

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS  
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS  
INFORMATIKOS KATEDRA

**SANDRA EIČINAITĖ**

Magistratūros studijų  
programos studentė

**FIZIKINIŲ REIŠKINIŲ KOMPIUTERINIO  
MODELIAVIMO TECHNOLOGIJOS**

MAGISTRO DARBAS

Darbo vadovas  
doc. dr. Sigita Turskienė  
Recenzentas  
doc. Vaclovas Sirius

Šiauliai, 2005/2006 m.m.

## Summary

Computer technologies progressively penetrate into the education, have influence to learning and teaching of various subjects, and to all the training process.

When teaching physics, computer technologies extend facility. There can be made many experiments, which practically are very expensive or sometimes even dangerous, and take a long period of time. There can also be created computer simulators, explored phenomena, which cannot be investigated realistically. Simulators and simulation are very important in physics. Experimentation and simulation programs can be useful for the development of the computer simulators. Using these programs the parameters of the simulating phenomena can be changed, their operating can be observed, the phenomena can be simulated and their consistent pattern can be investigated. The teaching computer simulation is important as it makes the educational process more attractive and dynamic.

In the master's work "Computer Simulation Technologies of the Physical Phenomena", there is the analysis of the usage of computer simulator's method at schools and universities of Lithuania. With reference to the general programs of Lithuanian education and its standards, there is made the analysis of knowledge of simulation during the lessons of different subjects. With the reference to the 2004/2005 years university programs of Lithuania, there is made the analysis of the simulation courses in different faculties of Lithuanian universities.

When building the computer simulator, there has to be the appropriate software, perception what software is used for, and capability to work with it. To achieve this purpose, there is made the comparative analysis of computer simulation software potentiality.

With reference to the analysis of the computer simulation software potentiality, and to the chosen dedicated systems of simulation Model Builder, Simulink, PowerSim, the computer simulators of the physical phenomena are created, and the comparative analysis of these three systems is done.

In order to make the analysis of computer simulation usage in teaching physics, the created computer simulators of the physical phenomena were demonstrated to the pupils of the 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> gymnasium classes of Merkelis Rackauskas Gymnasium.

# Turinys

Išvadas .....	4
<b>1. Teorinė dalis</b> .....	<b>5</b>
1.1. Sistema .....	5
1.2. Modelis .....	6
1.2.1. Modelio samprata .....	6
1.2.2. Modelių klasifikavimas.....	6
1.3. Modeliavimas.....	7
1.3.1. Modeliavimo samprata .....	7
1.3.2. Modeliavimo etapai .....	8
1.4. Kompiuterinis modeliavimas .....	9
<b>2. Kompiuterinis modeliavimas mokyme</b> .....	<b>10</b>
2.1. Modeliavimas bendrojo lavinimo mokyklose.....	10
2.2. Modeliavimo kursai universitetuose .....	12
<b>3. Kompiuterinio modeliavimo programinių priemonių galimybių analizė</b> .....	<b>15</b>
3.1. Universalios programavimo kalbos.....	15
3.2. Statistinės sistemos.....	16
3.3. Skaičiuoklės (elektroninės lentelės).....	18
3.4. Logo kalbos.....	19
3.5. Kompiuterinė grafikos sistemos.....	20
3.6. Kompiuterinės matematikos sistemos .....	22
3.7. Specializuotos modeliavimo sistemos.....	24
<b>4. Fizikinių reiškinių modelių funkciniai aprašymai</b> .....	<b>27</b>
<b>5. Kompiuterinio modeliavimo programos Model Builder taikymo fizikos mokymui analizė</b>	<b>31</b>
<b>6. Model Builder, PowerSim ir Simulink sistemų lyginamoji analizė</b> .....	<b>34</b>
Išvados .....	37
Literatūra .....	38
Priedai .....	41

## Ivadas

Kompiuterinės technologijos vis labiau skverbiasi į švietimą, daro įtaką įvairių dalykų mokymui ir mokymuisi, visam ugdymo procesui. LR švietimo ir mokslo ministerijos parengtame dokumente „Informacinių ir komunikacinių technologijų diegimo į Lietuvos švietimą 2005–2007 metų strategija“ [19] kalbama apie IKT integravimo į ugdymą pagrindinį motyvą – mokinių, mokytojų, besimokančios visuomenės technologinio išprusimo puoselėjimą, IKT integravimą į įvairių dalykų mokymą ir mokymąsi.

Remiantis pedagogų kompiuterinio raštingumo standartu [36], organizuodamas ugdymo procesą, pedagogas turi mokėti ir gebėti: parengti mokymui programinę įrangą; paruošti tekstinę ir vaizdinę mokymo ir mokymosi medžiagą; naudoti pagrindines interneto paslaugas; naudoti IKT ugdymo procese; gebėti sistemingai ugdyti savo ir besimokančiųjų informacinę kultūrą.

Kompiuterinės technologijos praplečia fizikos mokymo(si) galimybes: galima atlikti daug eksperimentų, kurie realūs yra labai brangūs, kartais pavojingi, ilgai užtrunka; galima kurti kompiuterinius modelius; galima tirti reiškinius, kurių realiai tyrinėti nėra galimybių. Modeliai ir modeliavimas fizikoje yra labai svarbūs. Kompiuterinių modelių kūrimui gali praversti eksperimentavimo ir modeliavimo programos. Šiose programose galima keisti modeliuojamo reiškinio parametrus, stebėti jų veikimą, modeliuoti reiškinius, tirti jų dėsningumus. Mokomasis kompiuterinis modeliavimas svarbus tuo, jog mokymo procesas tampa patrauklesnis, ir dinamiškesnis.

Kuriant kompiuterinį modelį, reikia turėti tinkamą programinę įrangą, suvokti, kokia įranga kam skirta, gebėti su šia įranga dirbti. Visas modeliavimui taikytinas programines priemones galima suskirstyti į tokias grupes: universalios programavimo kalbos; statistinės sistemos; elektroninės lentelės; logo kalbos; kompiuterinės grafikos programos; kompiuterinės matematikos sistemos; specializuotos modeliavimo sistemos ir kalbos.

Šiame darbe bus atlikta :

- kompiuterinio modeliavimo naudojimo mokyme: bendrojo lavinimo mokyklose ir universitetuose analizė;
- kompiuterinio modeliavimo programinių priemonių galimybių analizė;
- fizikinių reiškinių kompiuterinių modelių kūrimas su kompiuterinio modeliavimo sistemomis Model Builder, Simulink ir PowerSim;
- kompiuterinio modeliavimo programos Model Builder taikymo fizikos mokymui mokykloje analizė;
- Model Builder, PowerSim ir Simulink sistemų lyginamoji analizė



# 1. Teorinė dalis

## 1.1. Sistema

Sistema [13, 15] - tai objektyvios realybės dalis, susidedanti iš atskirų vienas su kitu sąveikaujančių elementų. Elementai, esantys už sistemos ribų, sudaro sistemos aplinką.

Tarp sistemos ir aplinkos vyksta abipusis poveikis. Aplinka veikia sistemą ir sistema veikia aplinką, suteikdama informacijos apie savo struktūrą ir funkcionavimą.

Trumpai sistemą galėtume apibūdinti kaip grupę tarpusavyje sąveikaujančių elementų, veikiančių drauge siekiant kažkokio tikslo. Vien tik atskiri elementai, tarpusavyje nesąveikaujantys ir neveikiantys vienas kito, sistemos nesudaro [33]. Pagrindines sistemos charakteristikos [33]:

- Sistemą sudaro vienareikšmiškai identifikuojami elementai;
- Šie elementai yra susieti ryšiais, kurie sudaro sistemos struktūrą;
- Kiekviena sistema turi ribas, atskiriančias sistemą nuo jos aplinkos;
- Sistemos elementų būseną kinta laike - t.y. sistema yra dinamiška;
- Sistemos būsenos kitimas (elgsena) yra tampriai susijęs su sistemos tikslais.

Tiriant įvairias natūralias ir dirbtinas sistemas gali būti naudojami tokie naujos informacijos apie sistemą gavimo būdai [13, 15]:

- natūrinis eksperimentas, t.y. bandymai su realia sistema. Nors egzistuoja įvairios natūrinio eksperimento formos (pasyvūs stebėjimai, aktyvūs bandymai ir kt.) paprastai jos visos pasižymi didelėmis laiko ir kitų resursų sąnaudomis, brangumu, ne dideliu tikslumu ir pan.
- ekspertinis įvertinimas, dar vadinamas aprioriniu modeliavimu, grindžiamas dalyko žinovo - eksperto praeityje įgyta patirtimi. Naudojamas su kitais būdais, arba tada, kai kiti būdai netaikomi.
- modeliavimas, t.y. bandymai tiriant realios sistemos pakaitalą. Modelio formulavimas yra subjektyvus ir nevienareikšmis procesas, nes pakeisti pradinę sistemą galima įvairiais būdais, kurie pasirenkami atsižvelgiant į tyrimo tikslą, tyrinėtojo kvalifikaciją ir intuiciją, apriorinę ir potencialiai prieinamą informaciją bei kitas aplinkybes.

## 1.2. Modelis

### 1.2.1. Modelio samprata

Modelis [13,15] - esminių realios sistemos savybių išraiška, kuri tam tikru būdu atspindi (mėgdžioja) sistemos funkcionavimą (elgseną) ir padeda ją tirti. Modelis nėra tikslus ir išsamus sistemos aprašymas, jis tik imituoja jos kūrėją dominančią sistemos elgseną.

Žmogus gali sukurti dirbtinį objektą (modelį), kurį tyrinėjant sužinoma apie realųjį objektą. Modelis [8] – tai tam tikro objekto, proceso arba reiškinių analogas, atspindintis mus dominančias originalo savybes ir charakteristikas, galintis tam tikroms sąlygoms pakeisti originalą. Modelis skiriasi nuo originalo, nes modelis vaizdingesnis, su juo galima atlikti eksperimentus ir t.t. Modelis - tai realiai egzistuojančių objektų, reiškinių, procesų atvaizdavimas. Modeliai kuriami [8], nes:

- originalo (prototipo) jau nebėra arba jis iš viso neegzistuoja. Modeliuojant pasinaudojama faktais ir taikant hipotezių bei analogijų metodą, sukuriama tolimesnė praeities įvykių modelis.
- originalas gali turėti daug įvairių savybių ir ryšių su kitais objektais. Sukurtame modelyje sukonzentruoti pagrindiniai (esminiai), nagrinėjami konkrečiame tyrime, realaus objekto faktoriai. Neesminiai faktoriai arba išvis neegzistuoja modelyje, arba pavaizduoti paviršutiniškai.

Modelio privalumas – keisti reiškinių parametrus, stebėti jų veikimą, modeliuoti reiškinius, tirti jų dėsningumus. Realiai tai atlikti yra sunku, brangu, arba išvis neįmanoma. Modeliuojant pasirenkami objektai, reiškiniai arba procesai [8]: objektų modeliai - tai ir architektūrinių pastatų maketai, ir meno kūrinių reprodukcijos, ir vaizdinė medžiaga mokyklos dalykų kabinetuose; gyvos gamtos reiškinių tyrinėjimui, katastrofų spėjimui siekiant žmogaus gerovės, kuriami reiškinių modeliai; kuriant procesų modelius, modeliuojami veiksmai su materialiais objektais.

Tam pačiam objektui, procesui ar reiškiniui gali būti sukurta labai daug skirtingų modelių. Modelio tipas priklauso nuo modelio sukūrimo tikslo ir informacijos apie modelio originalą pateikimo.

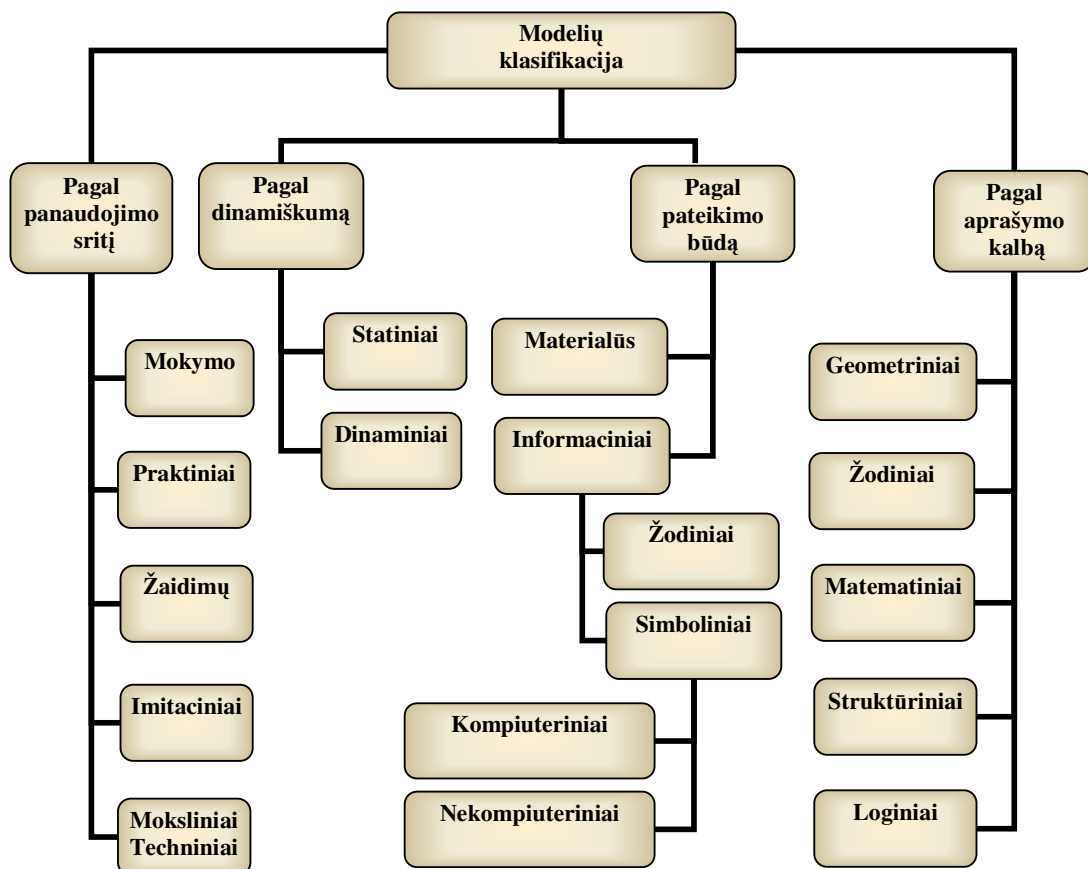
### 1.2.2. Modelių klasifikavimas

Klasifikacija [9] – tai objektų sudėliojimas į grupes, kurių elementai turi vieną ar kelis bendrus požymius. Požymiai, pagal kuriuos klasifikuojami modeliai [8] yra tokie:

- taikymo sritis (mokymo(si), moksliniai-techniniai, žaidybini, imitaciniai, analitiniai, bandymams skirti modeliai);

- modelio savybės (diskretiški ir tolydūs, atsitiktiniai ir determinuoti, matriciniai ir skaliariniai, statiški ir dinaminiai);
- mokslo sritis (biologiniai, sociologiniai, istoriniai ir pan.);
- modelio vaizdavimo būdas (materialūs, informaciniai, analitiniai ir imitaciniai, vaizdiniai–ženkliniai, masteliniai ir nemasteliniai modeliai).

