atsakomybės. Todėl dėstytojo užduotis – paaiškinti studentams šio studijų metodo esmę bei kokių studijų tikslų ir rezultatų siekiama šiuo studijų metodu. Kitų autorių patirtis

rodo, kad nereikia vengti šio vertinimo metodo, nes kiekvienam grupės nariui skiriamas vienodas balas suponuoją pasidalytą atsakomybę bei sudaro sąlygas išmokti ne tik atlikti užduotį kartu, bet ir įgyti grupinio darbo įgūdžių (Centre for Academic Development, 2013) – bendradarbiauti, imtis lyderystės, valdyti grupės žmogiškuosius, laiko ir kitus išteklius, skirstyti užduotis, prisiderinti prie kitų grupės narių, išdrįsti atskleisti savo kompetenciją, netgi motyvuoti prisidėti grupėje nedirbančius – einančius pasroviui – studentus ir pan. (Kapočiūtė, 2020).

Skirtingų paskatų vertinimo metodas, kai studento darbo įvertinimas susideda iš savęs vertinimo ir kiekvieno grupės nario vertinimo

Inžinerinės grafikos paskaitų metu pramoninio dizaino inžinerijos pirmo kurso studentai buvo suskirstyti į grupes atsitiktiniu būdu. Kiekviena darbo grupė buvo sudaryta iš keturių narių. Užduotis studentų grupėms – sukurti etninio rašto eskizą, kuris būtų lazeriu išgraviruotas medinio baldo drelėse, ir parengti eskizo 2D brėžinį *AutoCAD* programa. Grupiniam darbui vertinti taikytas savęs vertinimo ir grupės narių vertinimo metodas. Savęs vertinimas reiškia, kad kiekvienas studentas pats įvertina savo indėlį, kurį galima lyginti su kitų grupės narių vertinimais, o dėl galutinio įvertinimo sprendžia dėstytojas (Delaney et al., 2013 cit. iš Kapočiūtė, 2020).

Individualaus vertinimo šalininkai teigia, kad dėstytojas yra išorinis grupinio darbo stebėtojas, todėl grupės vidinės dinamikos ir santykių matyti negali (Sridharan, Tai & Boud, 2019), nes daugiausia darbo atliekama nekontaktinio (neauditorinio) darbo metu (Grammenos et al., 2019), todėl tik pačių studentų į(si)vertinimai gali atskleisti grupės dinamiką, problemas, pasiekimus, taip pat demaskuoti nesąžiningus studentus. Taip pat manoma, kad studentų į(si)vertinimai skatina studentus labiau stebėti savo veiksmus grupėje (Sridharan, Tai & Boud, 2019): įdedamas pastangas, klaidas ir pan. (Kapočiūtė, 2020).

Visgi savęs įsivertinimas turėtų minimaliai lemti galutinį užduoties pažymį, nes pastebėta, kad vieni studentai linkę save nuvertinti, o kiti – nepagrįstai save pervertinti. Todėl buvo taikytas ir grupės narių vertinimas, kai kiekvienas studentas įvertina savo grupės narių indėlį atliekant užduotį. Šio vertinimo šalininkų nuomone, studentai patys gali lengviau stebėti, kaip vyksta darbas grupės viduje, įvertinti individualias grupės narių pastangas ir indėlį į bendrą rezultatą (Delaney et al., 2013 cit. iš Kapočiūtė, 2020).

Išskiriamos šios grupės narių vertinimo naudos: 1) teisingesnis metodas vertinti grupinį darbą, nes studentams yra aiškiai žinomas grupės narių indėlis; 2) skatina studentų savarankiškumą ir leidžia vystyti jų asmeninius ir tarpusavio santykių įgūdžiams; 3) išankstinis vertinimo procedūros žinojimas leidžia geriau suprasti, kas vertinama kaip itin geros kokybės darbas; 4) žinojimas, kad tave vertins ir grupės nariai, studentą skatina dėti daugiau pastangų; 5) leidžia sumažinti dėstytojo laiką siekiant objektyviai įvertinti grupinį darbą (Kapočiūtė, 2020).

Apibendrinant grupinio darbo stebėjimo rezultatus, galima teigti, kad skirtingų paskatų vertinimo metodas yra vienas efektyviausių grupinio darbo vertinimo metodų, bet buvo pastebėta ir akademinio nesąžiningumo atvejų.

