

**Erasmus+ projekto ID: BIMVET3 2020-1-ES01-KA203-083262**

Šis "Erasmus+" projektas finansuojamas remiant Europos Komisijai. Šis leidinys atspindi tik autorių požiūrį, todėl Europos Komisija ir "Erasmus+" nacionalinės agentūros negali būti laikomos atsakingomis už bet kokį jame pateikiamos informacijos naudojimą.

**Pavadinimas: 3D modeliavimo koncepcijos****1. Tikslai**

Pagrindinis šios pamokos tikslas - apžvelgti objektų parametrinį modeliavimą.

**2. Mokymo metodologija**

Mokytojas supažindins su:

- skaitmeninio 3D modeliavimo istorija ir chronologija, paaiškins jų atsiradimą ir raidą;
- paaiškins apie objektų parametrinį modeliavimą ir taisykles, taip pat kai kurias ne geometrines savybes ir bruožus.

**3. Pamokos trukmė**

Tai truks 1 mokymo valandą.

**4. Būtinai mokymo (si) ištekliai**

Kabinetas aprūpintas kompiuteriais ir interneto prieiga.

**5. Turinys ir pamoka**

5.1 Įvadas

5.2 BIM geometrinės figūros ir jų modeliavimas

5.3 Parametrinis modeliavimas

5.4 Objektai ir informacija BIM modeliuose

**5.1. Įvadas**

Šiandien BIM technologijas galima taikyti keliuose pramonės sektoriuose. BIM technologijos palaipsniui evoliucionuoja į procesą, kuriame, be tradicinio pastatų projektavimo, atsiranda galimybė pritaikyti informacinių technologijų sprendimus, duomenų analizę, automatizavimą ir virtualią erdvę ar net dirbtinio intelekto sprendimus.

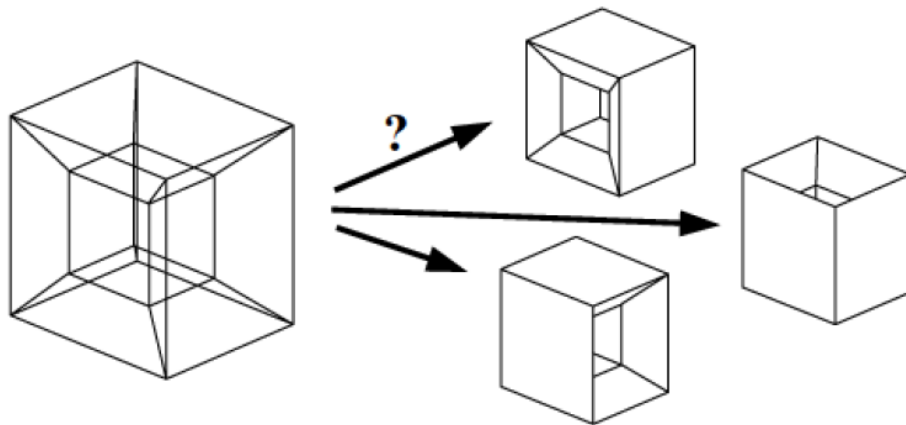


Į objektus orientuotas modeliavimas yra svarbiausias BIM elementas.

Šio skyriaus tikslas - suteikti žinių ne tik apie objektų modeliavimą, bet ir apie esminius jo skirtumus nuo CAD sistemų. Studentai susipažins su objektinio modeliavimo privalumais, parametriniu modeliavimu, informacijos vaidmeniu BIM, informacijos, atskirų objektų ir geometrijos ryšiu.

## 5.2. BIM geometrinės figūros ir jų modeliavimas

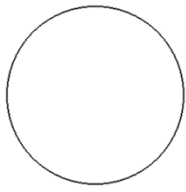
3D modeliavimo koncepcijos išsivystė iš ankstyvųjų 2D ir 3D CAD atvaizdų, kurie daugiausia buvo sudaryti iš 2D arba 3D linijų. Pirmieji 3D vielinio karkaso modeliai buvo 2D braižymo pratęsimas, kai 3D linijos buvo braižomos rankiniu būdu, siekiant sukurti 3D vielinio karkaso modelį. Jį buvo galima naudoti vizualizavimui ir ortogonalinių vaizdų kūrimui. Šie pirmieji 3D vielinio karkaso modeliai neturėjo masės savybių ir nebuvo galima pridėti tokių savybių kaip kiaurymės (1 pav.).



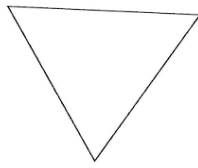
Pav. 1 3D vielinio karkaso modelių pavyzdys.

Erdvinės geometrijos formos yra neatsiejama BIM dalis. Norint pereiti nuo braižymo tradicinėse CAD platformose prie konkrečių statybos objektų modeliavimo, natūralu, kad objektai gali būti braižomi kuo tikroviškiau. Jei brėžinyje nėra jokios informacijos apie geometrinės figūros išdėstymą, jos gali būti neįmanoma gauti 2D CAD brėžiniuose. Ypač kai kalbama apie pastatų aukštį. Dirbant 3D CAD aplinkoje šie sudėtingi klausimai iš esmės išsprendžiami. Praktikai svarbu suprasti, kaip konstruojami geometrinių formų, vidinių programinės įrangos dalių ir informacijos ryšiai tiek 3D CAD, tiek BIM modeliavimo programose. 2 paveiksle pateiktas pagrindinių erdvinė geometrinė figūrų ir jų apdorojimo formų pavyzdys.