Dažniausiai vartojama modelių klasifikacija [9] pateikta 1 paveikslėlyje.



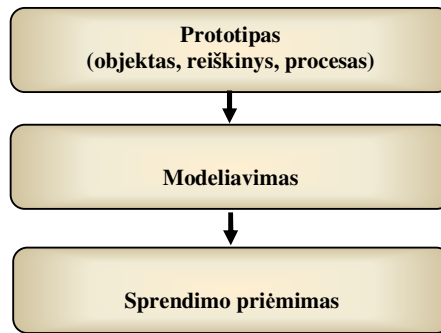
1 pav. Modelių klasifikacija

Modeliai klasifikuojami pagal panaudojimo sritį, dinamiškumą, pateikimo būdą, aprašymo kalbą.

## 1.3. Modeliavimas

### 1.3.1. Modeliavimo samprata

Modeliavimas [8] – vienas iš svarbiausių žmogaus veiklos būdų. Pradėdami kokį nors darbą išivaizduojame kaip darbą pradėti, kokie bus rezultatai, kokia eiga darbą atliksime. Tą patį galima pasakyti ir apie modeliavimą [8] (žr. 2 pav.).

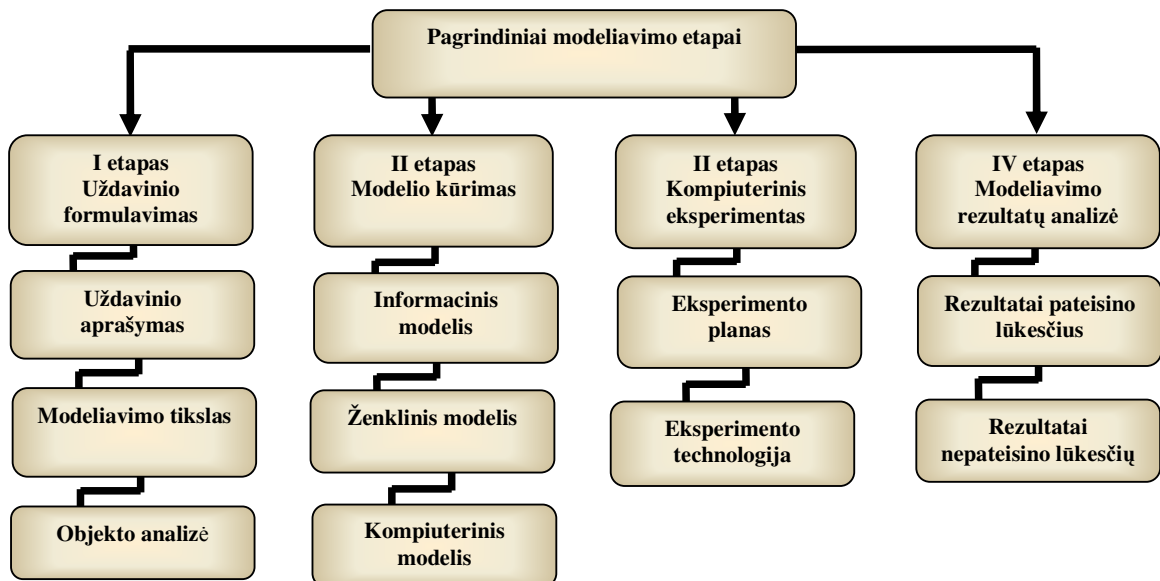


2 pav. Modeliavimo atlikimo etapai

Modeliavimo pradžia – objekto, proceso, reiškinio originalas. Modeliavimo pabaiga – sprendimo priėmimas: arba sukuriamas naujas objektas, kurio modelį nagrinėjome, arba pagerinamas jau egzistuojantis objektas, arba gaunamos papildomos žinios apie objektą.

### 1.3.2. Modeliavimo etapai

Modeliavimas [9] – tai modelių kūrimas, suteikiantis galimybę tyrinėti objektą, procesą ar reiškinį. Bendriausią modeliavimo etapų [8, 9] schemą galima pavaizduoti taip, kaip parodyta 3 paveikslėlyje:



3 pav. Pagrindiniai modeliavimo etapai

Uždavinys formuluojamas atsižvelgiant į rezultatą, t. y. modeliavimo tikslą. Objekto analizės etape nustatomas modeliuojamas objektas ir jo savybės. Tai pradiniai modeliavimo duomenys.

Informacinio modelio etape nustatomos savybės, būseną ir kitokie elementarių objektų parametrai. Kuo tiksliau bus aprašytas modelis, tuo tikslesnį gausime rezultatą. Pirmiausia informacinis modelis pateikiamas ženklina forma. Tai – schemas, grafikai, pradiniai užrašai ir pan. Po to kuriamas kompiuterinis modelis. Tam reikia turėti tinkamą programinę įrangą, suvokti, kokia įranga kam skirta, gebėti su šia įranga dirbti. Tada nebus sunkumų, keičiant informacinį ženklinį modelį kompiuteriniu ir eksperimentuojant.

Šiuolaikinės technologijos atvėrė unikalų tyrimo metodą – kompiuterinį eksperimentą. Kompiuterinį eksperimentą sudaro du etapai: eksperimento plano sudarymas ir jo vykdymo technologija. Visų pirma parengiamas testas, o po to testuojama (vyksta modelio patikrinimas). Po testavimo galima įvertinti eksperimento rezultatus ir kompiuterinio eksperimento technologiją.

Galutinis modeliavimo tikslas – sprendimo priėmimas, išanalizavus gautus eksperimento rezultatus. Negavus rezultatų, dažnai tenka papildomai eksperimentuoti arba net keisti modelį. Jeigu testavimo ir eksperimentų rezultatai ne tokie, kokie turėjo būti – viename ar keliuose ankstesniuose etapuose buvo klaidų. Procesas kartojamas, kol pasiekiami laukiami rezultatai.

#### **1.4. Kompiuterinis modeliavimas**

Kompiuteris – tai pagrindinis šiuolaikinių informacinių technologijų instrumentas. Tai reiškia, kad jo panaudojimo viena iš sričių – uždavinių, kurių pagrindas informacinis modelis, sprendimas. Kompiuteris dirba su informacija. Šiuolaikinis kompiuteris gali dirbti su garsu, video vaizdu, animacija, tekstu, schemomis, grafikais, lentelėmis ir t.t. Bet, kad apdoroti tokią informacijos įvairovę, reikalinga speciali techninė ir programinė įranga, t.y. kompiuterinio modeliavimo instrumentai (žr. 3 skyrių).

Kompiuterinio modeliavimo privalumai [13]:

- Modeliuodami kompiuteriu žmonės išmoka išskirti esminius tiriamosios sistemos bruožus, atmesti konkrečiame kontekste nereikalingą informaciją, aktyviai ieškoti tinkamų abstrakcijų ir analogijų.
- Sistemų analizės principais grindžiamas kompiuterinis modeliavimas derina savyje eksperimentinio ir teorinio metodo privalumus ir orientuoja besimokančiuosius ne į atskirus dalykinių žinių fragmentus, bet į sprendžiamą problemą.
- Didėjanti modeliavimo žinių ir įgūdžių paklausa besiformuojančioje informacinėje visuomenėje, pažinimo ir modeliavimo procesų bendrumas ir kai kurie kiti faktoriai lemia tai, kad modeliavimas tampa vienu pagrindinių mokymo metodų ir vienu populiariausių edukologijos tyrimo objektų.

## 2. Kompiuterinis modeliavimas mokyme

Kiekvienas iš mūsų kiekvieną dieną susiduria su modeliavimu. Modeliavimas žmogui yra įprastas veiksmas, nes žmogus prieš ką nors veikdamas sukuria savo veiksmų modelį. Modeliuodami kompiuteriu žmonės išmoksta išskirti esminius tiriamosios sistemos bruožus, atmesti konkrečiu atveju nereikalingą informaciją.

Didėjanti modeliavimo žinių ir įgūdžių paklausa besiformuojančioje informacinėje visuomenėje, pažinimo ir modeliavimo procesų bendrumas ir kai kurie kiti faktoriai lemiami, kad dabartiniu metu modeliavimas tampa vienu pagrindinių mokymo metodų ir vienu populiariausių tyrimo objektų edukologijoje [13].

Naudojant kompiuterinius modelius mokomoji medžiaga įgauna vaizdumą, skatina mokinių iniciatyvą ir kūrybingos asmenybės atsiskleidimą [21]. Tai skatina vis platesnį modeliavimo metodo ir atitinkamų programinių priemonių taikymą įvairių dalykų dėstyje.

### 2.1. Modeliavimas bendrojo lavinimo mokyklose

Modeliavimas – tai mokymosi patirtis, kuri suteikia mokiniams galimybę dalyvauti supaprastintame pasaulio pavaizdavime. Modeliavimas nuo kitų mokymo būdų skiriasi tuo, kad jis suteikia mokiniams galimybę suprasti sąvokas ir procesus aktyviai juose dalyvaujant.

Šiuo metu pažintis su modeliavimu, remiantis Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosiomis programomis ir bendrojo išsilavinimo standartais [7,22,35], vyksta įvairių dalykų pamokose (žr.1 lentelę).

1 lentelė

#### Modeliavimas įvairių dalykų bendrosiose programose ir standartuose

	XI-XII klasės	Pagrindinis ugdymas
Informacinės technologijos	(Išplėstinis kursas) Duomenų bazės struktūra ir projektavimas. Žino pagrindinius informacinius modelius.	(9-10 kl.) Modeliavimo samprata. Kompiuterinio modeliavimo privalumai. Modeliuoja nesudėtingų uždavinių sprendimą (pavyzdžiui, tiesinės ar kvadratinės lygties sprendimą naudodamiesi Pascal programavimo kalba arba geometrinių figūrų braižymą naudodamiesi <i>Logo</i> ).

Matematika	(Bendrasis kursas) Taiko matematinius modelius (lygtis, nelygybes, funkcijas ir pan.) nesudėtingiems praktinio pobūdžio uždaviniams spręsti. Atpažįsta realius procesus, modeliuojamus rodiklinėmis ir logaritminėmis funkcijomis. (Išplėstinis kursas) Taiko matematinius modelius (lygtis, nelygybes, funkcijas ir pan.) praktinio ir teorinio pobūdžio uždaviniams spręsti.	(10 kl.) Naudoja tinkamus matematinius modelius (lygtis, nelygybes, funkcijas, grafikus, diagramas ir pan.) nesudėtingiems praktinio turinio uždaviniams spręsti. Paaiškina ir pademonstruoja modeliu, kaip gaunamos įvairios geometrinės figūros.
Fizika	(Bendrasis kursas) Sprendžia modelinius kinematikos uždavinius. Formuluoja I, II ir III Niutono dėsnius ir juos taiko sprenddamas paprasčiausius modelinius uždavinius.	(9-10 kl.) Aiškina medžiagos būsenos kitimą remdamasis medžiagos molekulių (atomų) modeliu.
Chemija	(Išplėstinis kursas) Skaito, rašo ir naudojami įvairiais organinių junginių molekulių struktūrinių formulių užrašymo būdais, supranta ir naudojami strypiniais ir erdviniais modeliais.	(7-8 kl.) Sudaro ir paaiškina svarbiausių cheminių elementų atomų modelius. (9-10 kl.) Aiškina medžiagos būsenos kitimą remdamasis medžiagos molekulių (atomų) modeliu.
Geografija	(Išplėstinis kursas) Modeliuoja gyventojų išdėstymą erdvėje.	
Technologijos	(Bendrasis kursas) Viešbučio aptarnavimo modelio parengimas. (Išplėstinis kursas) Konstrukcijų modelių kūrimas panaudojant šiuolaikinę projektavimo techniką .	(8 kl.) Panaudodamas elektronines schemas modeliuoja nesudėtingas komunikacines sistemas. Motyvuoja idėją, kuria projekto įgyvendinimo planą.

Mokyklose kompiuterinis modeliavimas [21] žengia pirmuosius žingsnius. Pažintis su modeliavimu per informacinių technologijų pamokas vyksta IX-X klasėje besimokant Logo, Pascal kalbų. Tolimesnė pažintis su modeliavimu vyksta profilinėse klasėse naudojant duomenų bazę, skaičiuoklę, grafikos redaktorius, universalias programavimo kalbas, specializuotas kompiuterinio modeliavimo sistemas.

Tyrimų, eksperimentavimo, mokslinio mąstymo gebėjimams ugdyti matematikos, chemijos, fizikos, technologijų pamokose naudojamos konstravimo, eksperimentavimo ir modeliavimo programos, tokios kaip: Crocodile Technology, Crocodile Chemistry, Model Builder, Dinaminė geometrija ir kt. Modelių kūrimas ir taikymas įvairių dalykų pamokose skatina besimokančius studijuoti ne atskirus dalykinių žinių fragmentus, bet verčia gilintis į sprendžiamą problemą. Kompiuteriniai modeliai mokiniams padeda suprasti, kaip jie kuriami, kokios jų taikymo ribos - vienomis sąlygomis jie tinkami, kitomis - ne. Kadangi kompiuteris gali pakeisti kai kurias realias darbo priemones, juo galima tirti, kaip vienu reiškinių ypatybės priklauso nuo kitų, atlikti praktinius ar laboratorinius darbus.

Mokytojas, turintis technines galimybes, pakankamai žinių ir noro savo darbe taikyti IKT, susiduria su nemenkais sunkumais: modeliavimui skirtų nupirktų Lietuvos mokykloms arba laisvai platinamų lietuviškų (arba sulietuvintų), pritaikytų dirbti Windows aplinkoje programų šiuo metu yra palyginti nedaug: Dinaminė geometrija, Model Builder, Crocodile Clips, Crocodile Chemistry, Matematika 9 su dinamine geometrija ir dar keletas kitų.

Universalios Model Builder programa galima kurti modelius, naudotis jais kaip demonstravimo, analizės, konstravimo ir aktyvaus eksperimentavimo priemonėmis. Modeliuose galima keisti parametrų reikšmes ir stebėti objektų priklausomybę nuo tų pakeitimų, t.y. aktyviai tirti nagrinėjamus reiškinius ir dėsningumus.

„Crocodile Clips“ - lengvai perprantama fizikos programa elektros kursui mokyti. Tai maža laboratorija kompiuteryje, kuri suteikia galimybę modeliuoti įvairaus sudėtingumo elektros grandines, atlikti eksperimentus su įvairiais elektros prietaisais, naudotis matavimo prietaisais .