Mišrus grupinio darbo vertinimo metodas, kai *tik grupės vertinimo metodas taikomas kartu su studento individualiu vertinimo metodu*

3D projektavimo studijų dalyko paskaitose grupinis darbas buvo susietas su studentų individualiomis užduotimis. Toks grupinio darbo modelis pasirinktas siekiant išvengti studentų atsakomybės vengimo atliekant grupines užduotis. Sudarytos trys darbo grupės po 6 studentus (maksimalus narių skaičius grupėje). Viena grupė sudaryta iš studentų, kurie studijų metu yra jau „susidraugavę“. Kitos dvi grupės sudarytos parenkant studentus atsitiktine tvarka. Mišraus grupinio darbo užduotis susideda iš dviejų užduočių: pirmoji grupinė užduotis: sukurti studentų bendrabučio kambario apstatymo dizainą; antroji individuali užduotis: iš atlikto grupinio darbo studentas turėjo pasirinkti vieną baldą ir parengti detales jo brėžinius. Gaminio dizainas ir medžiagos individualiame darbe neturėjo skirtis nuo grupės užduotyje sukurtų baldų.

Abiejų vertinimo metodų taikymas kartu turi teigiamų ir neigiamų bruožų. Viena vertus, individualus vertinimas nustato aiškas atsakomybės ribas ir padeda užtikrinti visų įsitraukimą (Delaney et al., 2013 percituota iš Kapočiūtė, 2020). Kita vertus, individualus vertinimas gali ir suklaidinti studentus. Grupinio darbo tikslas – pasiekti rezultatą bendradarbiaujant, o individualus vertinimas kaip tik gali paskatinti grupės narių konkurenciją (Centre for Academic Development, 2013 cit. iš Kapočiūtė, 2020).

Tiek grupinį darbą, tiek individualias užduotis vertino dėstytojas, skirdamas didelį dėmesį grįžtamajam ryšiui iš studentų ir sistemingai organizuodamas

tarptines projekto vykdymo peržiūras. Dažnos grupinio darbo peržiūros dėstytojui leido išsiaiškinti, kurie studentai daugiau įsitraukė į grupinį darbą, o kurie mažiau, taip pat nuosekli užduoties atlikimo kontrolė leido studentams neatsipalaiduoti ir atsakingiau žiūrėti į grupinį darbą.

Atlikus grupinio darbo užduotį, studentų buvo paprašyta atsakyti į tris klausimus (toliau pateikiama su gautais studentų atsakymais):

Kas labiausiai patiko grupiniame darbe?

- Visi grupės nariai buvo aktyvūs, įsitraukę į darbą.
- Kiekvienas atsakingai atliko savo užduotį.
- Puikus bendradarbiavimas tarp grupės narių, pagalba vienas kitam.
- Tolerancija kiekvienai idėjai.
- Greitesni darbo rezultatai, sugeneruota daug naujų idėjų.
- Išmokome labiau gerbti ir vertinti vienas kito nuomonę, priimti pagrįstą kritiką.
- Tokie grupiniai projektai sukuria bendruomeniškumo jausmą, labiau suartina studentus studijų metu.
- Linksmai praleistas laikas.

Kas buvo sunkiausia atliekant grupinį darbą?

- Susiplanuoti užduoties aptarimo laiką.
- Darbo organizavimas grupėje ir jo pasiskirstymas.
- Pasirinkti medžiagas, kurios derėtų tarp visų projekto gaminių.
- Išdėlioti baldus, kad atitiktų funkcionalumą ir būtų patogūs bei atitiktų kiekvieno grupės nario norą.
- Priimti kritiką iš kolegų, nes studijų metu atliekami darbai buvo individualūs ir visa atsakomybė tekdavo vienam žmogui, o ne grupei.

Kokių naujų įgūdžių įgijote atlikdami grupinio darbo užduotį?

- Dauguma išbandė *SketchUp* programą.
- Susipažinome su gaminio kūrimo procesu iš arčiau.
- Susipažinome su baldams keliamais ergonominiais reikalavimais.
- Mokėmės geriau išklausti vieni kitus.
- Skatinome diskusiją ir mokėmės ieškoti problemų sprendimo būdų.
- Pagerinome *Autodesk Inventor* ir *Solidworks* programos įgūdžius.
- Naujų medžiagų ir inovacijų taikymas kuriant naują gaminį.
- Sprendimų ieškojimas grupėje.

Taip pat studentų buvo prašyta išvardyti grupinio darbo stiprybes bei silpnybes, kurias pastebėjo atlikdami grupinio darbo užduotį (1 lentelė).