Geometrinės figūros: apskritimas, trikampis, kvadratas, stačiakampis, šešiakampis, rombas, penkiakampis ir t. t.



Apskritimas



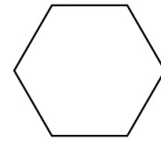
Trikampis



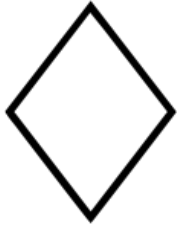
Kvadratas



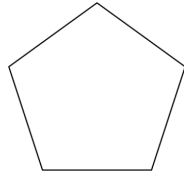
Stačiakampis



Šešiakampis

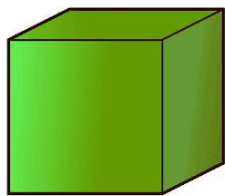


Rombas

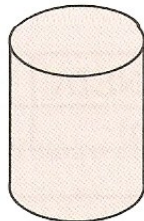


Penkiakampis

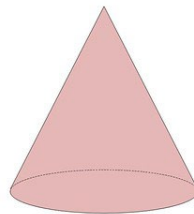
Erdvinės figūros: kubas, kūgis, stačiakampis lygiagretainis, keturkampė piramidė, trikampė prizmė, rutulys, ritinys, trikampė piramidė, sfera, toras.



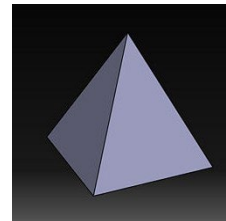
Kubas



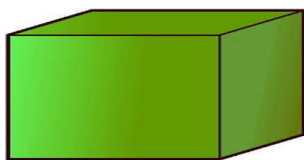
Ritinys (cilindras)



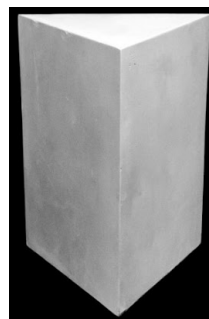
Kūgis



Piramidė



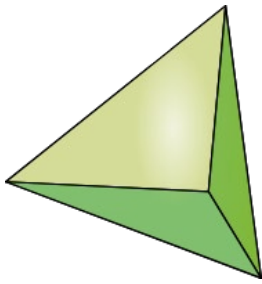
Stačiakampė prizmė



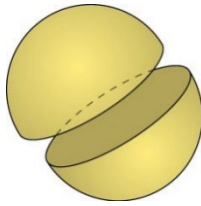
Trikampė prizmė



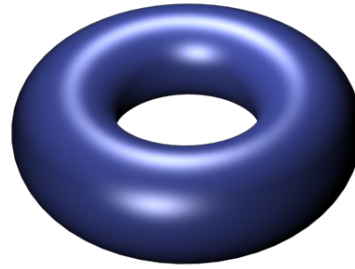
Rutulys



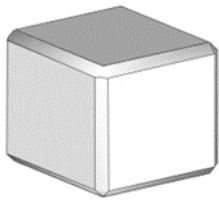
Trikampė piramidė



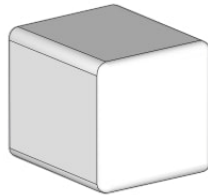
Sfera



Toras



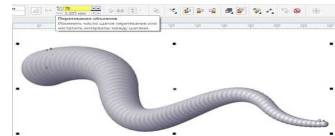
Nuožulnus užapvalinimas



Išspaudimas



Kreivinis išspaudimas



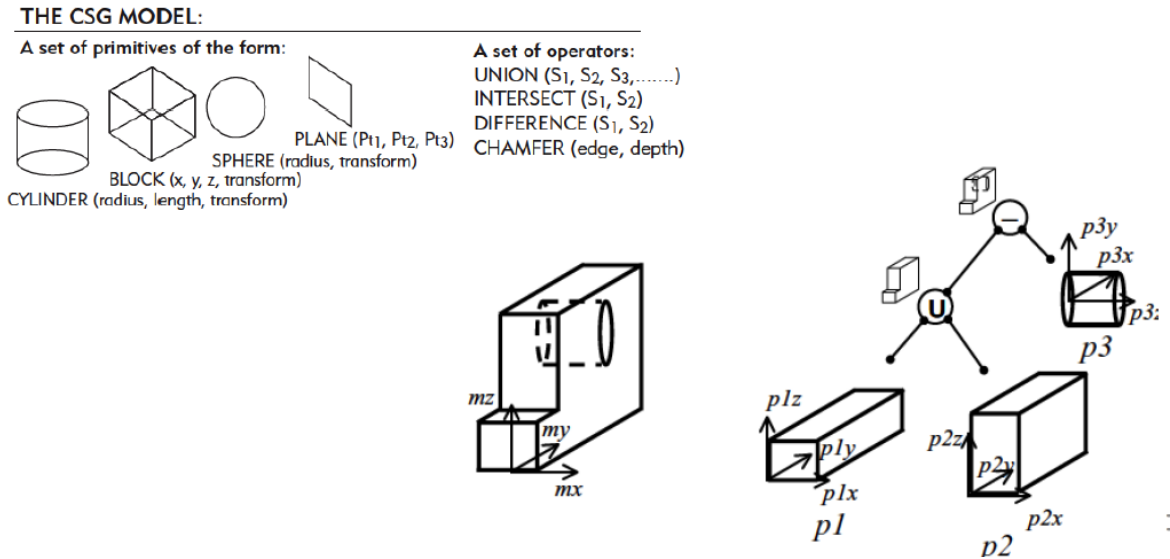
Pav. 2 Erdvinės geometrinės figūros ir jų apdorojimo formos.