Matematikos kompiuterinė programa „Dinaminė geometrija“ yra skirta kūrybiniam darbui. Dirbdami šia programa mokiniai gali konstruoti ir transformuoti matematinius objektus, tirti jų matmenų kaitą, savybes. Galima rašyti komentarus programos lange ir valdyti jų pasirodymo laiką, kurti brėžinių konstrukcijų scenarijus.

Dabartiniu metu, kai mokyklose nuolat trūksta cheminių reagentų, aparatūros ir chemijos indų, kompiuterių programa „Crocodile Chemistry“ yra puiki pagalba chemijos mokytojui. Ji leidžia atlikti įvairius chemijos eksperimentus virtualioje chemijos laboratorijoje ir iliustruoti chemijos pamokas.

## **2.2. Modeliavimo kursai universitetuose**

Aukštesnėse studijų pakopose modeliavimo mokoma kaip savarankiško dalyko. Beveik kiekvienos aukštosios mokyklos siūlomų modulių sąrašė yra minimas modeliavimas. Duomenys apie modelių ir modeliavimo dėstymą Lietuvos universitetuose 2004/2005 m.m. pateikti lentelėje



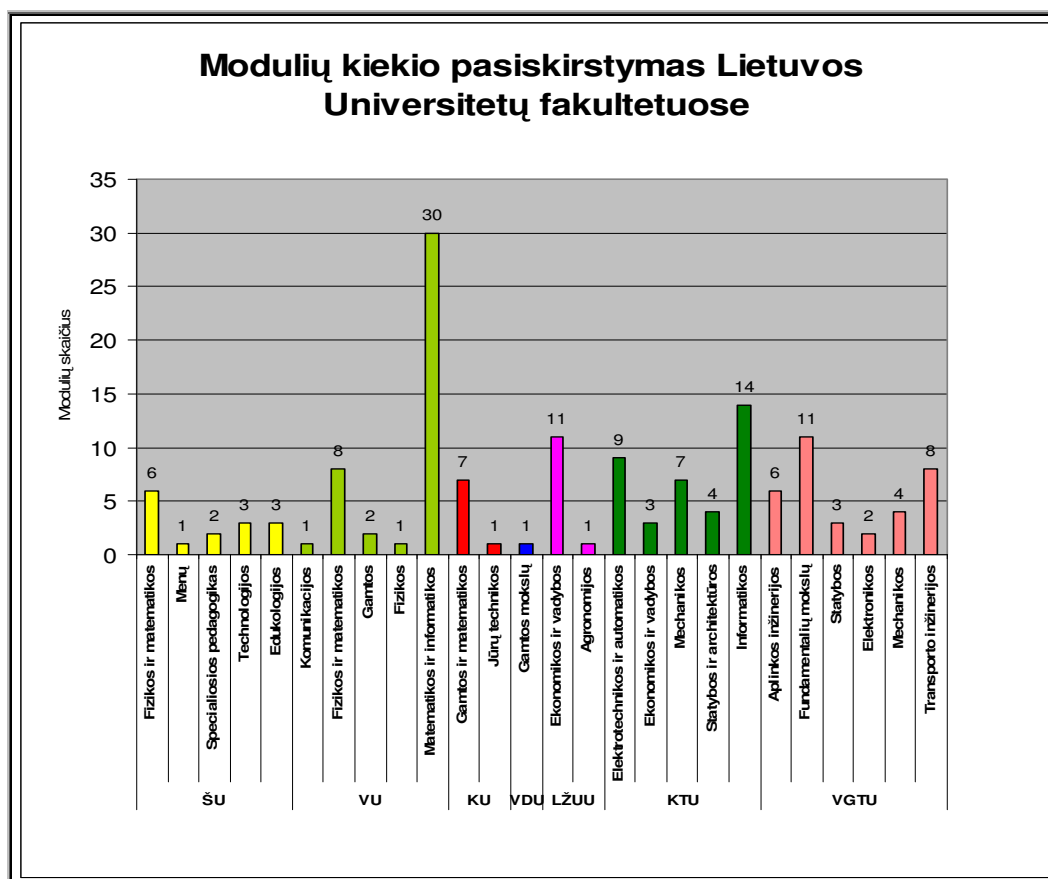
(žr. 2 priedą). 2 lentelėje matyti, kaip dėstomų modulių pasiskirstymas bakalauro, magistratūros ir doktorantūros studijose:

2 lentelė

**Modulių skaičius Lietuvos Universitetų 2004/2005 m.m. programose**

Universiteto pavadinimas	Modulių skaičius	bakalauras	magistras	doktorantūra
Vilniaus Gedimino Technikos	34	10	24	0
Šiaulių universitete	15	9	6	0
Vilniaus universitete	42	31	11	0
Klaipėdos	8	5	3	0
Vytauto Didžiojo universitete	1	1	0	0
Lietuvos Žemės Ūkio universitete	12	4	8	0
Kauno Technologijos universitete	37	13	19	5

Lietuvos Universitetų skirtinguose fakultetuose yra skirtingas modulių kiekis. Modulių pasiskirstymas priklauso nuo fakulteto pakraipos (žr. pav. 4)



4 pav. Modulių pasiskirstymas universitetų fakultetuose

Daugiausia modulių dėstoma: Vilniaus Universitete Matematikos ir Informatikos fakultete – 30 ir Kauno Technologijos Universitete Informatikos fakultete – 14. Po viena modulį turi 5 fakultetai: VU Komunikacijos ir Fizikos, KU Jūrų technikos, VDU Gamtos mokslų ir LŽŪU Agronomijos.

Modeliavimo pagrindų modulis yra tik Šiaulių Universitete, remiantis 2004/2005 m.m rinktais duomenimis, studijuojant Fizikos, Informatikos, Matematikos, Fizikos ir informatikos, Matematikos ir informatikos bakalauro specialybes.

Kai kuriuose Lietuvos Universitetuose tas pats modulis dėstomas skirtingoms specialybėms, o kitur tai pačiai specialybei dėstomi keli skirtingi moduliai (žr. 3 lentelę).

3 lentelė

### Specialybių ir modulių skaičiaus pasiskirstymas

Universiteto pavadinimas	Fakultetų skaičius	Specialybių skaičius	Modulių skaičius
Vilniaus Gedimino Technikos universitetas	6	27	34
Šiaulių universitetas	5	26	15
Vilniaus universitetas	5	13	42
Klaipėdos universitetas	2	4	8
Vytauto Didžiojo universitetas	1	1	1
Lietuvos Žemės Ūkio universitetas	2	4	12
Kauno Technologijos universitetas	5	13	38

Remiantis 3 lentelės ir 4 paveikslėlio duomenimis daugiausiai skirtingų modulių Lietuvos universitetuose dėstoma: Lietuvos Žemės Ūkio universitete ekonomikos ir vadybos fakultete 92 %. Vilniaus universitete matematikos ir informatikos fakultete - 72 % . Klaipėdos universitete gamtos ir matematikos fakultete – 88%. Šiaulių universitete fizikos ir matematikos fakultete - 40%. Vytauto Didžiojo universitete gamtos mokslų fakultete 100%. Kauno Technologijos universitete informatikos fakultete - 38 %. Vilniaus Gedimino Technikos universitete fundamentalių mokslų fakultete – 32 %.

### 3. Kompiuterinio modeliavimo programinių priemonių galimybių analizė

Kuriant kompiuterinį modelį, reikia turėti tinkamą programinę įrangą, suvokti, kokia įranga kam skirta, gebėti su šia įranga dirbti. Tada nebus sunkumų, keičiant informacinį ženklinį modelį kompiuteriniu ir eksperimentuojant. Visas modeliavimui taikytinas programines priemones galima suskirstyti į tokias grupes:

- Universalios programavimo kalbos;
- Statistinės sistemos;
- Elektroninės lentelės;
- Logo kalbos;
- Kompiuterinės grafikos sistemos;
- Kompiuterinės matematikos sistemos;
- Specializuotos modeliavimo sistemos ir kalbos.

#### 3.1. Universalios programavimo kalbos

Universalios programavimo kalbos - Basic, Pascal, Delphi, C, C++, Java ir kt. Programavimo kalbų yra daug, dalis jų universalios, kitos – specializuotos, skirtos tam tikrų sričių uždaviniams spręsti. Dauguma jų jau turi ir vizualaus programavimo elementų. Šių kalbų universalumas leidžia sukurti programą bet kuriam modeliui realizuoti. Programavimo įgūdžių neturėjimas bei didelės laiko sąnaudos apsunkina universalių programavimo kalbų naudojimą. Programavimo kalbų Java, C++, VB, Delphi tinkamumas pateiktas 4 lentelėje.

4 lentelė

**Programavimo kalbų tinkamumas**

Java	Objektinio programavimo kalba. Dažniausiai vartojama programuojant žiniatinklio svetaines. Java yra nemokama, lengvai įsigyjama, nereikli kompiuteriui, apstu literatūros, daug mokomosios medžiagos internete.
C++	Galinga programavimo sistema, tačiau labai sudėtinga, didelė. Programavimas C++ nėra saugus. Apstu literatūros įvairiomis kalbomis (ir lietuvių).
Visual Basic	Galinga vaizdžio ir komponentinio programavimo sistema. Labai daug literatūros, taip pat ir lietuvių kalba. Visual Basic komercinė programavimo kalba.

Delphi	Skirta kurti dideles programas, turi gerų duomenų bazių ir interneto programavimo priemonių. Geros vaizdžiojo ir komponentinio programavimo priemonės Delphi programavimo kalba yra galinga, ji nėra nemokama.
--------	--

Dauguma programavimo kalbų yra orientuotos į universalių programų kūrimą ir pats modelis dažnai pavirsta painia programa, kuri nėra tiksliai dokumentuojama ir todėl suprantamą tik pačiam programos kūrėjui. Tokiu būdu prarandamas genetinis ryšys su pačiu modeliu ir sunku atskirti kur modelio realizacija, o kur tik pagalbinės priemonės.

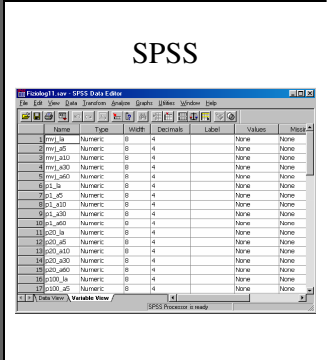
Universalios programavimo kalbos pasižymi universalumu, praplečiamumu, leidžia naudotis įvairiomis programų, modulių ar objektų (klasių) bibliotekomis, standartiniais interfeiso elementais ir pan. Šiuolaikiniai programavimo standartai leidžia nesunkiai susieti programą - modelį su duomenų bazių valdymo sistemomis ir kitomis reikalingomis taikomosiomis programomis [13, 15].

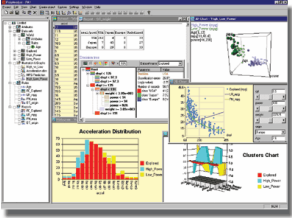
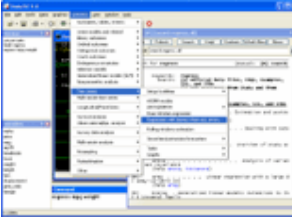
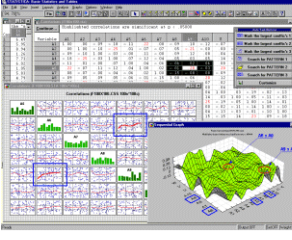
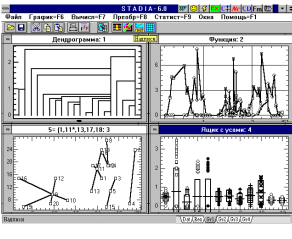
### 3.2. Statistinės sistemos

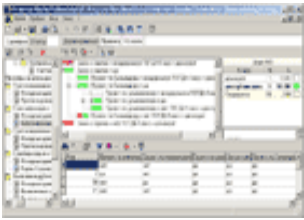
Statistiniai skaičiavimai - paprasčiausias grafikų braižymas, vidurkių, koreliacijos, regresijos apskaičiavimas. Modeliavime plačiai naudojami kompiuteriai. Jie padeda susiaurinti skaičiavimų sritį, apdoroti duomenis. Statistiniams skaičiavimams sukurti specialūs programiniai paketai -SPSS, PolyAnalyst, Statistika, Stata, Stadia, Deductor ir kt (žr. 5 lentelę). Jais plačiai naudojamosi statistinio modeliavimo uždaviniuose. Visų statistinių programų paketų funkcijos bei paskirtis panašios.

5 lentelė

#### Statistiniams skaičiavimams skirtų programinių paketų galimybės

	<p>SPSS [39] programiniai produktai leidžia operatyviai gauti analitinę informaciją, pateikti rezultatus aukšto lygio lentelėmis ir diagramomis, taip pat platinti ir diegti gautus rezultatus. SPSS for Windows – tai modulinis, pilnai integruotas, turintis visas reikalingas galimybes, programinis kompleksas, apimantis visus analitinio proceso etapus: planavimas, duomenų rinkimas, duomenų prieinamumas ir valdymas, analizė, skaičiavimų sukūrimas ir rezultatų pateikimas.</p>
---	--

<p style="text-align: center;"><b>PolyAnalyst</b></p> 	<p>Sistema PolyAnalyst [37] skirta automatinei ir pusiau automatinei analizei skaitinės duomenų bazės. PolyAnalyst turi daugkartinę priklausomybę tarp kintamųjų duomenų bazėje, automatiškai stato ir testuoja daugiamačius netiesinius modelius, išreiškiančius rastas priklausomybes, išveda klasifikuotas taisykles pagal mokomuosius pavyzdžius, randa duomenyse daugiamačius klasterius, ruošia sprendimų algoritmus. PolyAnalyst naudoja versle, finansuose, moksle, medicinoje.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Stata</b></p> 	<p>Programa Stata [41] universalus paketas statistinių uždavinių sprendimui įvairiose srityse: ekonomikoje, medicinoje, biologijoje, sociologijoje. Stata privalumai: didelis spektras statistinių metodų, lankstus duomenų apdorojimas, paprastas savų programinių modulių užrašymas ir taip pat gana rimtas programavimo priemonių spektras ir kt. Stata galimybės: baziniai statistiniai metodai, tiesiniai metodai, klasterinė analizė, operacijos su duomenimis, grafika, patricinės komandos, programavimas ir kt.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Statistica</b></p> 	<p>Statistica [42] - tai universali integruota sistema, skirta statistinei analizei ir duomenų vaizdavimui, duomenų bazių valdymui. Pagrindinės Statistica funkcijos yra šios: aprašomoji statistika ir tikimybinių dėsnių nustatymas; duomenų vizualizavimas; atsitiktinių skaičių ir procesų imitavimas; koreliacinė ir regresinė analizė; parametrinė ir neparametrinė statistika ir kt. Su sistemoje Statistica esančiomis galingomis programavimo kalbomis, aprūpintomis specialiomis palaikymo priemonėmis, lengvai sukuriami baigti naudojami sprendimai ir įdedami į kitus priedus arba skaičiavimo terpes.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Stadia</b></p> 	<p>Stadia [40] išsamus rinkinys šiuolaikiškų ir efektyvių analizės metodų: aprašomoji statistika, kategorinė, dispersinė, koreliacinė ir spektrinė analizė, lyginimas, filtracija, prognozavimas, diskriminantinė, klasterinė ir faktorinė analizė, kokybės kontrolės metodai, analizė ir pakeitimas praleistų reikšmių ir kt. Stadia – pilnas komplektas dvimatės, trimatės ir daugiamatės grafikos: funkcijų, priklausomybių, pasiskirstymų, prognozių, diagramų, žemėlapių, histogramų ir kt.</p>