1 lentelė. Grupinio darbo studijų metodo stiprybės ir silpnybės

STIPRYBĖS	SILPNYBĖS
Bendravimas (komunikavimas)	Blogas laiko planavimas
Esamų ryšių tvirtinimas	Noras atidėlioti grupės susitikimus
Naujų santykių kūrimas	Skirtingas darbo indėlis
Užmegzti stiprūs ryšiai ateičiai	Iniciatyvos stoka
Bendradarbiavimas	Nuomonių nesutapimas
Dalijimasis žiniomis	Nusileidimas kito nuomonei dėl
Ugdoma tolerancija kitų idėjoms	geresnių santykių
Lyderystės įgūdžių formavimas	Skirtingas žinių lygis tarp grupės narių
Veiksmingas problemų sprendimas	Per daug laiko skiriama pokalbiams ne
Idėjų įvairovė	apie atliekamą užduotį
Skirtingos grupės narių patirtys	Ilgį susitikimai yra neproduktyvūs
Pasitikėjimas	Idėjų neišklausymas ir jų nesupratimas
Diskusijos	Konkurencija
Visų grupės narių aktyvumas	Konfliktai (buvusių gerų ryšių
Darbo našumas	gadinimas)
Lengvas bendrų sprendimų priėmimas	Savęs lyginimas su kitais
Mokymasis išsiklausyti į kitų nuomonę	Savęs nuvertinimas
Atvirumas	Grupės nario darbo neatlikimas laiku ir
Gera darbo atmosfera	laiko tempimas
Gera juoko dozė	Idėjų nepastovumas

Apklauskos rezultatai parodė, kad studentai palankiai vertina grupinį darbą kaip studijų metodą. Grupinis darbas skatina studentus bendradarbiauti, moko efektyvaus komunikavimo, informacijos dalijimosi, išsiklausymo į kito nuomonę bei pasiūlymus. Taip pat stiprina grupės bendrumą, atvirumą, susitelkimą, vieningumą, įsitraukimą, pasitikėjimą savo grupės nariais. Studentai, dirbdami grupėje, taip pat kelia ir savo savivertę, geriau pažįsta save, geba įvertinti savo stiprybes ir mokosi jas pritaikyti grupėje. Taip pat pabrėžiama esamų ryšių tvirtinimo ir naujų santykių kūrimo svarba. Studentų manymu, užmegzti stiprūs ryšiai grupinio darbo metu bus naudingi ateityje profesinėje veikloje.

Studentų apklauskos rezultatai taip pat atskleidė, kad grupinio darbo kaip studijų metodo taikymas gali netikti ir studentai neįgis reikiamų įgūdžių, kai grupę sudaro „susidraugavę“ grupės nariai. Minėtos grupės studentai išskyrė šias grupinio darbo silpnybes:

- ginčų nebuvimas;
- nusileidimas kito nuomonei, nes pažįsti tą žmogų;
- nenoras įžeisti, todėl neišsakoma visa nuomonė;
- nesukurti ryšiai su naujais žmonėmis;

- dėl komfortiškos aplinkos idėjos generuojamos silpniau;
- laiko švaistymas istorijų pasakojimui, juokeliams.

Visos studentų grupės kaip pagrindinę grupinio darbo silpnybę įvardijo blogą laiko planavimą ir grupės susitikimų atidėliojimą. Todėl labai svarbu, kad būtų aiškiai suformuluotas grupinio darbo tikslas, užduotys ir jų įvykdymo terminai. Po kiekvienos grupinės užduoties būtina aptarti darbo rezultatus ir paskatinti grupę diskutuoti apie priimtus sprendimus, grupės stiprybes ir silpnąsias vietas. Svarbu dėstytojui pakankamai laiko skirti grupių susitikimams ir konsultacijoms, nes grupinio darbo stebėjimas gali laiku užkirsti kelią pertekliniams veiksams siekiant užduoties tikslo.

Išvados

Remiantis studentų apklausos rezultatais ir grupinio darbo stebėjimu, galima teigti, kad, siekiant užtikrinti efektyvų studentų darbą grupėse, labiausiai pasiteisino mišraus grupinio darbo studijų metodas. Grupinį darbą papildžius individualiomis užduotimis, kurias įmanoma atlikti tik atlikus grupinį darbą, pastebėta, kad studentai aktyviau įsitraukia į darbą grupėje, nevengia asmeninės atsakomybės, nepastebėta akademinio nesąžiningumo atvejų. Mažiausiai pasiteisino grupinio darbo organizavimas, kai grupei paskiriama viena užduotis ir, nepriklausomai nuo studento indėlio ir jo kokybės, visi nariai vertinami vienodu balu. Tokio grupinio darbo metu pasitaikė akademinio nesąžiningumo atvejų, taip pat keli studentai visiškai neįsitraukė į grupės darbą.