Kalbant apie modelio kokybę, labai svarbus aspektas yra geometrinis elementų tikslumas, todėl būtina pasirūpinti, kad geometrinuose modeliuose nebūtų susikirtimų ir klaidų.

Net specializuota programinė įranga negali pati suprasti ir nuspręsti, kokius geometrinių formos elementų kiekius reikia įvertinti automatizuotai sudarant projekto biudžetą. Pavyzdžiui, jei gelžbetoninių kolonų elementai persidengia arba kertasi su sienų konstrukcijomis, projekto įgyvendinimo išlaidos bus apskaičiuotos didesnės, nei planuota.

Taigi BIM vadovai arba BIM koordinatoriai turi užtikrinti geometrinių figūrų projektavimo kokybę. Tai užkirs kelią nekoordinuotiems sprendiniams, kurie gali keistis statybos proceso metu, ir leis tiksliai apskaičiuoti elementų kiekius.

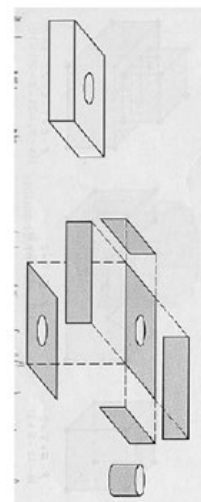
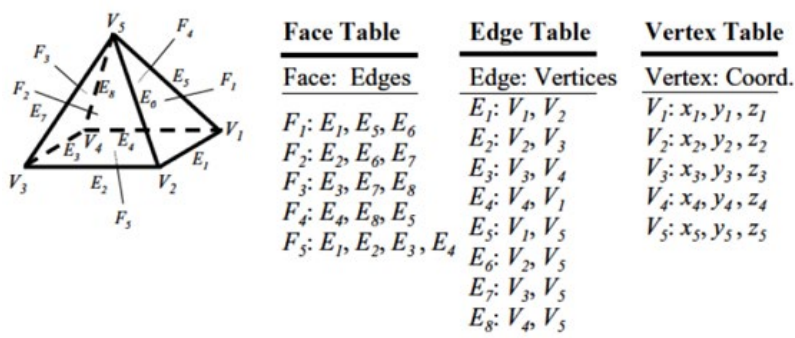
XX a. 7-ajame ir 8-ajame dešimtmetyje 3D CAD modeliavime buvo įdiegtos dvi svarbios pažangos koncepcijos - konstruktyvioji kietųjų kūnų geometrija (CSG) ir ribų atvaizdavimas (B-rep). CSG objektams atvaizduoti naudojamos kietosios primityvios formos (3 pav.). Šis metodas yra galingesnis už ankstesnius vielinio karkaso metodus, nes kietuosius objektus galima naudoti įvairioms fizikinėms savybėms, pavyzdžiui, tūriui, tankiui, svoriui ir masei, apskaičiuoti. CSG taip pat leidžia sujungti kietąsias primityvias figūras, naudojant tokias logines operacijas kaip union (liet. jungimas), subtract (liet. atėmimas) ir intersect (liet. susikirtimas), kad būtų galima sukurti sudėtingesnes figūras (Dore and Murphy, 2017).



Pav. 3 Konstruktyvioji kietojo kūno geometrija (angl. Constructive Solid Geometry (CSG)).

Alternatyva – ribomis apibrėžtas modelių vaizdavimas (angl. Boundary Representation (B-rep)) kai objektai atvaizduojami aprašant jų veidus (angl. faces), briaunas (liet. edges), viršūnes (liet. vertices) ir topologiją (liet. topology). B-rep taip pat apima tokias operacijas, kaip ekstruzijos (angl. extrude), perstūmimo (angl. sweep) ir sukimosi (liet. revolve), kurias galima naudoti 3D figūroms iš 2D kontūrų kurti (4 pav.). Daugelyje CAD programinės įrangos platformų naudojamos ir B-rep, ir CSG modeliavimo koncepcijos, kad būtų galima lanksčiau modeliuoti sudėtingus objektus (Dore and Murphy, 2017).

B-rep metodu figūros perteikiamos kaip uždaros, suformuotos iš atskirų besiliečiančių paviršių. Pati forma buvo apibrėžiama taisyklėmis, kad būtų užtikrinta, jog besiliečiantys paviršiai visiškai uždaro viduje esantį tūrį. Šis taisyklių rinkinys nustatė, kaip tie paviršiai turėtų susijungti ir jungtis, kaip jais judėti, kokia turėtų būti jų orientacija aplinkoje ir kaip turėtų būti užtikrintas jų vientisumas. Be šių erdvinių tūrių kūrimo funkcijų, taip pat buvo sukurtos figūrų išspaudimo išilgai ašies ar kreivės funkcijos.