<p>Deductor</p> 	<p>Deductor [12] susideda iš dviejų dalių – daugiamatės duomenų saugyklos Deductor Warehouse ir analitinio priedo Deductor Studio. Deductor Warehouse daugiamatinė duomenų saugykla, akumuliuojanti visą informaciją dėl pasirinktos srities analizės. Deductor Studio – programa realizuojanti importo funkcijas, apdirbimą, vizualizavimą ir eksportą duomenų. Realizuotos technologijos Deductor'e leidžia vienos architektūros bazėje pereiti visus etapus analitinės sistemos sukūrimui.: nuo sukūrimo duomenų saugyklos iki automatinio modelių parinkimo ir gautų rezultatų vizualizacijai.</p>
---	--

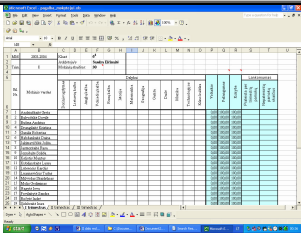
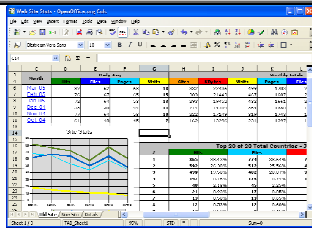
### 3.3. Skaičiuoklės (elektroninės lentelės)

Lentelėms apdoroti parengtos specialios kompiuterinės programos, turinčios daug ir įvairiausių galimybių. Tokios programos vadinamos skaičiuoklėmis. Skaičiuoklių programos greitai ir patikimai apdoroja lentelių duomenis. Skaičiuoklės ypač praverčia, kai duomenų labai daug ir jie sudaro sudėtingos struktūros lenteles. Skaičiuoklės darbo aplinka – tai lentelė, kurioje rašomas tekstas, skaičiai ir formulės. Labai svarbi lentelių savybė yra ta, kad pakeitus pradinis duomenis, nauji rezultatai apskaičiuojami automatiškai ir iš karto yra pateikiami. Skaičiuoklių programų priemonėmis lengva kurti įvairaus tipo standartines diagramas, grafikus.

Skaičiuoklės turi ir tam tikrų trūkumų [13, 15]. Modelių formulės jose yra didelės ir sunkiai skaitomos, jų skaičiavimo greitis yra mažas. Šiuo metu dažniausiai naudojamos skaičiuoklės – Microsoft kompanijos – Excel bei atvirojo kodo paketo Open Office skaičiuoklė Calc (žr. 6 lentelę)

6 lentelė

#### Microsoft Excel ir OpenOffice Calc skaičiuoklės paskirtis

Excel	Calc
	

<p>Pagrindinė skaičiuoklės [29] paskirtis – redaguoti, keisti duomenis, atlikti su jais skaičiavimo veiksmus ir pateikti informaciją lentelės formatu. Skaičiuoklė yra programa, skirta bet kurios žmogaus veiklos srities skaičiavimams atlikti, vadybos bei kitų sričių duomenims analizuoti ir jiems apibendrinti, įvairioms diagramoms braižyti ir profesionaliai apiformintoms ataskaitoms su lentelėmis bei diagramomis spausdinti.</p>	<p>Skaičiuoklė „Calc“ [34] yra viena iš „OpenOffice.org“ paketo programų. Ji skirta lentelėmis pateiktiems duomenims apdoroti. Galima atlikti veiksmus su duomenų stulpeliais, eilutėmis, atskirais duomenimis ar jų grupėmis. Skaičiuoklės „OpenOffice Calc“ programa panaši į „Microsoft Excel“ programą, tik turi šiek tiek mažiau galimybių. Vartotojui itin patogiu, kad šia programa galima atverti „Microsoft Excel“ sukurtus dokumentus – lenteles, diagramas</p>
---	---

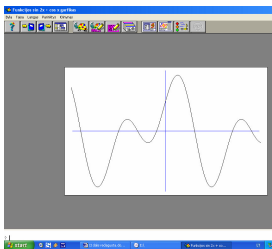
### 3.4. Logo kalbos

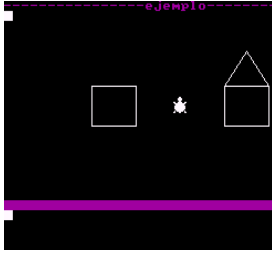
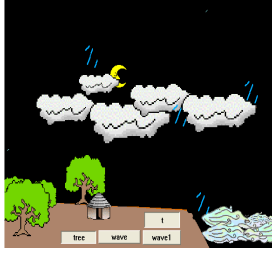
Logo – specialiai vaikams sukurta, lengvai perprantama, kūrybingumą ugdanči programavimo kalba. Pirmąją Logo versiją 1968 m. sukūrė matematikas Seymour Papert (Seimūras Papertas). Logo kalbos pagrindinis akcentas – dinaminis objektas, vadinamas vėžliuku, kuris atlieka vartotojo (programuotojo) nurodomus veiksmus – komandas.

Prie Logo kalbų priskiriamos Kamensio Logo, MicroWorlds ir LogoWriter (žr. 7 lentelę)

7 lentelė

#### Logo sistemų paskirtis

<p>Kamensio Logo</p>		<p>Comenius Logo sistema [10, 23] 1998 m. buvo nupirktą visoms Lietuvos mokykloms ir išversta į lietuvių kalbą. Jos vertimas pavadintas Komensio Logo. Komensio Logo sistema labiausiai tinka modeliuoti ir spręsti įvairias užduotis, pasitelkus šiuolaikinio programavimo idėjas. Šia sistema galime atlikti įvairias užduotis: piešti paveikslus, kurti melodijas, aprašyti geometrines figūras, išreikšti matematinius skaičiavimus, modeliuoti įvairius fizikos, chemijos, biologijos, kalbos procesus, mokytis panaudoti multimedijos principus ir galimybes. Komensio Logo pritaikyta Windows terpei.</p>
----------------------	---	--

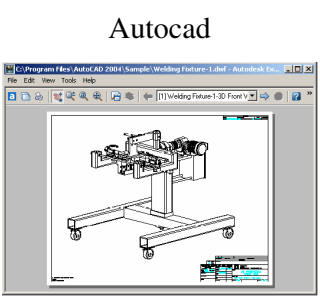
LogoWriter		<p>1995–1997 metais Atviros Lietuvos fondas parėmė projektą Logo mokyklai, kuris suteikė pirmą rimtą galimybę mokytojams pradėti taikyti Logo sistemą. Tuomet buvo išversta DOS operacinei sistemai skirta LogoWriter sistema [23]. LogoWriter mažesni reikalavimai kompiuteriui leidžia dirbti savarankiškai; be to, darbas DOS terpėje yra stabilesnis, lengviau kontroliuojamas, mažiau dėmesio atitraukia grafinė vartotojo sąsaja. Pagrindinis sistemos veikėjas, algoritmo, programos vykdytojas – Vėžliukas.</p>
MicroWorlds		<p>Kita Logo sistema tinkanti mokymo procesui yra MicroWorlds [30]. MicroWorlds sistema turi daugiau galimybių dirbti su naujausiomis kompiuterinėmis technologijomis, būtent , darbu su Multimedia. Ji turi daug modernių galimybių (vaizdų, garsų kūrimo, įvairių procesų modeliavimo ir pan.). MicroWorlds turi savo garsu redaktorių, todėl galima pačiam kurti melodija. MicroWorlds pritaikyta Windows terpei.</p>

### 3.5. Kompiuterinė grafikos sistemos

Kompiuterinė grafika yra patrauklus ir galingas informacinių technologijų įrankis. Sunku rasti tokią sritį, kur grafinius duomenis apdoroti ir vaizduoti kompiuteriu būtų nenaudinga. Dėl sparčios kompiuterių technologijų pažangos kompiuterinė grafika tapo praktiniu įrankiu. Šiandien jau įprasta, kad kompiuterinė grafika vartojama labai skirtingose srityse: moksle, inžinerijoje, versle, pramonėje, mene, medicinoje, reklamoje, žaidimuose, mokymo, valdymo, treniravimo ir kt. srityse. Kompiuterinės grafikos sistemos skirtos modeliavimui: Autocad, Autodesk Inventor, Autodesk Revit, Autodesk Viz, Autodesk Building Mechanical ir kt. ( žr. 8 lentelę )

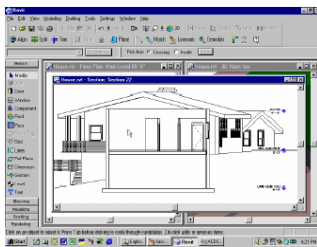
8 lentelė

#### Kompiuterinės grafikos sistemų skirtų modeliavimui paskirtis

<p style="text-align: center;"><b>Autocad</b></p> 	<p>Autocad [2] – populiariausia automatizuoto projektavimo sistema. Tai bazinė sistema, kurios pagrindu sukurta visa eilė taikomųjų programų. Autocad turi tobulas dvimačio projektavimo ir brėžinių formavimo priemones ir patogius trimačių objektų modeliavimo instrumentus. Jos paskirtis – braižyti brėžinius, modeliuoti sudėtingas plokščiąsias ir erdvinės konstrukcijas, naudojamas įvairiose veiklos srityse.</p>
---	---

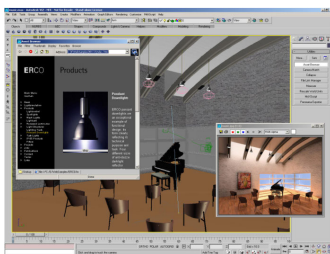


### Autodesk Revit Building



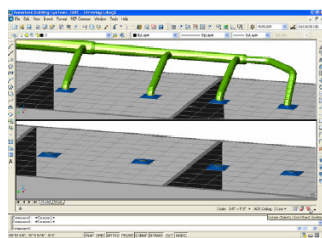
Autodesk Revit Building [5] – programinė įranga, skirta parametriniam pastatų modeliavimui ir projektuojamo objekto informaciniam modeliui kurti. Geometriškai modeliuojant objektą, automatiškai kuriama informacinė duomenų bazė, kurioje fiksuojami visi konstrukciniai sprendimai, atskirų objekto elementų ir dalių statybos fazės. Įvairūs duomenys bazėje tarpusavyje susiję parametriniais ryšiais. Dėka to visas pastato geometrinis ir informacinis modelis automatiškai reaguoja į pokyčius, kurie atsiranda redaguojant atskirų pastato elementų geometriją ar konstrukciją, redaguojant duomenis specifikacijose ir darbo brėžiniuose.

### Autodesk Viz

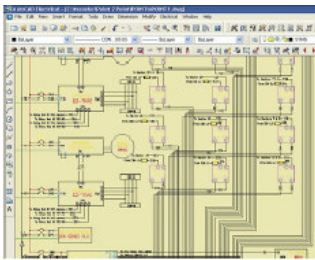


Autodesk Viz [6] - programa trimačiam modeliavimui ir vizualizacijai. Programoje pateikti visų tipų architektūrinių statinių konceptualaus projektavimo instrumentai, įskaitant ir visiškai paprastą aplinkos reljefo modeliavimą vietovės skaitmeninių ir foto duomenų importo būdu. Didelė parametrinių statybinių elementų (sienos, langai, durys, laiptai, ...) biblioteka suteikia galimybę nepaprastai lengvai modeliuoti eksterjerus ir interjerus. Nesudėtingas trimačių modelių kūrimas dvimačių brėžinių pagrindu. Tam programa turi visus reikiamus instrumentus, leidžiančius uždarus ir atvirus kontūrus pertvarkyti į trimačius objektus – sienas, langus, duris, laiptus ir kt.

### Autodesk Building Systems



Autodesk Building Systems [3] - programa skirta technologinių, priešgaisrinės saugos, vandentiekio, kanalizacijos, pildymo ir vėdinimo sistemų geometriniam modeliavimui ir darbo brėžinių ruošimui. Kartu su programa pateikiama didelė, lengvai papildoma visų rūšių vamzdynų elementų duomenų bazė. Vamzdynų elementai – parametriniai, todėl bet kurioje projektavimo darbų stadijoje nesunku atlikti projekto pakeitimus. Programoje integruotos transformavimo iš 2D į 3D ir atvirkščiai, vamzdynų tinklo vientisumo tikrinimo ir kitos naudingos funkcijos.

<p style="text-align: center;">Autodesk Inventor</p> 	<p>Autodesk Inventor [4] – skirta gaminio modeliavimui, detalizavimui ir surinkimui ir yra lengvai įsisavinama. Programa teikia pilną įrankių komplektą projektavimui trimatėje erdvėje ir brėžinių programiniam paruošimui. Gaminų detalėms projektuoti be įprastinių trimačių įrankių yra specializuoti įrankiai. Funkcijų kompleksas “Design Accelerator” su konstruktoriaus žinynu suteikia plačias galimybes detalių geometriniam modeliavimui ir skaičiavimui, įvertinant medžiagų mechanines savybes ir išorines apkrovas. Detalės judesys junginiuose leidžia modeliuoti kinematinės užduotis.</p>
--	--

### 3.6. Kompiuterinės matematikos sistemos

Kompiuterinės matematikos sistemos yra Matlab [27], Mathematica [26], Maple [24], Mathcad [25] ir kt. Kompiuterinių matematikos sistemų lyginamoji analizė pateikta 1 priede. Šios sistemos apima daugybę simbolinės matematikos ir (arba) skaičiavimo metodų, turi patogią grafinę sąsają, jomis naudojantis galima kurti įvairaus tipo modelius bei spręsti diferencialines, integralines ir algebrines lygtis, jų sistemas ir pan [13,15]. Pagrindiniai kompiuterinių matematikos sistemų privalumai ir trūkumai pateikti 9 lentelėje.