Literatūra

- Adnan, N. L., Sallem, N. R. M., Muda, R., & Abdullah, W. K. W. (2019). Is current formative assessment still relevant in turning students into deep learners? *TEM Journal*, 8(1), 298–304.
- Bryant, S. M., & Albring, S. M. (2006). British psychology students' perceptions of group-work peer assessment. *Issues in Accounting Education*, 21(3), 241–265. <https://doi.org/10.2308/iace.2006.21.3.241>
- Centre for Academic Development. (2013). Guidelines "Group Work and Group Assessment". Victoria University of Wellington. <https://www.wgtn.ac.nz/learningteaching/support/approach/guides/group-work-and-assessment/group-work-assessment.p>
- Davies, W. M. (2009). Groupwork as a form of assessment: common problems and recommended solutions. *Higher Education*, 58, 563–584. <https://doi.org/10.1007/s10734-009-9216-y>

- Delaney, D. A., Fletcher, M., Cameron, C., & Bodle, K. (2013). Online self and peer assessment of team work in accounting education. *Accounting Research Journal*, 26(3), 222–238. <https://doi.org/10.1108/ARJ-04-2012-0029>
- Grammenos, R., Garcia-Souto, P., Chester, I., & Gimeno, L.A. (2019). Peer assessment of individual contribution in group work: a student perspective. In *Proceedings of the SEFI 47th Annual Conference*. European Society for Engineering Education (SEFI).
- Kapočiūtė, K. (2020). *Objektyvus ir sąžiningas grupinių darbų vertinimas*. Akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus tarnyba. https://etikostarnyba.lt/wp-content/uploads/2020/11/Gaires_Objektyvus-ir-saziningas-vertinimas.pdf
- Maiden, B., & Perry, B. (2010). Dealing with free-rider in assessed groupwork: result from study at UK university. *Evaluation in Higher Education*, 36(4), 451–464. <https://doi.org/10.1080/02602930903429302>
- Mellor, T. (2012). Groupworks assessment: some key considerations in developing good practice. *Planet*, 25(1), 16–20. <https://doi.org/10.11120/plan.2012.00250016>
- Sridharan, B., Tai, J., & Boud, D. (2019). Does the use of summative peer assessment in collaborative group work inhibit good judgement? *Higher education*, 77(5), 853–870. <https://doi.org/10.1007/s10734-018-0305-7>

APPLICATION OF THE GROUP WORK STUDY METHOD IN THE TEACHING OF COMPUTER DESIGN SUBJECTS

Vilma Šipailaitė-Ramoškienė

Summary

One of the problems with group work assignments is students that avoid personal responsibility while participating in the work progress.

The aim of the work is to evaluate the effectiveness of group work in the teaching of computer design subjects, applying different methodologies of task assessment.

Keywords: group work, individual work, study methods, assessment methods

VAIZDO TURINIO KŪRIMAS INŽINERINĖS GRAFIKOS STUDIJOMS

Violeta Vilkevič

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Inžinerinė grafika – mokslas apie daiktų grafinio vaizdavimo plokštumoje taisykles, būdus ir priemones. Studijų metu supažindinama su teoriniais brėžinio sudarymo pagrindais, nagrinėjama geometrinė ir techninė braižyba. Mokydamiesi inžinerinės grafikos studentai įgyja pirmuosius darbo su grafiniais pakeitais įgūdžius, gauna žinių, kaip rengti techninius konstrukcinius dokumentus pagal naujausių standartų reikalavimus. Siekiant kuo suprantamiau, vaizdžiau ir aiškiau išdėstyti dalyko medžiagą, paskaitų ir praktinių užsiėmimų metu taikomi įvairūs informacijos pateikimo būdai: braižymas lentoje, kompiuterinių ir animuotų skaidrių, parengtų *PowerPoint* programa, rodymas, vaizdo medžiagos demonstravimas ir kt. (Nagreckienė ir Vdovinskienė, 2011)

Šiame straipsnyje apžvelgiami inžinerinės grafikos dalyko medžiagos pateikimo būdai, aptariami vaizdo medžiagos naudojimo mokymui ypatumai.

Mokomosios medžiagos pateikimo būdų privalumai ir trūkumai

Braižymas lentoje ilgą laiką buvo vienas pagrindinių būdų pateikti dalyko medžiagą paskaitų ar praktinių užsiėmimų metu. Jis vis dar taikomas, nors turi savo trūkumų: šiuo būdu pateiktos informacijos negalima išsaugoti ilgesniam laikui, ne visada aiškiai matomas nubraižyto daikto vaizdas, norint kokybiško brėžinio, reikia naudoti skirtingų spalvų priemones ar papildomus įrankius (ličiuotę, skriestuvą).

PowerPoint programa galima parengti daug skaidrių ir pateikti nemažai dalyko medžiagos. Kad ji būtų suprantamesnė ir patrauklesnė, naudojami įvairūs šios programos įrankiai. Tačiau informacija skaidrėse turi būti glausta. Įkėlus į jas brėžinius, tekstui daug vietos nelieta. Todėl kartais tenka dalį informacijos perkelti į kitą skaidrę ir pristatant medžiagą vis grįžti atgal, norint parodyti ankstesnėje skaidrėje esantį brėžinį.

Animuotos skaidrės padeda studentams geriau įsisavinti dalyko medžiagą, nes jie gali matyti geometrinio uždavinio sprendimo eigą. Tačiau ir to kartais nepakanka papildomai neaprašius uždavinio sprendimo algoritmo, ne visada studentai suvokia, į ką reikia atkreipti dėmesį, todėl klaidingai supranta kai kurią animuotoje skaidrėje pateiktą grafinę informaciją.