Pav. 4 Ribomis apibrėžtas modelių vaizdavimas (angl. Boundary Representation (B-rep)).

CAD ir BIM programinėje įrangoje vyrauja "B-rep" geometrijos modelių briaunų atvaizdavimo metodas.

Vienas iš pirmųjų ir naujausių formatų, skirtų B-rep geometrijai saugoti, yra STEP formatas. Galimų geometrijos keitimo operacijų skaičius yra didesnis nei modelių. B-rep modelis saugomas tik kaip galutinis rezultatas, o geometrijos projektavimo kelionė nesaugoma. Šiuolaikinės 3D CAD sistemos leidžia atlikti detalų parametrinį modeliavimą su B-rep modeliais, naudojant matematinį kreivių aprašymą arba net tipinį B-splinų aprašymą NURBS (angl. Non uniform rational B-Splines). B-rep modelis turi dviejų tipų informaciją: geometriją ir topologiją. Geometrinė informacija - tai matematinis kreivių, paviršių, reikalingų geografiniam kūnui suformuoti, apibrėžimas.

Topologinė informacija leidžia susieti geometrinius elementus tarpusavyje. B-rep modeliuose taip pat yra dviejų tipų esybės:

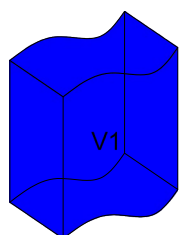
- **geometriniai objektai - tūris, paviršius, kreivė, taškas;**
- **topologiniai objektai - kūnas, paviršius, briauna, viršūnė.**

Šių sąvokų skirtumai pateikti 1 lentelėje ir pavaizduoti 5 paveiksle.

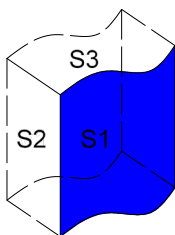
Lentelė 1. Geometrinių ir topologinių objektų skirtumai.

Geometrinis objektas	Topologinis objektas	Kuo skiriasi?
<b>Tūris (Volume)</b>	<b>Kūnas (Solid)</b>	Tūris paprastai laikomas objektu, sukurtu ne iš primityvų, t. y. išspaustas pagal kreivę, paviršių ir t. t., o kietasis kūnas paprastai yra sudarytas iš geometrinių figūrų.
<b>Paviršius (Surface)</b>	<b>Lopinys (Face)</b>	Paviršius gali būti apibrėžiamas kreivėmis, kurių forma erdvėje kinta, o lopinys reiškia plokščią paviršių, sudarytą tik iš tiesių kraštinių, pvz., cilindro viršus laikomas ne lopiniu, o paviršiumi, nebent jis segmentuojamas kaip daugiakampis.
<b>Kreivė (Curve)</b>	<b>Briauna (Edge)</b>	Kreivė apibrėžiama taškais ir funkcija, kuri valdo jos padėtį erdvėje. Briauna laikoma linijos atkarpa tarp dviejų viršūnių.
<b>Taškas (Point)</b>	<b>Viršūnė (Vertex)</b>	Taškas apibūdina konkretų tašką erdvėje su konkrečia koordinate pagal taikomą koordinačių sistemą. Viršūnė yra tik nuoroda į tą tašką. Pavyzdžiui, keli liestiniai daugiakampiai, kurie turi atskiras viršūnes, bet gali identifikuoti tą patį tašką.

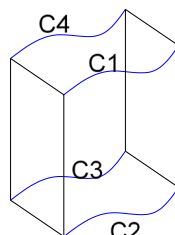
Taikant ir kaitaliojant šias operacijas galima sukurti keletą geometrinių erdvių tūrių. Kartu atsirado funkcijų, kurios leido sujungti atskirus tūrius arba iškirpti vieną erdvinį tūrį iš kito. Šie veiksmai apibrėžiami kaip Boolean operacija. Vienas iš pirmųjų tokio modeliavimo taikymo būdų - mašinų detalių modeliavimas, kurį dažnai sudarė tipiniai tūrių primityvai ir sujungimo / pjaustymo operacijos.



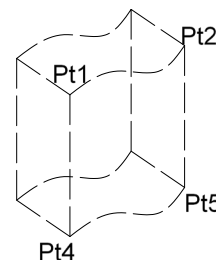
Tūris



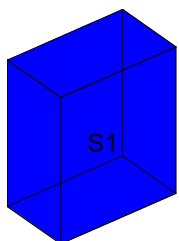
Paviršius



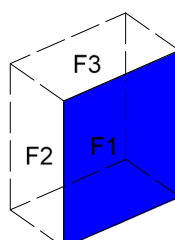
Kreivė



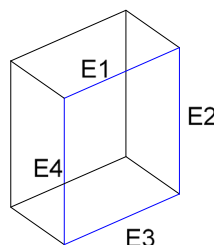
Taškas



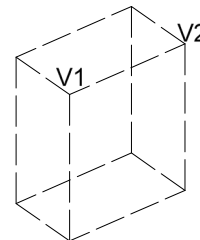
Kūnas



Lopinys



Briauna



Viršūnė

Pav. 5 Geometriją sudarantys subjektai ir jų topologiniai atitikmenys.