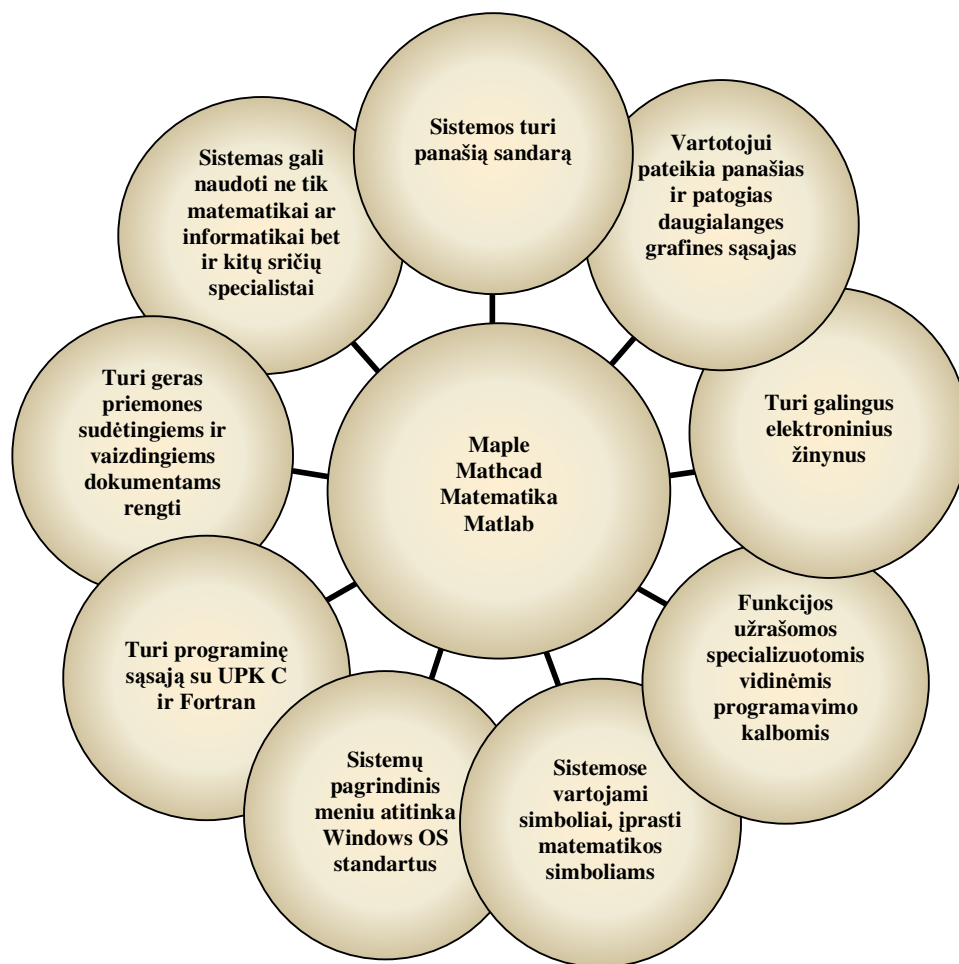
9 lentelė

**Kompiuterinių matematikos sistemų trūkumai ir privalumai**

	Privalumai	Trūkumai
Matlab	Matlab pasižymi dideliu skaičiavimo greičiu, be to gerai atlieka matricines, grafines operacijas ir kt.	Matlab pagrindiniai trūkumai - jis labai brangus, be to reikalauja galingo kompiuterio.
Mathcad	Matematinis programų paketas Mathcad tinka tiek mokymuisi, tiek moksliniam darbui. Be to, nereikalauja ypatingų kompiuterio išteklių (spartos bei atmintinės talpos).	Matematinio programų paketo Mathcad simbolių skaičiavimų ir programavimo galimybės yra ribotos (t.y. labai sunku kurti savo programas ir funkcijas).
Maple	Matematinis programų paketas Maple skirtas daugiau sudėtingų projektų sprendimui. Ši programa nereikalauja ypatingų kompiuterio išteklių, be to ji	Matematinis programų paketas Maple yra per daug akademiškas, pasižymi gana sudėtinga interaktyvaus dialogo forma, juo gali naudotis tik aukšto lygio

	turi dideles simbolinių skaičiavimų galimybes.	profesionalai.
Mathematica	Mathematica patogu derinti su kitais programų paketais. Turi galingas grafikos ir animacijos kūrimo priemones. Sistemos žinynas vienas iš geriausių. Naudojama universitetuose ir moksliniuose centruose.	Tačiau dirbant su Mathematica, keliami tam tikri reikalavimai kompiuterio galingumui. Be to šis programų paketas nėra geras kompiuterinės saugos atžvilgiu, t.y. neturi geros apsaugos nuo kopijavimo ir kt.

Visų kompiuterinių matematikos sistemų išsamus nagrinėjimas užima daug laiko. Pilnai sistemos savybes išsiaiškinti galima tik detaliai išanalizavus kompiuterines matematikos sistemas. Kompiuterinių matematikos sistemų darbo bendrieji pranašumai [43] pateikti 5 paveikslėlyje.



5 pav. Kompiuterinių matematikos sistemų bendrieji pranašumai

### 3.7. Specializuotos modeliavimo sistemos

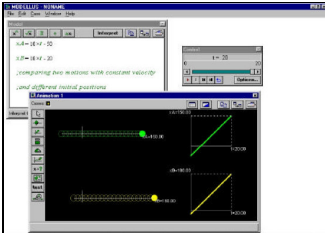
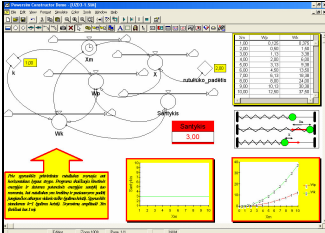
Sistemos interpretuoja diagramas, generuoja atitinkamą programinį kodą ir jį vykdo. Dauguma šių sistemų turi gerai išvystytą grafinę sąsają, tad leidžia atvaizduoti modeliavimo rezultatus vartotojo pageidaujama forma grafikuose, lentelėse ir (arba) tiesiog modelio schemose prie atitinkamų elementų ir ryšių tarp jų [13, 15].

Specializuotų modeliavimo sistemų trūkumai [13, 15]: dauguma jų paprastai palaiko tik paprastų diferencialinių lygčių ir algebrinių lygčių aparatą; modeliavimo sistemos paprastai turi nedaug lygčių sprendimo metodų, ribotas ir matematinių funkcijų pasirinkimas; darbas su didelės apimties duomenų masyvais ir duomenų bazėmis irgi gali būti gana keblus.

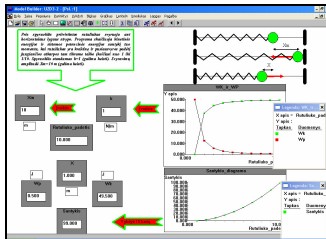
Išvardintos modeliavimo sistemų savybės gali turėti neigiamą įtaką tik kuriant sudėtingus mokslinius modelius. Kompiuteriniam modeliavimui sukurti specialūs programiniai paketai – Modellus, PowerSim, Model Builder, GPSS, Eclut, Anylogic, MVS, Simulink, ir kt. (žr. 10 lentelę).

10 lentelė

#### Specializuotų modeliavimo sistemų galimybės

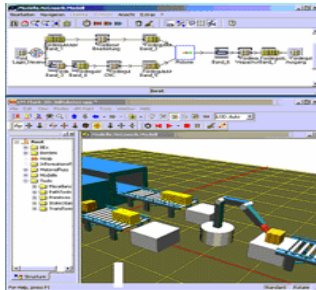
<p style="text-align: center;"><b>Modellus</b></p> 	<p>Sistema Modellus [32] leidžia interaktyviai kurti matematinius kompiuterinius modelius ir taikyti juos įvairių dalykų dėstyme. Modellus sistemoje modeliai kuriami tiesiogiai užrašant matematinės formules ir nenaudojant specializuotos modeliavimo kalbos. Sistema turi patogią vartotojo sąsają, leidžia lengvai manipuliuoti visais grafiniais elementais, vienu pelės bakstelėjimu kurti lenteles ir grafikus. Vienas didžiausių Modellus privalumų – tai galimybė atlikti modelio pateikties ir rezultatų animaciją.</p>
<p style="text-align: center;"><b>PowerSim</b></p> 	<p>PowerSim [38] – sistema imitacinių modelių kūrimui ir analizei. Grafinė modeliavimo kalba modeliavimo modelius padaro lengvai suprantamus ir paaiškinamus kitiems. Aiški ir permatoma struktūra – vienas didžiausių PowerSim modelių pranašumų. PowerSim turi dar viena privalumą – duomenų mainai su skirtingais priedais.</p>

### Model Builder



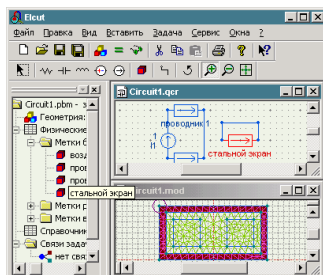
Programa Model Builder [14, 20] yra universali dinaminio modeliavimo sistema, skirta modeliuoti ir mokyklose, ir aukštesnėse mokymo įstaigose. Šia sistema galima kurti modelius, iliustruojančius įvairios prigimties procesus ir reiškinius, galima formuluoti įvairias pradines sąlygas, keisti modelio parametrų reikšmes ir stebėti modeliavimo proceso eigą. Rezultatai vaizduojami tiek simboliškai (skaitmenine) išraiška, tiek lentelių bei grafikų pavidalu.

### GPSS World

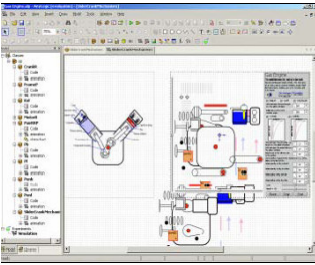
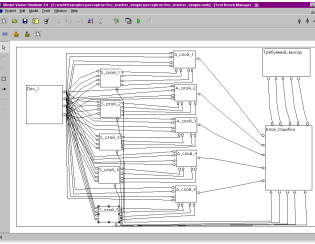
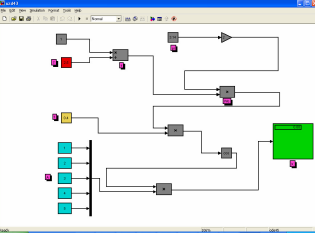


GPSS World [18] – sistema imitacinio modeliavimo. Tai kompleksinė modeliuojanti priemonė, skirta tiek diskrecinio, tiek ir nopertraukiamo kompiuterinio modeliavimo, turinti ir vizualinio informacijos pateikimo. GPSS World sukurtas skubiam patikimų duomenų gavimui, įdedant mažai pastangų. Esant tokiam tikslui GPSS World yra išstobulintas vaizdavimas modeliavimo proceso, o taip pat įjungti elementai statistiniam duomenų apdorojimui. Stiprioji GPSS World pusė – tai jos skaidrumas naudotojui. Vizualinio informacijos pateikimo galimybės leidžia stebėti ir fiksuoti vidinius mechanizmus veikiančio modelio. Su duomenų analizės galimybėmis galima lengvai suskaičiuoti intervalus ir atlikti dispersinę analizę.

### Eclut



Eclut [17] tai šiuolaikinis kompleksas programų inžinerinio modeliavimo elektromagnetinių, šiluminių ir mechaninių uždavinių baigtinių elementų metodu. Modelių redaktorius leidžia lengvai ir greitai aprašyti modelių geometriją. Interaktyvus procesorius leidžia pažiūrėti skaičiavimo rezultatus skirtingais pateikimo formatais. Galima skaičiuoti įvairius integralinius dydžius. Procesorius atlieka lentelių ir paveikslėlių išvedimą į kitus failus tolimesniems apdorojimams arba kokybiškam spausdinimui.

<p style="text-align: center;">Anylogic</p> 	<p>Anylogic [1,11] – naujos kartos imitacinio modeliavimo programinė įranga. Pasitelkus Anylogic galima: modeliuoti naudojant vaizdinius, išplečiamus daugkartinio naudojimo aktyvius objektus; tiksliai modeliuoti įtraukiant daug veiksmų ir sąlygų; koreguoti, plėsti ir keisti modelį, atsižvelgiant į besikeičiančias sąlygas; naudotis veiksmingomis į programą įdiegtomis analizės ir optimizavimo priemonėmis. Anylogic priemonėmis galima kurti diskrečių, tolydžių, hibridinių sistemų modelius. Anylogic siūlo daugiau priemonių struktūros aprašymui, elgsenai ir duomenims modeliuojamos sistemos, negu kita imitacinio modeliavimo priemonė. Modeliai sukurti su Anylogic gali dirbti su kitais modeliais parašytais kitomis kalbomis.</p>
<p style="text-align: center;">Model Vision Studium (MVS)</p> 	<p>Model Vision Studium (MVS) [31] – kompiuterinė laboratorija modeliavimui ir tyrinėjimui sudėtingų dinaminių sistemų. Model Vision Studium – tai integruotas grafinis apvalkalas greitam sukūrimui interaktyvių vaizdinių modelių sunkių dinaminių sistemų ir skaitinių eksperimentų atlikimui su jomis.</p>
<p style="text-align: center;">Simulink</p> 	<p>Simulink [27] – interaktyvi modeliavimo priemonė, imitacijos ir analizės dinaminių sistemų. Jis leidžia sukurti grafinius bloką-diagramas, imituoti dinamines sistemas, ištirti darbingumą sistemos ir tobulinti projektus. Simulink pilnai integruotas su Matlab, aprūpindama priėjimu prie analizės priemonių ir projektavimo. Simulink tai platforma modelinio projektavimo dinaminėms sistemoms. Ji sukuria interaktyvią grafinę terpę ir rinkinį bibliotekų-blokų, kurie leidžia su dideliu tikslumu projektuoti, modeliuoti, realizuoti ir testuoti valdymo sistemas, apdirbti signalus ir t.t.</p>

## 4. Fizikinių reiškinių modelių funkciniai aprašymai

Naujuosiuose bendrojo lavinimo mokyklos išsilavinimo standartuose nustatyti reikalavimai moksleiviams, išėjusiems išplėstinį ar bendrąjį 11-12 klasės fizikos kursą [22]. Tarp kitų reikalavimų skyriuje „Svyravimai ir bangos“ apibrėžtas toks pasiekimų lygmuo: „Aiškinti ir taikyti periodinius vyksmus charakterizuojančius parametrus. Apibūdinti laisvuosius ir priverstinius svyravimus, nusakyti rezonanso reiškinį.“

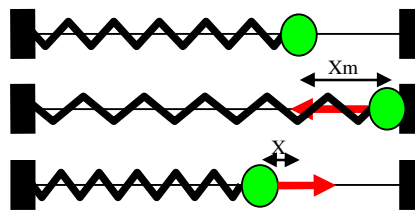
Būtent šiems gebėjimams ugdyti ir skirti sukurtieji pavyzdiniai modeliai. Jų konkretūs tikslai – paaiškinti ir vaizdžiai pademonstruoti svyravimus. Fizikos vadovėliuose [16, 28] jie yra detaliai paaiškinti, tačiau, skaitydami vadovėlį, mokiniai mato tik statinį vaizdą – galutinį rezultatą.