Studijoms sukurta vaizdo medžiaga turi privalumų – vienu metu galima pateikti informaciją vaizdu, tekstu ir garsu. Taip pat galima parodyti daugiau vaizdų (pvz., vieną teisingą, kitą su klaidomis) ir juos analizuoti. Be to, yra įvairių vaizdo turinio kūrimo įrankių, todėl dalyko medžiagą nesudėtinga pateikti įdomiai ir ja studentai gali naudotis bet koku jiems tinkamu metu. Toks informacijos pateikimo būdas taip pat turi trūkumą – jei sukuriame didelės apimties vaizdo failai, tenka tam tikrais būdais mažinti jų dydį. Šią problemą galima išspręsti panaudojus failų glaudinimo technologijas, pasirinkus kitą formatą ar sukūrus smulkesnės temoms atskirus vaizdo įrašus.

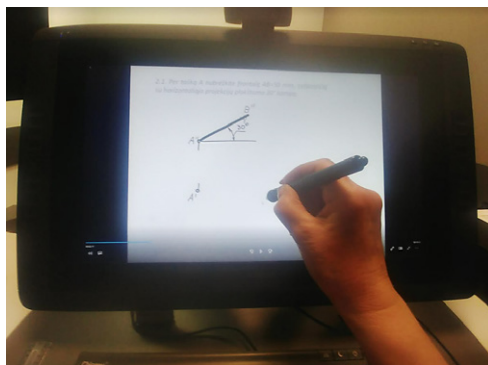
Vaizdo medžiagos kūrimas nuotolinėms studijoms

Prieš dešimtmetį Vilniaus Gedimino technikos universitetas pirmą kartą Lietuvoje pasiūlė mokytis inžinerijos nuotoliniu būdu (Pirmą kartą Lietuvoje..., 2012). Visa studijoms reikalinga medžiaga (taip pat ir inžinerinės grafikos dalyko) turėjo būti pateikta virtualiojoje *Moodle* aplinkoje (tuo metu ji dar nebuvo taip plačiai naudojama). Paskaitos turėjo būti filmuojamos ir pateikiamos kaip vaizdinė medžiaga. Užsiėmimai vyko per *Zoom* platformą.

Praktinių darbų metodiniai nurodymai studentams buvo pateikiami tiek tekstine informacija, tiek vaizdo įrašais. Buvo pastebėta, kad mokymosi medžiaga, pateikta vaizdo įrašuose, studentams yra aiškesnė.

Paskaitų ir dalyko medžiagos vaizdo turiniui kurti tuo metu buvo naudojamas ekrano vaizdo įrašymo įrenginys *BB FlashBack Pro v3*, skirtas nuotoliniam mokymui. Tai daug funkcijų turinti vaizdo įrašų rengyklė, kuria nesudėtinga parengti reikalingą vaizdo medžiagą. Tik dėl vaizdo medžiagos kūrimo patirties stokos kartais įrašams redaguoti tekdavo skirti nemažai laiko.

Specialiai įrengtose nuotoliniam mokymui skirtose auditorijose naudojama moderni įranga, kad galima būtų paruošti kokybišką dalyko vaizdo medžiagą: keli ekranai, *Wacom* skaitmeniniai pieštukai ir t. t. (1 pav.).



1 paveikslas. Nuotoliniam mokymui skirta įranga

Vaizdo medžiaga nuotolinėms studijoms turi savo specifiką: paskaitų vaizdo įrašė turi būti matomas paskaitą skaitantis dėstytojas, dalyko medžiaga turi būti išdėstyta gana nuodugniai ir aiškiai, kad studentas galėtų ją studijuoti savarankiškai.

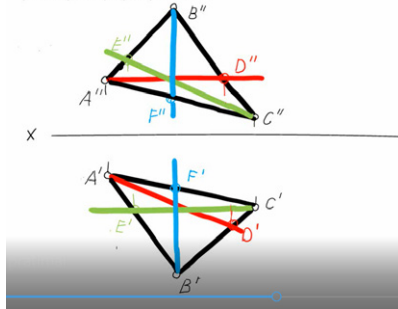
Vaizdo turinio naudojimas inžinerinės grafikos studijoms

Mokydamiesi inžinerinės grafikos, studentai susipažįsta su braižomąja geometrija, atlieka įvairius uždavinius.