Kadangi šie du metodai pasižymėjo skirtingomis, bet labai svarbiomis savybėmis, atsirado sprendimas juos sujungti. Tai leido kurti erdvinius geometrinius modelius CSG metodu, paliekant B-rep užsiimti modeliuojamų primityvų vertinimu ir vizualiniu atvaizdavimu. Šis veikimo principas išliko iki šių dienų, todėl CAD ir BIM sistemoms suteikiama galimybė greitai ir tiksliai kurti geometriją, ją redaguoti ir atvaizduoti kompiuterio ekrane. Kitaip tariant, CSG taikomas modeliavimui ir darbui, o B-rep - atvaizdavimui, sankirtų tikrinimui ir kitoms su redagavimu nesusijusioms operacijoms. Taip pat reikėtų pažymėti, kad būtent šis derinys atvėrė kelią parametriniam modeliavimui.



Erdvinių tūrių modeliavimui ir atitinkamoms CAD sistemoms visada buvo būdingas labai didelis kompiuterių skaičiavimo galios poreikis. Net dabartinės sistemos ne visada gali apdoroti sudėtingus 3D modelius. Tobulėjant kompiuteriams ir augant statybų sektoriaus pažangai, prasidėjo erdvinio modeliavimo era.

CSG ir B-rep metodais atvaizduotos 3D formos egzistuoja tik kaip grafiniai vienetai ir neturi intelekto (Ibrahim and Krawczyk, 2004). Kitas 3D modeliavimo evoliucijos etapas buvo parametrinio ir požymiais pagrįsto modeliavimo įdiegimas, kuris modelio elementams suteikė tam tikro intelekto.

Funkcijomis grindžiamas modeliavimas - tai į objektus orientuotas metodas, pagal kurį, be geometrijos, objektuose pateikiama informacija apie objekto vaidmenį (pvz., durys, siena, langas ir t. t.) ir apie tai, kaip objektas susijęs su kitais objektais. Funkcijomis grindžiamas modeliavimas leidžia su objektais susieti tokias operacijas, kaip skylių, fasoninių detalių ir fasoninių briaunų kūrimas. Tai gali apimti langą, kuris automatiškai išpjauna skylę, kai yra įdėtas į sieną, arba susikertančias sienas, kurios teisingai susijungia ir susilieja. Požymiais grindžiamas modeliavimas leidžia objektams teisingai ir automatiškai sąveikauti su kitais objektais erdvinėje aplinkoje (Leeuwen and Wagter, 1997).

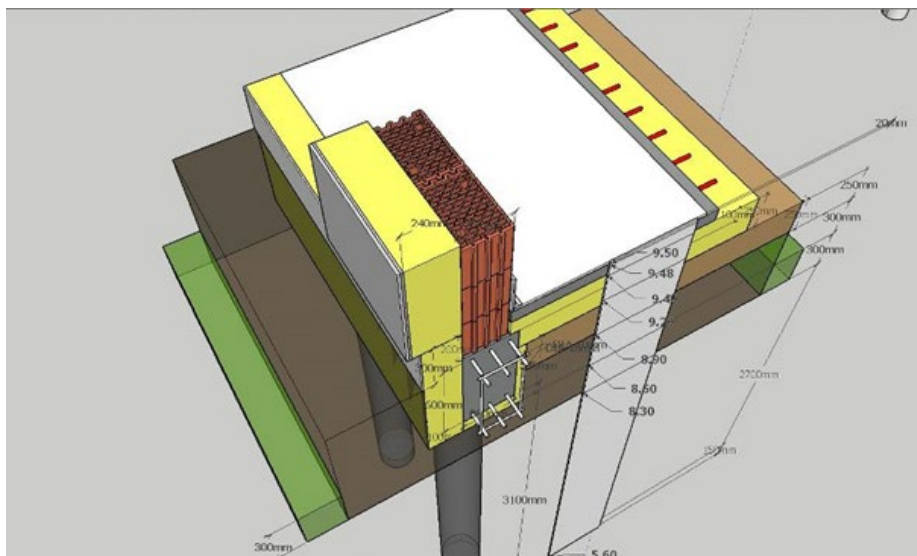
### 5.3 Parametrinis modeliavimas

Iš konstruktyvaus kietojo kūno geometrijos (angl. constructive solid geometry, CSG) modelio, parametrų sąvoka atsirado gana anksti, kai buvo pradėtas 3D modeliavimas. Tačiau pradinės funkcijos ir galimybės buvo labai ribotos. Aiškesnis parametrinio modeliavimo poreikis atsirado tik su savybėmis. Viena iš pirmųjų savybių, kurią galime aptikti erdvinio modeliavimo CAD sistemose, yra medžiagiškumas (Sacks, R. ir kt. 2018). Ji natūraliai atsirado anksti, nes norint sujungti atskiras geometrines figūras į naują tūrį naudojant logines operacijas, paaiškėjo, kad dviejų geometrinių figūrų sujungimo būdas priklauso ir nuo jų atvaizdavimo elementų materialumo. Sujungti dvi tos pačios medžiagos geometrines figūras nėra sudėtinga. Iššūkis kyla, kai reikia nuspręsti, kuriai formai ar primityvui teikti pirmenybę medžiagiškumo atveju.