Šiuos modelius galima naudoti kaip demonstravimo, analizės, konstravimo ir aktyvaus eksperimentavimo priemones. Juose gali pasirinkti ar keisti pradines kintamųjų ir parametrų reikšmes, stebėti proceso ar objekto priklausomybę. Sukurtus modelius galima naudoti pristatant naują temą ir moksleivio savarankiškam darbui, sprendžiant pratybu užduotis bei atliekant namų darbus.

Pavyzdinių kompiuterinių modelių kūrimui buvo pasirinktos kompiuterinio modeliavimo sistemos - Simulink, PowerSim, Model Builder. Tai patogios ir galingos priemonės, skirtos sukurti ir tirti įvairius modelius, stebėti ryšį tarp modelių matematinių išraiškų ir gaunamų rezultatų.

Kuriant kompiuterinius modelius buvo pasirinkti svyravimai: ant horizontalaus strypo užmontas prie spyruoklės pritvirtintas rutuliukas, butelis laisvai plūduriuoja vertikaliai vandens paviršiuje, vežimėlis prikabinas tarp dviejų spyruoklių.

1. Pirmuoju atveju buvo pasirinktas ant horizontalaus strypo užmontas prie spyruoklės pritvirtintas rutuliukas (žr. 6 pav.). Kitas tos spyruoklės galas įtvirtinamas. Tam tikru laiko momentu yra rutuliukas patraukiamas nuo pusiausvyros padėties atstumu  $X_m$  ir paleidžiamas.



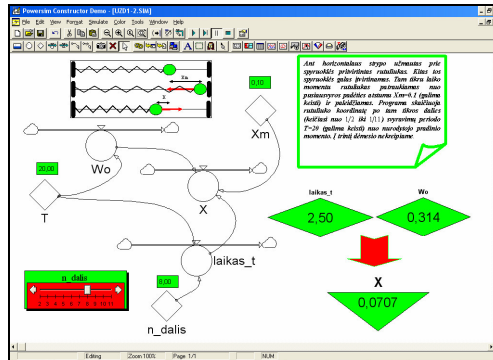
6 pav. Prie spyruoklės pritvirtintas rutuliukas

Programa skaičiuoja rutuliuko koordinatę po tam tikros dalies svyravimų periodo  $T$  nuo nurodytojo pradinio momento.



1.1 Pirmajame modelyje (žr. priedus 4, 15, 26) Amplitudė  $X_m$  keičiasi kas 10 cm, periodas ir periodo dalis yra pastovūs dydžiai, kuriuos reikia įvesti. Pateiktu atveju  $T = 20s$ , o rutuliuko koordinatę skaičiuojame po aštuntadalio periodo.

1.2 Antrame modelyje (žr. priedus 5, 16, 27) periodo dalis keičiasi. Atstumas  $X_m$  ir periodas  $T$  yra pastovūs dydžiai, kuriuos reikia įvesti. Pateiktu atveju (žr. 7 pav.)  $T=20s$ , o rutuliukas patraukiamas nuo pusiausvyros padėties atstumu  $X_m = 0,1m$ .

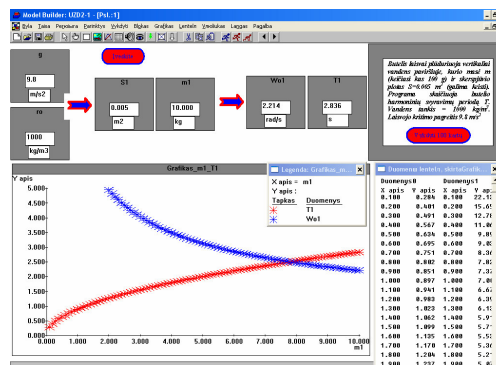


7 pav. Programos PowerSim 1-2 modelis

1.3 Trečiame modelyje (žr. priedus 6, 17, 28) keičiasi periodo dalis ir  $X_m$  - kas 10 cm. Periodas  $T$  yra pastovus dydis, kurį reikia įvesti. Pateiktu atveju  $T=20s$ .

2. Antruoju atveju butelis laisvai plūduriuoja vertikaliai vandens paviršiuje, kurio masė  $m$  ir skerspjūvio plotas  $S$ . Programa skaičiuoja butelio harmoninių svyravimų periodą  $T$ . Vandens tankis  $= 1000 \text{ kg/m}^3$ . Laisvojo kritimo pagreitis  $9.8 \text{ m/s}^2$ .

2.1 Pirmajame modelyje (žr. priedus 7, 18, 29) skerspjūvio plotas yra pastovus dydis, kuri pateiktame modelyje (žr. 8 pav.) lygus  $0,005 \text{ m}^2$ , o masė keičiasi kas 100 g.



8 pav. Programos Model Builder 2-1 modelis



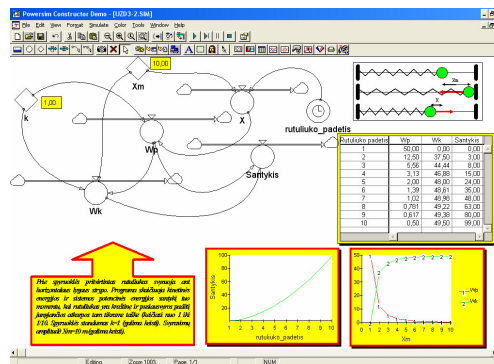
2.2 Antrajame modelyje (žr. priedus 8, 19, 29) masė yra pastovus dydis, kuri pateiktame modelyje lygi 200 g, o skerspjūvio plotas automatiškai keičiasi kas 0,001 m<sup>2</sup>.

3. Trečiuoju atveju prie spyruoklės pritvirtintas rutuliukas svyruoja ant horizontalaus lygaus strypo (žr. 6 pav.). Programa skaičiuoja kinetinės energijos ir sistemos potencinės energijos santykį tuo momentu, kai rutuliukas yra kraštinę ir pusiausvyros padėtį jungiančios atkarpos tam tikrame taške. Spyruoklės standumas  $k$ . Svyravimų amplitudė  $X_m$ .

3.1 Pirmajame modelyje (žr. priedus 9, 20, 30) rutuliuko amplitudė  $X_m$  keičiasi kas 1 m . Spyruoklės standumas, rutuliuko padėtis yra pastovūs dydžiai. Pateiktame pavyzdyje spyruoklės standumas  $k=1N/m$ , o rutuliukas yra kraštinę ir pusiausvyros padėtį jungiančios atkarpos vidurio taške.

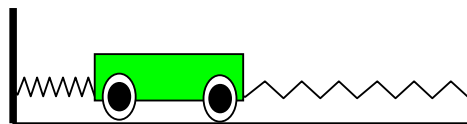
3.2 Antrajame modelyje (žr. priedus 10, 21, 31) rutuliuko amplitudė  $X_m = 10$  m. Spyruoklės standumas  $k = 1N/m$ . Pateiktame pavyzdyje spyruoklės rutuliukas yra kraštinę ir pusiausvyros padėtį jungiančios atkarpos tam tikrame taške. Rutuliuko padėtis keičiasi.

3.3 Trečiajame modelyje (žr. priedus 11, 22, 32) amplitudė ir rutuliuko padėtis yra pastovūs dydžiai, o spyruoklės standumas  $k$  keičiasi. Pateiktame pavyzdyje (žr. 9 pav.)  $X_m=10m$ , o rutuliukas yra kraštinę ir pusiausvyros padėtį jungiančios atkarpos vidurio taške.



9 pav. Programos PowerSim 3-3 modelis

4. Ketvirtuoju atveju vežimėlis prikabinas tarp dviejų spyruoklių (žr. 10pav.). Vežimėlio svyravimų amplitudė  $A$ , periodas  $T$ .

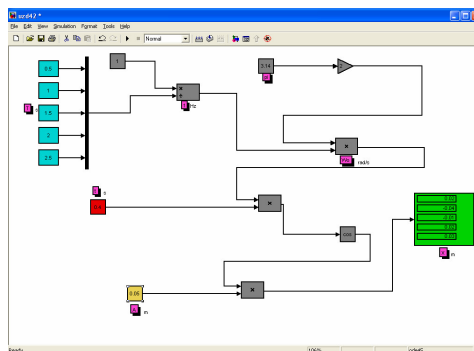


10 pav. Vežimėlis tarp dviejų spyruoklių

Programa skaičiuoja nuokrypį nuo pusiausvyros padėties, praėjus tam tikram laikui po to kai jis pradeda judėti iš maksimalaus nuokrypio padėties.

4.1 Pirmajame modelyje (žr. priedus 12, 23, 33) svyravimų amplitudė  $A=0.05\text{m}$  ir periodas  $T=2,5\text{s}$ , laikas keičiasi kas  $0,1\text{ s}$ .

4.2 Antrajame modelyje (žr. priedus 13, 24, 34) svyravimų amplitudė  $A=0.05\text{m}$ . Vežimėlio nuokrypis skaičiuojamas po  $0,4\text{s}$ , kai jis pradeda judėti. Pateiktame modelyje (žr. 11 pav.) periodas keičiasi kas  $0,5\text{s}$ .



11 pav. Programos Simulink 4-2 modelis

4.3 Trečiajame modelyje (žr. priedus 14, 25, 35) svyravimų amplitudė  $A$  keičiasi kas  $1\text{ cm}$ . Vežimėlio nuokrypis skaičiuojamas po  $0,4\text{ s}$ , kai jis pradeda judėti. Pateiktame modelyje periodas  $T = 2,5\text{s}$ .

## 5. Kompiuterinio modeliavimo programos Model Builder taikymo fizikos mokymui analizė

Remiantis pedagogų kompiuterinio raštingumo standartu [36], įvairių dalykų mokytojai turi naudoti informacijos technologijas ugdymo procese. Siekiant išsiaiškinti apie kompiuterinio modeliavimo taikymą mokykloje ir sužinoti apie programą Model Builder tikslingumą, atlikta mokinių ir mokytojų apklausa.

Tyrimas atliktas Mažeikių Merkelio Račkausko gimnazijoje, apklausiant fizikos mokytojų ir 3 ir 4 gimn. klasių mokinius. Apklausiai atlikti paruošta mokinio anketa (žr. 3 priedą). Apibendrinsime gautus rezultatus.

Apklaustos fizikos mokytojos Aistė Daubarienė ir Vitalija Plonienė. Mokytojų nuomone, mokant fizikos daugiausia sunkumų kyla sprendžiant uždavinius. Mokytojos mano, kad programos panaudojimas palengvina mokinių darbą, uždavinio sprendimas tampa informatyvesniu, nes sprenddami uždavinius sąsiuvinyje mokiniai mato tik formulę ir gautą atsakymą. Panaudojus programą Model Builder galima matyti ir dydžių priklausomybę.

Apklausti ir moksleiviai. Apklausoje dalyvavo 17 3 gimn. klasės mokinių (B lygio) ir 13 4 gimn. klasės mokinių (A lygio). Remiantis apklausos duomenimis dauguma mokinių nėra patys kūrę kompiuterinius modelius kompiuterinėmis programomis (žr. 10 lentelę).

10 lentelė

### Kompiuterinių modelių kūrimas

Ar Jums teko kurti kompiuterinius modelius kompiuterine programa?	3 gimn. klasė		4 gimn. klasė	
	Taip	Ne	Taip	Ne
Atsakymai	6%	94%	31%	69%

Nagrinėjant pavyzdinius kompiuterinius modelius dauguma moksleivių pirmą kartą dirbo su kompiuterine programa Model Builder. Jų pažintis su Model Builder programa pateikta 11 lentelėje.

11 lentelė

### Mokymo priemonės Model Builder pažintis

Ar Jūs Lietuvišką kompiuterinio modeliavimo programą Model Builder?	3 gimn. klasė			4 gimn. klasė		
	Matėte	Taikėte	Nematėte ir netaikėte	Matėte	Taikėte	Nematėte ir netaikėte
Atsakymai	6%	18%	76%	38%	8%	54%

Apklausoje dalyvavo mokiniai, besimokantys fizikos bendrąjį ir išplėstinį kursą. Nagrinėdami kompiuterinius fizikos modelius, kai kurie mokiniai susidūrė su programos valdymo sunkumais. Programos Model Builder įsisavinimas pateiktas 12 lentelėje.

12 lentelė

### Programos Model Builder įsisavinimas

Kaip Jums sekėsi įsisavinti Model Builder programą nagrinėjant fizikos pavyzdinius modelius?	3 gimn. klasė				4 gimn. klasė			
	Labai gerai	Gerai	Patenkinamai	Blogai	Labai gerai	Gerai	Patenkinamai	Blogai
Atsakymai	6%	76%	18%	0%	23%	31%	54%	0%

Dauguma apklausos dalyvių (77% - 4 klasių ir 88% - 3 klasių mokinių) teigė, kad mokinieji modeliai sukurti su programa Model Builder yra informatyvūs. Dažniausiai anketoje įrašytas paaiškinimas – „grafinis vaizdavimas“

Nagrinėdami 11 pavyzdinių kompiuterinių fizikos modelių mokiniai stengėsi pastebėti programos Model Builder privalumus ir trūkumus (žr. 13 lentelę). Pagrindinis privalumas yra greitas grafiko braižymas, jį nurodė 59 % 3 klasės ir 42% 4 klasės mokinių. Tačiau pagrindinis trūkumas irgi susijęs su grafiku, tai mastelio keitimas, įvedinėjant duomenis. Šį trūkumą nurodė 71 % mokinių. Dirbdami su šia programa, moksleiviai dažniau būna stebėtojai nei kūrėjais ir jiems patiems koreguoti modelius gana sudėtinga.

13 lentelė

### 3 ir 4 gimn klasės mokinių pastebėti Model Builder privalumai ir trūkumai

3 gimn. klasė	
Privalumai	Trūkumai
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Grafinis duomenų vaizdavimas</li> <li>➤ Automatinis skaičiavimas</li> <li>➤ Laiko taupymas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nesikeičiantis mastelis</li> <li>➤ Žymiklio keitimas įvedant duomenis</li> <li>➤ Vykdytas priklauso nuo grafiko mastelio</li> </ul>
4 gimn. klasė	
Privalumai	Trūkumai
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Greitas grafinis vaizdavimas</li> <li>➤ Tikslūs duomenys</li> <li>➤ Lengvas ir patogus naudojimas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nesikeičiantis mastelis</li> <li>➤ Mastelio keitimui reikia žinoti struktūrą</li> <li>➤ Mažai animacijos</li> </ul>

Taip pat mokiniams buvo pateiktas klausimas „Ką manote apie Lietuvos mokyklas pasiekusios kompiuterinės mokymo priemonės Model Builder taikymą pamokų metu?“. 94 % 3 klasės mokinių mano, kad tai naudinga, nes padėtų įsisavinti fizikos kursą. 4 klasių mokiniai 100% pritaria programos naudojimui pamokose.