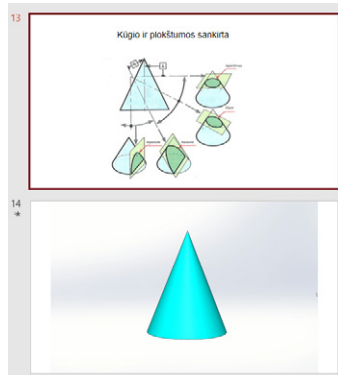
Geometriniai objektai užduotyse būna skirtingų formų ir padėčių, todėl nepakanka laiko visiems galimiems uždaviniams išspręsti užsiėmimo metu. Dėl to studentams tenka savarankiškai išsiaiškinti tai, ko nespėjo sužinoti ar suprasti. Tam labai padeda dėstytojo sukurta vaizdo medžiaga, kurioje galima rasti įvairių uždavinių sprendimo pavyzdžių. Šią medžiagą galima peržiūrėti neskubant ir ne kartą (2 pav.).

Vaizdo turiniu galima papildyti paskaitos medžiagą. Pavyzdžiui, kad studentai geriau suprastų, kaip vaizduojamas tam tikras geometrinis kūnas su nuopjovomis, aiškinant paskaitos medžiagą, vienoje iš skaidrių gali būti demonstruojamas iš anksto paruoštas to objekto erdvinio modelio vaizdo įrašas (3 pav.).

2.7. Trikampio ABC plokštumoje nubrėžkite horizontalę AD, frontalę CE ir profilinę BF tieses.



2 paveikslas. Braižomosios geometrijos uždavinio sprendimo vaizdo turinio fragmentas



3 paveikslas. Skaidrėje pateikta vaizdo medžiaga

Inžinerinės grafikos paskaitų metu dažniausiai aiškinami tik teoriniai pagrindai. Praktinių užsiėmimų metu mokoma, kaip teisingai atlikti įvairias užduotis. Jei studentas nedalyvauja užsiėmime, jis tos informacijos negauna. Kartais studentai, neatidžiai klausęsi dėstytojo aiškinamos temos, vėl klausia to paties, todėl dėstytojui tenka temą kartoti. Norint išvengti tokių situacijų, dalyko Moodle aplinkoje galima sukurti temą, skirtą šioms problemoms spręsti (4 pav.). Joje studentai rastų atsakymus į jiems rūpimus klausimus – vaizdo medžiagą, kur trumpai ir aiškiai parodoma, kaip spręsti konkrečią problemą.

Ekrano vaizdai kurti galima naudoti įvairias programas. Vienas iš paprasčiausių būdų – kurti vaizdo įrašus *PowerPoint* programos įrankiu. Tokiu formatu

sukurto vaizdo įrašo negalima redaguoti, bet to ir nereikia, nes nesudėtinga prireikus padaryti naują.

Papildoma vaizdo medžiaga (DUK)



Kaip pagal standarto reikalavimus nustatyti brėžinio parametrus



Kaip iš modelio sugeneruoti vaizdus



Kaip atlikti pusinį pjūvį



Kaip redaguoti tekstą įrašų lentelėje

4 paveikslas. Papildoma vaizdo medžiaga, sukurta naudojant *PowerPoint* programos įrankį

Išvados

1. Vaizdo įrašai – vienas geriausių informacijos pateikimo būdų ne tik nuotolinėms, bet ir dieninėms inžinerinės grafikos studijoms.
2. Ekranu vaizdo turiniui kurti nebūtina naudoti sudėtingų vaizdo įrašymo įrenginių, tam tinka ir *PowerPoint* programa.
3. Tam tikri vaizdo įrašai, pateikti *Moodle* aplinkoje, gali padėti studentams savarankiškai studijuoti dalyko medžiagą.

Literatūra:

Nagreckienė, R. ir Vdovinskienė, S. (2011). Inžinerinės grafikos mokymo medžiagos pateikimo būdai ir jų ypatumai. Iš *Inžinerinė ir kompiuterinė grafika: konferencijos straipsnių rinkinys* (p. 25–29). Technika.

Pirmą kartą Lietuvoje – nuotolinės inžinerijos mokslų studijos. (2012). <https://www.delfi.lt/news/daily/education/pirma-karta-lietuvoje-nuotolines-inzinerijos-mokslu-studijos.d?id=58812051>

CREATION OF VIDEO CONTENT FOR ENGINEERING GRAPHICS STUDIES

Violeta Vilkevič

Summary

This article describes the peculiarities of creating video material for engineering graphics studies.