Šis suvokimas vėliau išplėtė Būlio operacijas ir pačias erdvinio modeliavimo ir BIM sąvokas, kad modeliavimas vyksta derinant elementus ir geometriją į pirminį bazinį tūrį arba elementą.

Statybos srityje pavyzdys - gelžbetoninės surenkamosios sienų plokštės arba kiti gelžbetoniniai surenkamieji elementai. Juos sudaro daug atskirų komponentų, pavyzdžiui, tvirtinimo detalės, armatūra, atskiri izoliacijos sluoksniai ir kiti elementai, kurie visi tik sujungiami su pagrindiniu gelžbetoniniu elementu (6 pav.). Šių komponentų medžiagiškumas skiriasi nuo pamatinio elemento.





Pav. 6 Parametrinio modeliavimo pavyzdys.

Šis pavyzdys iliustruoja keletą svarbių aspektų, susijusių su BIM ir erdviu modeliavimu. Realiam pasaulyje viskas tarpusavyje susiję ne tik geometriiniu požiūriu, bet ir savo savybėmis, kurios priklauso nuo kitų aplink esančių komponentų.

Atsirado pirmieji parametrinio modeliavimo principai, supratimas, kad atskiri tūriai gali turėti bendrą parametą, kaip minėtu pavyzdžiu - izoliacinio sluoksnio ir gelžbetoninių plokščių matmenys. Šiandien BIM platformose visiškai natūralu, kad viskas tarpusavyje susiję - kolonų aukštis su perdangos plokštėmis, sienų aukštis su grindimis, durų apačia su grindimis ir pan. Šių ryšių suvokimas ir atsiradimas parametrinio modeliavimo koncepcijoje atvėrė kelią realesniam užstatytos erdvės vaizdavimui kompiuterinėse programose, patogesniai ir greitesniai darbu. Tai taip pat davė pradžią statybos objektų ir visų statinių struktūrų atsiradimui pagal standartą. Šis parametrinis modeliavimas neapsiriboja vien geometrija, skirta realioms fiziniams objektams vaizduoti, bet palietė ir įvairius pagalbinius bei anotacijos elementus, pavyzdžiui, ašių tinklus, išnašas ir pan. Taigi, parametrinis modeliavimas suteikė galimybę globaliai valdyti ir atlikti geometrinius statinių modelių pakeitimus valdant tik kelis atskirus parametrus.

BIM modelius galima dinamiškai redaguoti skirtingose BIM programinėse įrangose, atsižvelgiant į projektavimo etapą.

Kuriant geometriją vietoj paprastų skaičių buvo galima susieti du geometrinius elementus, o vėliau ir objektus, apibūdinant atskirus jų taškus, linijas ar paviršius kaip lygiagrečius, statmenus kitiems geometriniams primityvams.

Šiuolaikinė 3D CAD ir BIM programinė įranga labai išplėtė parametrinio modeliavimo sąvoką, kai parametriniai ryšiai dabar naudojami visam modelio pjūviui, anotacijos elementams, pvz., matmenims, koordinatėms ir pan., generuoti.



Tačiau parametrinis modeliavimas skiriasi nuo standartinio 3D CAD modeliavimo, nes objektai, pavyzdžiui, primityvios formos, yra susieti su parametrais arba kintamaisiais, kurie gali akimirksniu pakeisti objekto geometriją arba kitas savybes. Paprasti objekto parametrai gali būti objekto ilgis, plotis, aukštis arba spindulys. Kiti sudėtingesni parametriniai objektai gali turėti parametrus, kurie gali pakeisti visą objekto struktūrą ar geometriją, priklausomai nuo įvairių sąlygų. Objekto parametrai taip pat gali valdyti objekto vietą didesniame modelyje. Parametriniai bibliotekos objektai (pavyzdžiui, durys ar langai) leidžia objektus pakartotinai naudoti kelis kartus modelyje arba daugelyje skirtingų modelių su skirtingais parametrais. Šis metodas labai veiksmingas modeliuojant elementus, kurie kartojasi, tačiau gali būti geometrinių skirtumų tarp skirtingų atvejų.

Parametrinis modeliavimas leidžia naudotojui greitai atlikti reikiamus pakeitimus ir visiškai automatizuoti visus skaitmeninio modeliavimo procesus. Taip veikia daugelis šiuolaikinių BIM platformų, nes jos automatiškai seka įvairias elementų, geometrijos ir anotacijos komponentų sąsajas, aktyviai neįtraukiant naudotojo.