Jų nuomone, gerai būtų derinti vadovėlio medžiagą su mokytojo aiškinimu bei darbu kompiuteriu. Taip pat moksleiviai norėtų mokytis savarankiškai dirbdami kompiuteriu, nei atlikinėti užduotis iš vadovėlio, kad mokymosi aplinka būtų patraukli: nuotaikinga ir spalvinga, daugiau paaiškinimų, iliustracijų.

## 6. Model Builder, PowerSim ir Simulink sistemų lyginamoji analizė

Mokinių gebėjimams ugdyti buvo sukurti fizikos reiškinių kompiuteriniai modeliai (žr. priedus 4-35). Jų konkretūs tikslai – paaiškinti ir vaizdžiai pademonstruoti svyravimus. Modeliai sukurti mokymui 11-12 klasėse ir parengti pagal bendrojo lavinimo fizikos programą ir išsilavinimo standartus.

Kompiuterinio modeliavimo programinių priemonių galimybių analizė leido išskirti tris priemones, kuriomis būtų galima kurti kompiuterinius modelius ir taikyti fizikos dėstymui, bei būtų skirtos modeliuoti ir mokyklose ir aukštesnėse mokymo įstaigose.

Kuriant pavyzdinius modelius buvo pasirinktos kompiuterinio modeliavimo sistemos - Simulink, PowerSim, Model Builder. Šiomis sistemomis galima sukurti ir tirti įvairius modelius, stebėti ryšį tarp modelių matematinių išraiškų ir gaunamų rezultatų.

Sukūrus įvairių tipų kompiuterinius modelius fizikos mokymui buvo atliktas sistemų Model Builder, PowerSim ir Simulink modelių elementų palyginimas (žr. 14 lentelę).

14 lentelė

**Sistemų Model Builder, PowerSim ir Simulink elementų palyginimas**

	Matlab/ Simulink	Model Builder	PowerSim
<b>Blokų tipai</b>			
Lentelės blokas	Nėra	Yra	Yra
Teksto blokas	Yra	Yra	Yra
Grafiko blokas	Yra	Yra	Yra
Paveikslo blokas	Nėra	Yra	Yra
Vaizdo blokas	Nėra	Yra	Yra
Garso blokas	Nėra	Yra	Yra
Valdymo blokas	Nėra	Nėra	Yra
<b>Blokas (Elementas)</b>			
Blokų struktūra	Skirtinga	Vienoda	Skirtinga
Bloko dydis	Keičiamas	Keičiamas	Keičiamas nustatytu dydžiu
Bloko fonas	Keičiamas	Nekeičiamas	Nekeičiamas
Bloko rėmelių dydis	Nekeičiamas	Keičiami	Keičiamas
Ryšys tarp blokų	Matomas	Nematomas	Matomas
Blokų struktūros laukai	Pavadinimo	Pavadinimo	Pavadinimo

	Duomenų Veiksmų	Duomenų Veiksmų	Duomenų Veiksmų
<b>Bloko laukas: Pavadinimas</b>			
Bloko pavadinimo užrašymas	Gali būti tarpai	Negali būti tarpų	Negali būti tarpų
Pavadinimo ilgis	Neribotas	Iki 20 simbolių	Iki 62 simbolių
	Prasideda skaičiumi ar tekstu	Prasideda tik tekstu	Prasideda tik tekstu
Teksto spalva	Keičiama	Keičiama	Nekeičiama
<b>Bloko laukas: Duomenys</b>			
Duomenų laukas visuose blokuose	Yra arba Ne	Yra	Yra arba Ne
Duomenų lauko matomumas	Matomas arba ne	Visada matomas	Matomas arba ne
Automatinis duomenų keitimas	Yra	Yra	Yra
Gautų duomenų lentelė	Yra	Yra	Yra
Duomenų lentelė	Yra	Yra	Yra
Duomenų įvedimas į duomenų lauką	Veiksmų lauke	Tiesioginis	Tiesioginis arba veiksmų lauke
<b>Bloko laukas: Veiksmai</b>			
Veiksmų laukas	Matomas	Matomas arba nematomas	Nematomas
Modeliavimo kodas, apibrėžiantis modelio elgesį	Nėra	Yra	Nėra
Veiksmų užrašymas	Tik su klaviatūra	Tik iš bloko veiksmų lauko	Su klaviatūra arba iš veiksmų lauko
Anotacijų užrašymas	Galimas	Galimas kaip paveikslėlis	Galimas

Sukurtų modelių modeliavimų rezultatai gali būti pateikiami įvairiais būdais: skaičiais, grafikais ir paveikslais. Šios programos leidžia sukurti malonią, patrauklią darbo aplinką. Mokymo medžiagoje įvairūs elementai gali būti išryškunami įvairiais šrifto stiliais ir spalvomis. Tai pagyvina modelius. Naudojami paveikslai, grafikai leidžia iliustruoti pateikiamą medžiagą. Iš pasirinktų modeliavimo sistemų tik Model Builder programoje naudojamas modeliavimo kodas, apibrėžiantis modelio elgesį. Mažiausiai skirtingų bloko tipų turi sistema Simulink, o daugiausiai - PowerSim. Remiantis Model Builder, PowerSim ir Simulink sistemų lyginamosios analizė

duomenimis (žr. 14 lentelę) ir sukurtais modeliais (žr. priedus 4-35), daugiausiai panašumų turi sistemos Model Builder ir PowerSim. Šiomis sistemomis galima kurti modelius, iliustruojančius įvairios prigimties procesus ir reiškinius, galima formuluoti įvairias pradines sąlygas, keisti modelio parametrų reikšmes ir stebėti modeliuojamo proceso eigą.

Model Builder, PowerSim ir Simulink sistemų lyginamoji analizė leidžia išskirti modeliavimo sistemas, kurių taikymas būtų tikslingas. Sistemos Model Builder ir PowerSim labiausiai galėtų patenkinti skirtingus mokymo poreikius. Remiantis analizės rezultatais šiuo metu patariama bendrojo lavinimo mokyklose naudoti Model Builder specializuotą modeliavimo sistemą, o universitetams – PowerSim ir Simulink.



## Išvados

1. Šiame darbe atlikta kompiuterinio modeliavimo metodo taikymo Lietuvos mokyklose ir universitetuose analizė. Remiantis Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosiomis programomis ir bendrojo išsilavinimo standartais atlikta pažinties su modeliavimu įvairių dalykų pamokose analizė. Mokyklose kompiuterinis modeliavimas žengia pirmuosius žingsnius. Remiantis 2004/2005 m.m. Lietuvos universitetų programomis atlikta modeliavimo kursų analizė įvairiuose Lietuvos universitetų fakultetuose. Universitetuose modeliavimo modulių pasiskirstymas priklauso nuo fakulteto pakraipos.
2. Atlikta kompiuterinio modeliavimo programinių priemonių galimybių lyginamoji analizė. Programinės priemonės suskirstytos į grupes: pagal pritaikymą, modeliavimo tipą, vaizdumą, funkcijas, paskirtį.
3. Specializuotomis modeliavimo sistemomis Model Builder, Simulink, PowerSim sukurti 32 kompiuteriniai fizikinių reiškinių modeliai ir atlikta sistemų lyginamoji analizė.
4. Iš specializuotų modeliavimo sistemų Model Builder, Simulink ir PowerSim lyginamosios analizės rezultatų patariama: šiuo metu bendrojo lavinimo mokyklai tinka Model Builder specializuota modeliavimo sistema, o universitetams – PowerSim ir Simulink. Sistemos Model Builder ir PowerSim labiausiai galėtų patenkinti skirtingus mokymo poreikius.
5. Sukurtieji kompiuteriniai fizikinių reiškinių modeliai pademonstruoti Mažeikių Merkelio Račkausko gimnazijos 3-4 gimn. klasių mokiniams. Atlikta kompiuterinio modeliavimo taikymo fizikos mokymui analizė. Remiantis analizės rezultatais kompiuterinius modelius galima naudoti kaip demonstravimo, analizės, konstravimo ir aktyvaus eksperimentavimo priemones.

## Literatūra

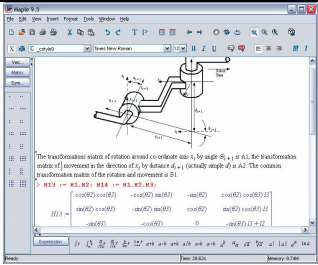
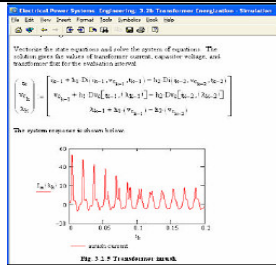
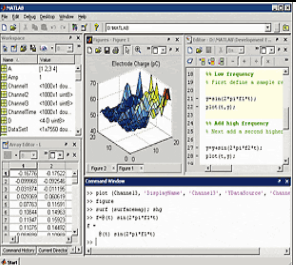
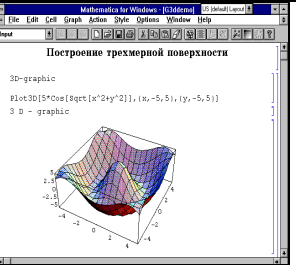
1. Anylogic - Product Information [Žiūrėta 2005-06-17]. Prieiga per internetą: <<http://www.xjtek.com/>>
2. AutoCAD-Product Information [Žiūrėta 2004-12-02]. Prieiga per internetą:<<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?siteID=123112&id=2704278>>
3. Autodesk Building Systems-Product Information [Žiūrėta 2004-12-02]. Prieiga per internetą:<<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?siteID=123112&id=3290681> >
4. Autodesk Inventor-Product Information [Žiūrėta 2004-12-02]. Prieiga per internetą:<<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?siteID=123112&id=4246282> >
5. Autodesk Revit Building-Product Information [Žiūrėta 2004-12-02]. Prieiga per internetą:<<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?siteID=123112&id=3781831>>
6. Autodesk VIZ-Product Information [Žiūrėta 2004-12-02]. Prieiga per internetą:<<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?siteID=123112&id=4221521>>
7. Bendrosios programos ir išsilavinimo standartai. Priešmokyklinis, pradinis ir pagrindinis ugdymas [Žiūrėta 2006-04-26]. Prieiga per internetą:<<http://www.pedagogika.lt/biblio.htm>>
8. Butkienė.A. Kompiuterinis modeliavimas. Elektroninis konspektas [Žiūrėta 2004-11-17]. Prieiga per internetą:<<http://discovery.ot.lt/linma/planai/mod/index.htm>>
9. Dagienė V., Kurasova O. (2000). Modeliavimas: pagrindinės sąvokos// Informatika, 1(35), p. 102-112.
10. Dagienė V., Kurasova O. Abstrakčių duomenų struktūrų modeliavimas Kamenskio Logo kalboje // Informatika, 2(36), p36-58.
11. Daniūnas V. Anylogic – imitacinio modeliavimo programinė įranga // Kompiuterija, 2004, kovas, p.36
12. Deductor - Информация продукта [Žiūrėta 2005-06-17]. Prieiga per internetą:<<http://www.basegroup.ru/deductor/>>
13. Denisovas V. (2000). Modeliavimas dalykų dėstyme // Informatika, 2(36), p 5-35.
14. Denisovas V. (2003). Mokomasis kompiuterinis modeliavimas. Modeliavimo programa Model Builder. Klaipėda.
15. Denisovas V. Sistemų analizė ir modeliavimas. Elektroninis vadovėlis[Žiūrėta 2004-11-23]. Prieiga per internetą:<<http://www.ik.ku.lt/lessons/diplom/laris-diplom/coursesm.htm>>
16. Dobson K., Grace D., Lovett D. (2001). Fizika 11-12 klasei. Vilnius.
17. Elcut - Информация продукта [Žiūrėta 2005-06-17]. Prieiga per internetą: <[www.tor.ru/elcut/](http://www.tor.ru/elcut/)>
18. GPSS World<sup>tm</sup> - Product Information [Žiūrėta 2005-06-17]. Prieiga per internetą:<<http://www.minutemansoftware.com/product.htm>>
19. IKT diegimo į Lietuvos švietimą 2005-2007 m. strategija ir programa [Žiūrėta 2006-04-26]. Prieiga per internetą:  
<[http://www.emokykla.lt/lt.php/dokumentai/ikt\\_diegimo\\_svietime\\_strategijos\\_ir\\_programos/31](http://www.emokykla.lt/lt.php/dokumentai/ikt_diegimo_svietime_strategijos_ir_programos/31)>

20. Konstruktyvaus mokymo svetainė [Žiūrėta 2004-11-05] . Prieiga per internetą:  
<<http://www.profis.lt/mokyklos/?lt=1103114214>>
21. Kupčiūnienė I.(2002). Informacinės technologijos mokykloje//Kompiuterinis modeliavimas mokykloje: konferencijų medžiaga. Vilnius.[Žiūrėta 2004-11-21]Prieiga per internetą:<  
[http://www.emokykla.lt/lt.php/konferenciju\\_medziaga/207](http://www.emokykla.lt/lt.php/konferenciju_medziaga/207)>
22. Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosios programos ir bendrojo išsilavinimo standartai. XI-  
XII klasės [Žiūrėta 2006-04-26]. Prieiga per internetą: <<http://www.pedagogika.lt/bps.htm>>
23. Logo svetainė [Žiūrėta 2004-11-29]. Prieiga per internetą:<[www.logo.lt](http://www.logo.lt)>
24. Maple - Product Information [Žiūrėta 2005-06-17] . Prieiga per internetą:< [www.maplesoft.com](http://www.maplesoft.com)>
25. Mathcad - Product Information [Žiūrėta 2005-06-17]. Prieiga per internetą:< [www.mathcad.com](http://www.mathcad.com)>
26. Mathematica - Product Information [Žiūrėta 2005-06-17]. Prieiga per internetą:< [www.wolfram.com](http://www.wolfram.com)>
27. Matlab/Simulink - Product Information [Žiūrėta 2005-05-03]. Prieiga per internetą:  
<[www.mathworks.com](http://www.mathworks.com)>
28. Miakiševas G., Buchovcevas B. (1993). Fizika 12 . Kaunas
29. Microsoft Office – Pagrindinė svetainė [Žiūrėta 2005-09-19] . Prieiga per internetą:  
<<http://office.microsoft.com/lt-lt/FX010858001063.aspx>>
30. Microworlds - Product Information [Žiūrėta 2006-03-17]. Prieiga per internetą:  
<<http://www.microworlds.com>>
31. Model Vision Studium – Информация продукта [Žiūrėta 2005-06-17]. Prieiga internete:  
<<http://www.exponenta.ru/soft/Others/mvs/mvs.asp>>
32. Modellus - Product Information [Žiūrėta 2005-02-08] . Prieiga per internetą:  
<<http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus>>
33. Norvaišas S., Sruogis V. Sistemų dinamikos pradmenys. Elektroninis konspektas [Žiūrėta 2006-04-  
07]. Prieiga per internetą: <<http://www.culture.lt/science/SD/sd.htm>>.
34. Open Office Calc - Product Information [Žiūrėta 2005-09-19]. Prieiga per internetą:  
<<http://www.openoffice.org/product/calc.html>>
35. Pagrindinio ugdymo informacinių technologijų bendroji programa [Žiūrėta 2006-04-26]. Prieiga per  
internetą: <<http://www.pedagogika.lt/biblio.htm>>
36. Pedagogų kompiuterinio raštingumo standartas [Žiūrėta 2006-04-26]. Prieiga per internetą:  
<[http://www.emokykla.lt/lt.php/dokumentai/kompiuterinio\\_rastingumo\\_standartai/52](http://www.emokykla.lt/lt.php/dokumentai/kompiuterinio_rastingumo_standartai/52)>
37. PolyAnalyst - Product Information [Žiūrėta 2005-09-17]. Prieiga per internetą:  
<<http://www.softline.ru/product.asp?catalog%5Fname=SoftLine&category%5Fname=&product%5Fid=Software%2D11258>>
38. PowerSim - Product Information [Žiūrėta 2005-06-16]. Prieiga per internetą:<[www.powersim.com](http://www.powersim.com)>
39. SPSS - Product Information [Žiūrėta 2005-06-17]. Prieiga per internetą:<[www.spss.com](http://www.spss.com)>
40. Stadia - Информация продукта [Žiūrėta 2005-09-17]. Prieiga per internetą:  
<<http://statsoft.msu.ru/preng.htm>>

41. Stata - Product Information [Žiūrėta 2005-09-18]. Prieiga per internetą: <www.stata.com>
42. Statistika - Product Information [Žiūrėta 2005-06-17]. Prieiga per internetą: <www.statsoft.com>
43. Turskienė S. (2003). Uždavinių sprendimas kompiuterinėmis matematikos sistemomis. Šiauliai.