Keywords: Video material, engineering graphics, screen video recorder

APVERSTOS KLASĖS METODO TAIKYMAS MOKANT(IS) INŽINERINĖS GRAFIKOS

Sonata Vdovinskienė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Įvadas

Mokymo(si) metodų ir veiklos parinkimas bei jų taikymas – viena svarbiausių mokymo(si) proceso organizavimo dalių. Ji priklauso nuo daugelio veiksnių: mokymo(si) dalyko turinio ir tikslų, dėstytojo kompetencijos, studentų skaičiaus, dalykui skirtų valandų skaičiaus ir t. t. Inovatyvių priemonių gausa padeda modernizuoti studijų procesą, skatina studentų savarankišką mokymąsi. Tačiau vieningai sutariama, kad geresnių mokymo(si) rezultatų pasiekama naudojant aktyviuosius mokymo(si) būdus. Aktyvusis mokymo(si) metodas – tai į studentą orientuotas dėstymas, kurio metu lavinamas studentų aukštesnio lygio mąstymas, bendradarbiavimo įgūdžiai, skatinamas domėjimasis dėstoma medžiaga ir įsitraukimas į studijų procesą, lavinamas studentų kritinis mąstymas (Liesienė, 2012).

Aktyvieji metodai gali būti taikomi įvairiose mokymosi programose bei srityse. Nuo 2010 m. sparčiai populiarėja aktyvusis metodas – apverstos klasės metodas (Flipped classroom, 2022). Jo efektyvumas matomas ir technikos moksluose (Kelly, 2016).

Straipsnyje apžvelgiamas apverstos klasės metodo taikymas inžinerinės grafikos kurse.

Apverstos klasės metodo ypatumai

Apversta klasė (angl. *Flipped*) – toks mokymo(si) būdas, kai dalyko medžiaga įsisavinama savarankiškai, o žinios įtvirtinamos aktyviomis veiklomis auditorinių užsiėmimų metu (1 pav.).

Tradicinio mokymo(si) klasėje mokytojas (dėstytojas) yra pagrindinis informacijos skleidėjas, esantis dėmesio centre. Daugelis tradicinių mokymo(si) modelių remiasi atskirų temų pristatymais, apribojant studentų įsitraukimą į veiklą – jie tiesiog atlieka mokytojo parengtas užduotis (Flipped classroom, 2022).

Apverstoje klasėje mokymas(is) vyksta pagal modelį, orientuotą į besimokantįjį – mokiniai susipažįsta su naujomis temomis savarankiškai namuose, o klasėje atveriamos gilesnio temų analizavimo galimybės. Pamokos turinio pateikimas turi platų pasirinkimą: tai gali būti internetinė medžiaga, pamokų vadovo sukurti vaizdo filmai, interaktyvi medžiaga ir t. t.



1 paveikslas. Tradicinės ir apverstos klasės modelių palyginimas

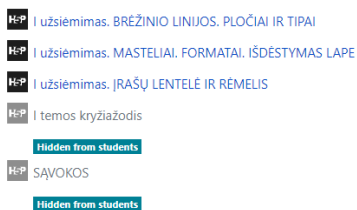
Apverstos klasės metodo taikymas inžinerinės grafikos užsiėmimuose

Apverstos klasės metodas buvo pritaikytas Vilniaus Gedimino technikos universiteto mechanikos specialybės antro kurso studentų taikomosios inžinerinės grafikos pratybų užsiėmimuose. Kadangi į pirmą susitikimą studentai turėjo ateiti jau pasiruošę, t. y. susipažinę su pirmo užsiėmimo mokomąja medžiaga, todėl jau prieš semestro pradžią buvo būtina parengti ne tik visų šių užsiėmimų darbo planą, bet ir supažindinti studentus su pirmam užsiėmimui suplanuota veikla (2 pav.). Darbo plane turėjo būti paskelbta ne tik tema, bet ir studentų bei dėstytojo veiklos sąrašas prieš užsiėmimą (t. y. pasiruošimas jam) ir jo metu.

Užsiėmimo eilės Nr.	Tema	Studentų veikla prieš užsiėmimą	Veikla užsiėmimo metu	Dėstytojo veikla prieš užsiėmimą
I	I TEMA - BRĖŽINIO APIFORMINIMO REIKALAVIMAI (BRĖŽINIO LINDOS, PLOČIAI IR TIPAI, MASTELIAI, FORMATAI, IŠDĖSTYMAS, ĮRAŠŲ LENTELĖ IR RĖMELIS.)	Nuodugnus savarankiškas I temos Moodle pateiktos medžiagos nagrinėjimas, savianalizės testų atlikimas. Pasiruošimas I testui	Supažindinimas su naujo kurso temomis, struktūra, vertinimu bei „Apverstos klasės“ metodo pagrindiniais principais. Testas T1. Testo aptarimas. Iškiliųjų Moodle medžiagoje neaiškumų analizė. Žaidimas „Rask porą“. Kryžiažodžio sprendimas.	Pagrindinės mokomosios medžiagos bei kitos reikalingos studentams informacijos apie dėstomą dalyką (vertinimo kriterijus, atsikaitimų grafiką, papildomą literatūrą, konsultacijų laiką) įkėlimas į Moodle sistemą. I temos medžiagos paruošimas ir įkėlimas į interaktyviąją knygą Moodle sistemoje. Savianalizės testų įterpimas. T1 testo paruošimas