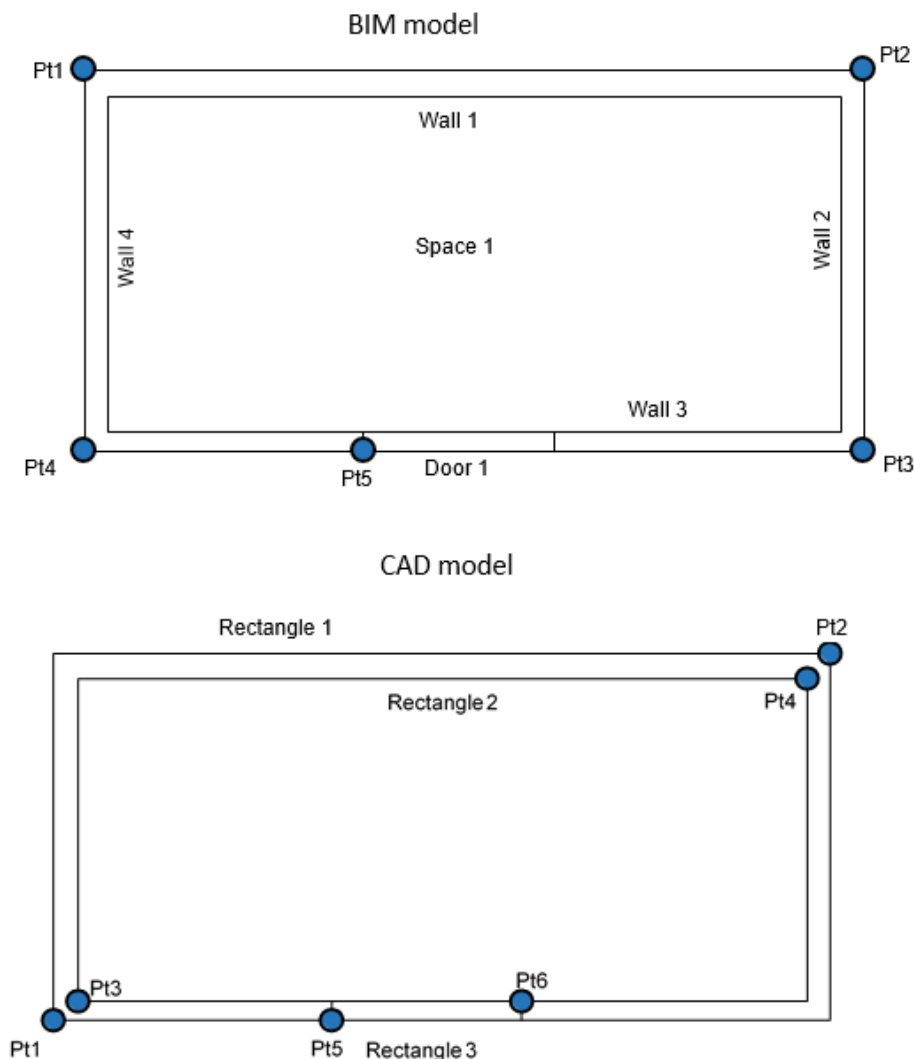
Nepaisant skirtumų, šiuolaikinė parametrinė CAD arba BIM sistema pasižymi šiomis savybėmis:

- Parametrinis tūrinis modeliavimas - tai parametrinė funkcija, kai sudėtingas geometrines figūras galima gauti naudojant kelis parametrus. Geometrija atkurama, kai tik pakeičiami parametrai arba tai inicijuoja naudotojas. Daugeliu atvejų operacijų seka yra nuosekli, o sukeitus tam tikras operacijas vietomis, galima gauti visiškai skirtingas geometrijas.
- Parametrinis objektų rinkinių modeliavimas leidžia naudotojui kurti sudėtingesnius objektus, sudarytus iš įvairių kitų komponentų, ir valdyti jų padėtį, geometriją ir objektų sąveiką.
- Topologinis parametrinis modeliavimas suteikia galimybę valdyti objektų ir jų rinkinių sąveiką naudojant ištisus instrukcijų rinkinius, naudojant atskirą programinį kodą. Šiuo pagrindu veikia tokios vizualiojo programavimo aplinkos priemonės kaip Dynamo, Grasshopper ir kitos. Daugelis šiuolaikinių architektūros statinių dėl savo sudėtingų formų, ypač fasadų, generuojami taikant šį parametrinio modeliavimo principą.

Pastaruoju metu išplėtota statinio informacinio modeliavimo (BIM) sąvoka apima pagrindinius 3D modeliavimo pasiekimus, įskaitant parametrinį ir požymiais pagrįstą modeliavimą kartu su dinamiška 3D duomenų baze, kurioje saugoma su pastatais susijusi informacija. Pridėjus dinaminę pastato elementų reliacinę duomenų bazę (panašią į geografinę informacinę sistemą), atsiranda daug naujų pastato elementų valdymo ir analizės taikomųjų programų. BIM leidžia pastato elementus dokumentuoti išmaniaisiais parametrais daugkartinio naudojimo objektais, kuriuose yra daug informacijos apie objektų naudojimą, semantiką, topologiją, ryšius su kitais objektais ir papildomos informacijos, saugomos kaip atributai. BIM galima apibrėžti kaip parametrinių objektų, kurie vaizduoja pastato komponentus virtualioje aplinkoje ir kurie naudojami visam pastatui sukurti arba pavaizduoti, surinkimą.