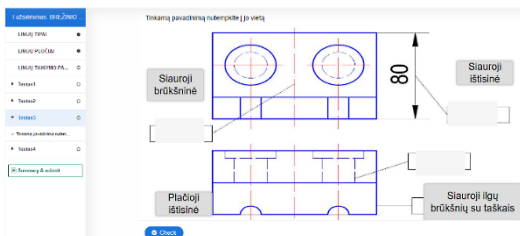
2 paveikslas. Darbo plano fragmentas

Pirmų kursų studentams sunku prisiversti mokytis savarankiškai, todėl dėstytoji, pasirinkusiam tokį mokymo(si) metodą, labai svarbu pateikti medžiagą patraukliai ir aiškiai. Studentams savarankiškam studijavimui skirta medžiaga buvo pateikiama interaktyviaisiais H5P įrankiais Moodle platformoje (3 pav.).



3 paveikslas. Pirmam užsiėmimui skirtos informacijos pateikimas Moodle platformoje

Tinkamiausias H5P įrankis – interaktyvioji knyga, kurioje pateikiama ne tik skaitoma ir vaizdo informacija, bet ir savikontrolės testai (4 pav.).



4 paveikslas. Savikontrolės testų interaktyviojoje knygoje pavyzdys

Kad užsiėmimo metu studentai sėkmingai įtvirtintų savarankiškai išanalizuotą mokomąją medžiagą, būtina parinkti paties užsiėmimo aktyviasias mokymo(si) priemones. Tai turi būti įdomi, patraukli ir lengvai valdoma veikla. Paprasčiausios tokios veiklos formos yra diskusija ir grupinis darbas, kurie nereikalauja papildomų priemonių ir ypatingo dėstytojo kūrybiškumo. Tačiau modernėjant mokymo(si) procesams ir didėjant skaitmeninių technologijų naudojimo galimybėms, nebūtų teisinga apsiriboti vien tik tokia veikla. Todėl inžinerinės grafikos pratybų metu buvo naudojami įvairūs, paprastai valdomi, interaktyvieji H5P įrankiai: kryžiažodis, atverčiamos kortelės, atminties žaidimas, žodžių radimo užduotys ir t. t.

Metodo taikymo iššūkiai ir privalumai

Taikant šį metodą užsiėmimai vyko gana sklandžiai, nepastebėtas studentų nenoras dirbti, tačiau vykusiose apklausose studentai įvardijo kai kuriuos šio metodo trūkumus ir iššūkius:

- Sunku prisiversti rasti laiko pasiruošti užsiėmimui.
- Nepakankami savarankiško mokymo(si) įgūdžiai.
- Baimė garsiai reikšti savo mintis.

Dėstytojas taip pat susiduria su darbo organizavimo iššūkiais:

- Nežinia ir baimė, kad nepavyks įgyvendinti užsibrėžtus tikslus.
- Būtina skirti daugiau laiko medžiagai ruošti ir pateikti.
- Reikia nuolat tobulėti – ieškoti naujų mokymosi įrankių ir platformų.

Vis dėlto apverstos klasės metodo privalumai yra didesni, jo naudojimo efektyvumas yra akivaizdus:

- Pagerėjo studentų rezultatai.
- Mokymosi medžiagos suvokimo kelias tapo trumpesnis.
- Metodo taikymas – tai tramplynas į tolesnį savarankišką studijavimą.
- Pagerėjo studentų lankomumas.
- Dėstytojas priverstas nuolat tobulėti, ieškoti efektyvių medžiagos pateikimo ir žinių patikrinimo įrankių – tai didina jo kūrybinį potencialą.

Išvados

1. Apverstos klasės metodo taikymas leidžia gerinti studijų proceso kokybę.
2. Dėstytojas turi didesnę laisvę rinktis mokymo(si) įrankius, o tai ne tik didina jo kūrybiškumą, bet ir motyvuoja dirbti.

Literatūra:

Liesienė, L. (2012). Aktyvieji mokymo(si) metodai, skatinantys studentų praktinį grafinio dizaino kūrybinio proceso suvokimą. *Profesinės studijos: teorija ir praktika*, 10, 70–77.

Kelly, D. P., et al. (2016). Flipped instruction in engineering graphics courses: current landscape and preliminary study results of instructors' perceptions. In *ASEE's 123rd Annual Conference and Exposition*, 15738.

Flipped classroom. (2022). https://en.wikipedia.org/wiki/Flipped_classroom

FLIPPED CLASSROOM METHOD IN TEACHING ENGINEERING GRAPHICS

Sonata Vdovinskienė

Summary

The paper describes the application of Flipped classroom method in teaching engineering graphics. It presents the necessary interactive tools, advantages and disadvantages of this method.

Keywords: Engineering graphics, Flipped classroom, interactive tools.