### 5.4 Objektai ir informacija BIM modeliuose

CAD aplinkoje, nesvarbu, ar ji būtų 2D, ar 3D, daugiausia dėmesio skiriama geometrijai ir jos apibrėžimui taškais, kreivėmis, paviršiais ir kietojo kūno tūriais, ir tik tada bandoma susieti skirtingus fizinius atvaizdus. Pavyzdžiui, kai išnašose priskiriame, kad tam tikra sritis, apibrėžta linijomis ir užpildyta tam tikra tekstūra, vaizduoja kažką iš realaus gyvenimo. Informacijos pateikimas tampa antraeiliu dalyku. Objektiniame modeliavime tai apverčiama aukštyn kojomis. Pirmoje vietoje yra pats objektas, kuris pirmiausia susiejamas su jį apibūdinančia informacija. Ji apibrėžia, kas yra objektas, kokią funkciją jis atlieka, apibrėžia jo priklausomybę, jo savybes kaip medžiagiškumą, susietą su CO2, apibūdina jo padėtį erdvėje ir laike (statybų planavimas 4D BIM) ir begalę kitų svarbių aspektų apie objektą. Galima sakyti, kad geometrija yra tik dar viena objektą apibūdinanti savybė. Jos detalumas nebūtinai turi atspindėti realų fizinį objektą, bet priklauso nuo poreikio, statinio gyvavimo ciklo etapo, kuriame kuriamas BIM modelis, ir kitų aspektų.



Pav. 4 Sudėtinė objekto schema šalia sudėtinės 3D geometrinio modelio schemas.



Vien tik geometrinės informacijos nepakanka, kad būtų perduota visa reikalinga BIM projekto informacija.

Objektai aprašomi pagal parametrus, iš kurių kai kurie yra nustatyti vartotojo, o kiti - pagal jų padėtį 3D aplinkoje kitų figūrinių objektų atžvilgiu. Objektai vizualizuojami peržiūrint 2D ir 3D elementus, planus, pjūvius, aukščius ir 3D vaizdus. Be ortografinių projekcijų ir 3D modelių (vielinio karkaso arba tekstūruotų ir animuotų), BIM gali automatiškai sukurti pjūvius, aukščius, detales ir grafikus. Visi šie vaizdai yra susieti su 3D modeliu ir automatiškai atnaujinami realiuoju laiku, todėl, pakeitus vieną vaizdą, atnaujinami ir visi kiti vaizdai. Tai leidžia greitai parengti išsamią dokumentaciją, reikalingą AEC/FM ir paveldo pramonėje.

Vis dažniau pasirenkamos technologijos, kuriomis informacija atvaizduojama ir perteikiama kaip objektai, atitinkantys konkrečių projekto dalių reikalavimus. Į objektus orientuotą modeliavimą galima suprasti kaip atskirą koncepciją, kuri pritaikoma konkrečiai disciplinai. BIM koncepcijoje išryškėja ne tik atskiros disciplinos, bet ypač svarbu, kaip jos susijungia į visumą, kuri vadinama statinio projektu. Todėl BIM aplinkoje keliami papildomi reikalavimai objektams, kurie užtikrina ir tarpusavio ryšius, ir keitimąsi duomenimis.

Dauguma BIM programinės įrangos paketų turi išsamias iš anksto nustatytų parametrinių objektų bibliotekas, kurios naudojamos 3D pastato informaciniams modeliams kurti. Tai palengvina efektyvų modeliavimą, nes 3D geometrijos nereikia kurti iš naujo. Vietoj to galima naudoti esamus bibliotekos objektus, patobulintus informacija, kad būtų galima modeliuoti pagrindinius pastato elementus, tokius kaip sienos, durys, langai, kolonos, sijos, perdangos, stogai ir kt. Šių bibliotekos objektų parametrai redaguojami taip, kad atitiktų reikiamus projekto matmenis ir nustatymus. Tada šie bibliotekos objektai sujungiami, kad būtų sukurtas išbaigtas modelis. Pagrindinė BIM pagal pastato būklę problema - iš anksto apibrėžtų parametrinių objektų, tinkamų esamiems ir istoriniams pastatams, trūkumas. Dauguma vietinių ir trečiųjų šalių BIM bibliotekų orientuotos tik į šiuolaikinius pastatus. Todėl modeliuojant esamus ir istorinius pastatus dažnai reikia nuo nulio sukurti daugybę specialių komponentų, o tai gali būti labai ilgas procesas (Dore and Murphy, 2017).

## 6. Rezultatai

Mokiniai atsakys į klausimyno klausimus.

## 7. Ko išmokome

Kokie yra objektų modeliavimo privalumai, parametrinis modeliavimas, informacijos vaidmuo BIM, ryšys tarp informacijos, atskirų objektų ir geometrijos.

## Šaltiniai



Dore C., M Murphy (2017). Current State of the Art Historic Building Information Modelling. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-2/W5, 2017 26th International CIPA Symposium 2017, 28 August–01 September 2017, Ottawa, Canada.

Van Leeuwen, J.P. and H. Wagter (1997). Architectural Design-by-Features. Junge, Richard (ed.) 1997. CAAD futures 1997. Proceedings of the 7th International Conference on Computer Aided Architectural Design Futures held in Munich, Germany, 4-6 August 1997. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p. 97-115.

Sacks R, Eastman CM, Lee G and Teicholz P (2018) BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors and Facility Managers, 3rd Edn. John Wiley and Sons, Hoboken, NJ, USA.