## **Priedai**

**Kompiuterinių matematikos sistemų lyginamoji (2005m.) analizė**

	<b>Maple</b>	<b>Mathcad</b>	<b>Matlab</b>	<b>Mathematica</b>
<b>Sistemos langas</b>				
<b>Kaina</b>	≈ 1000 \$	≈ 1200 \$	≈ 1500 \$	≈ 1900 \$
<b>Naujausia Versija</b>	Maple 10	<b>MathCad 13</b>	<b>Matlab 7.1</b>	<b>Mathematica 5.2</b>
<b>Naujausios versijos sukūrimo data</b>	2005m. gegužės 10d.	2005m. rugsėjo 12d.	2005m. rugsėjo 1d.	2005m. liepos 12d.
<b>Programos kūrėjai</b>	Maplesoft	Mathsoft	<a href="http://www.mathworks.com">Mathworks</a>	Wolfram
<b>Reikalavimai kompiuteriui</b>				
<b>Pritaikyta Operacinėms sistemoms</b>	Windows NT 4 (SP 5) Windows 98 Windows ME Windows 2000 Windows XP Windows 2003 Server	Windows 2000 (SP4) Windows XP (SP2) ar vėlesni	Windows XP (SP 1 or 2) Windows 2000 (SP 3 or 4) 2003 Server	Windows 98 Windows Me Windows NT 4 Windows 2000 Windows XP Windows Server 2003
<b>Reikalaujama talpa kietajame diske</b>	400 MB	550MB	450 MB	400-550MB

<b>Reikalavimai Operatyviajai atminčiai</b>	64 MB - 512 MB ir daugiau	256 MB - 512 MB ir daugiau	256 MB - 512 MB	128 MB - 256 MB ir daugiau
<b>Reikalavimai procesoriui (minimumas)</b>	Pentium III	Pentium III Celeron	Pentium III Pentium M Xeon Athlon	x86 Pentium II
<b>Naujausios sistemos versijos galimybės</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Galimas ankčiau nesprendžiamų tiesinių ir netiesinių diferencialinių lygčių sprendimas</li> <li>• Greitesnis sprendimas</li> <li>• Išstobulintas optimizacijos paketas</li> <li>• Patobulintos mokymo priemonės studentams</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pagerinta 2G grafika</li> <li>• Galimas programos ciklų vykdymas žingsniais</li> <li>• Nauja automatinio saugojimo funkcija</li> <li>• Naujas matematinių klaidų rodiklis, be kurio dauguma klaidų būtų praleistos</li> <li>• Greitesnis skaičiavimų našumas</li> <li>• Galimas „prigimties“ nustatymas, kuris leidžia nustatyti konkrečių duomenų šaltinius</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Naujos programavimo priemonės, galimybė dirbti su didelės apimties duomenimis</li> <li>• Atnaujintas ir patobulintas kompiliatorius Matlab Compiler</li> <li>• Galimybė išsaugoti programos failą html, doc formatu.</li> <li>• Naujos interaktyvios priemonės grafikų kūrimui</li> <li>• Patikimesnis skaičiavimas su dvigubo tikslumo skaičiais,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nauji algoritmai simbolinių diferencialinių lygčių sprendimui</li> <li>• Specialių reikšmių paieška specialioms aukšto lygio funkcijoms</li> <li>• Pagerintos galimybės skaitinės sekos praplėtimui algebrinių funkcijų</li> <li>• Greitesnis sprendimas tiesinių diferencialinių lygčių</li> <li>• Galimas statistinių diagramų sukūrimas</li> </ul>

**Modulių pasiskirstymas Lietuvos universitetų 2004-2005 m.m. programose**  
Šiaulių Universitetas

Fakultetas	Specialybė	Kodas	Studijos	Modulio pavadinimas
Fizikos ir matematikos fakultetas	➤ Fizika	P160B229	B	Modeliavimo pagrindai
	➤ Informatika			
	➤ Matematika			
	➤ Fizika ir informatika			
	➤ Fizika ir kitų gamtos mokslų pagrindai			
	➤ Matematika ir informatika			
	➤ Informatika			
➤ Informatika	P170B348	B	Matematinų modelių programavimas	
➤ Fizika	P170M143	M	Fizikinių reiškinių kompiuterinis modeliavimas	
➤ Informatika	P175M460	M	Tinklų matematiniai modeliai	
➤ Informatika (Mok.)				
➤ Informatika	P170M138	M	Statistinis modeliavimas ir analizė	
➤ Informatika (Mok.)				
➤ Fizika				
Menų fakultetas	➤ Grafinės ir taikomosios technologijos	P170B178	B	Modeliavimas kompiuteriu
Specialiosios pedagogikos fakultetas	➤ Socialinė pedagogika	S271M024	M	Sveikatos ugdymo modeliavimas
	➤ Specialioji pedagogika			
	➤ Specialioji pedagogika ir logopedija	S189M040	M	Logopedinės pagalbos modeliavimas
Technologijos fakultetas	➤ Elektronika	T120B163	B	Fizinių sistemų kompiuterinis modeliavimas
	➤ Siuvinių dizainas ir technologija	T150I532	B	Siuvinių konstrukcijų modeliavimas
	➤ Siuvinių technologija			
➤ Aplinkos ir profesinė sauga	T500B804	B	Ekstremalių situacijų modeliavimas ir gaisrinė sauga	
Edukologijos fakultetas	➤ Kūno kultūros ir sporto edukologija	S273M009	M	Sportinio ugdymo diagnostika, modeliavimas
	➤ Edukologija	S272B155	B	Pedagoginės veiklos modeliavimas ir vadyba
	➤ Papildomasis ugdymas ir etika			
➤ Pup ir technologijos 2	T470B184	B	Drabužių konstravimas, modeliavimas ir siuvimas	



Vilniaus Universitetas

Fakultetas	Specialybė	Kodas	Studijos	Modulio pavadinimas
Komunikacijos fakultetas	➤ Verslo informacijos vadyba		B	Verslo situacijų ir sprendimų modeliavimas
Fizikos fakultetas	➤ Kondensuotųjų medžiagų fizika ir elektronika	SKMF3122	M	Skaitmeninis modeliavimas fizikoje
		ELRM3112	M	Elektroninių reiškinų modeliavimas
		VYMO3222	M	Vyksmų modeliavimas
	➤ Teorinė fizika ir astronomija	KMOP3122	M	Kompiuteriniai modelių optimizavimo metodai
		SUMO3122	M	Subatominių sistemų modeliavimas
		BARM3122	B	Bangų reiškinų modeliavimas
	➤ Kompiuterinė fizika	PRKK3122	B	Pernašos reiškinų kietuose kūnuose modeliavimas
		VPPM3122	B	Vyksmų puslaidininkiniuose prietaisuose modeliavimas
Gamtos mokslų fakultetas	➤ Biofizika	VYMO3112	M	Vyksmų modeliavimas
	➤ Aplinkos ir cheminė fizika	VYMO3122	M	Vyksmų modeliavimas
Fizikos fakultetas	➤ Medžiagotyra ir puslaidininkių fizika	MSF3122	M	Skaitmeninis modeliavimas fizikoje
Matematikos ir informatikos fakultetas	➤ Informatika	MAMO1114	B	Matematinis modeliavimas
		MODT3124	B	Modelių teorija
		GMMO3124	B	Geometrinis modeliavimas I
		GMMO3224	B	Geometrinis modeliavimas II
		RMOD3124	B	Rinktiniai modeliavimo skyriai
		GMMM3124	B	Matematiniai modeliai gamtos moksluose
	➤ Matematikos ir informatikos dėstymas	GSRM7124	M	Gamtos ir socialinių reiškinų modeliavimas
		STAM7124	M	Statistinis modeliavimas
		DETM7124	M	Deterministiniai matematiniai modeliai
	➤ Matematika ir matematikos taikymai	GEMO3124	B	Geometrinis modeliavimas
		STMO3124	B	Statistinis modeliavimas
		SKMO3124	B	Skaitinis modeliavimas
	➤ Matematikos ir	MKME3124	B	Statistiniai modeliai

	informatikos mokymas	EKMM3124	B	Ekonomikos matematiniai modeliai
	➤ Statistika	SITE2114	B	Sistemų teorija ir sisteminis modeliavimas
		MMGM3124	B	Matematiniai modeliai gamtos moksluose
	➤ Kompiuterinis modeliavimas	pasirenkamas modulis	B	Netiesinio modeliavimo metodai I
		pasirenkamas modulis	B	Netiesiniai ekonometrikos modeliai I
		pasirenkamas modulis	B	Netiesiniai modeliai biologijoje ir medicinoje
		pasirenkamas modulis	B	Simboliniai metodai modeliavime
		pasirenkamas modulis	B	Netiesiniai ekonometrikos modeliai II
		pasirenkamas modulis	B	Netiesiniai matematinės ekonomikos modeliai
		pasirenkamas modulis	B	Biologijos matematiniai modeliai
		pasirenkamas modulis	B	Finansinių duomenų modeliavimas
		pasirenkamas modulis	B	Geometrinis modeliavimas I
		pasirenkamas modulis	B	Geometrinis modeliavimas II
		pasirenkamas modulis	B	Netiesiniai modeliai PDEASE pagrindu
		pasirenkamas modulis	B	Modeliavimas neuroninių tinklų pagalba
pasirenkamas modulis	B	Biologinių procesų modeliavimas STELLA sistemos bazėje		
pasirenkamas modulis	B	Dirbtinio intelekto metodai modeliavime		

Klaipėdos universitetas

Fakultetas	Specialybė	Kodas	Studijos	Modulio pavadinimas
Gamtos ir matematikos mokslų fakultetas	➤ Ekologija		B	Sistemotyra ir matematinis modeliavimas
	➤ Informatika		B	Imitacinis modeliavimas
			B	Techninių sistemų modeliavimas
			B	Stochastinis modeliavimas
			B	Aplinkos modeliavimas
	➤ Matematika		M	Stochastinis modeliavimas
			M	Techninių sistemų modeliavimas

Jūrų technikos fakultetas	▶ Statybos inžinerija	703M06	M	Techninių sistemų modeliavimas
---------------------------------	-----------------------	--------	---	--------------------------------

Vytauto Didžiojo universitetas

Fakultetas	Specialybė	Kodas	Studijos	Modulio pavadinimas
Gamtos mokslų fakultetas	▶ Fizikos gretutinės specialybės pagrindų	FIZ 422	B	Fizikinių procesų modeliavimas

Lietuvos Žemės Ūkio Universitetas

Fakultetas	Specialybė	Kodas	Studijos	Modulio pavadinimas
Ekonomikos ir vadybos fakultetas	▶ Žemės ūkio ekonomika	EVVV443	B	Žemės ūkio verslo planavimas ir modeliavimas
		EVET460	B	Ekonometriniai modeliai
	▶ Kaimo plėtros administravimas	EVAK415	B	Socialinių procesų ir sistemų modeliavimas
		EVAK650	M	Socialinių procesų modeliavimas
		EVAK653	M	Administracinių sistemų modeliavimas
	▶ Žemės ūkio verslo vadyba	EVVV443	B	Žemės ūkio verslų planavimas ir modeliavimas
		EVVV744	M	Rinkodaros strategijos ir modeliai
		EVVV668	M	Kaimo turizmo planavimas ir modeliavimas
		EVVV795	M	Gamybinio verslo strategijos ir modeliai
		EVVV725	M	Tarptautinio verslo strategijos ir modeliai
Agronomijos fakultetas	▶ Biosocialinis ūkis ir mityba	AFŽE M13	M	Agronominių sistemų modeliavimas

## Kauno Technologijos Universitetas

Fakultetas	Specialybė	Kodas	Studijos	Modulio pavadinimas
Elektrotechnikos ir automatikos fakulteto	➤ Elektros sistemos	T140D278	D	Sistemų patikimumo modeliai
		T140M266	M	Elektros sistemų modeliavimas
	➤ Automatika ir valdymas	T125B302	B	Procesų ir sistemų modeliavimas
		T125M003	M	Procesų modeliavimas ir identifikavimas
		T125M021	M	Biotechnologinių procesų modeliavimas ir valdymas
		T125M022	M	Atsitiktinių procesų modeliavimas
		T125B462	B	Kibernetinių modelių taikymas valdymui
	T125B478	B	Elektromechaninių sistemų modeliavimas	
➤ Ergonomika	T500S004	B	Ekstremalių situacijų modeliavimas ir gaisrinė sauga	
Ekonomikos ir vadybos fakulteto	➤ Finansų vadyba	S181B012	B	Veiklos finansavimo modeliai
	➤ Kokybės vadyba	S190M030	M	Organizacijų tobulumo modeliai
	➤ Tarptautinė ekonomika ir prekyba	S186B003	B	Tarptautinės ekonomikos modeliai
Mechanikos fakulteto	➤ Termoinžinerija	T140B103	B	Šiluminių procesų modeliavimas
	➤ Pramonės termoinžinerija	T140M157	M	Termohidromechaninių procesų modeliavimas
	➤ Biomechanikos inžinerija	T210B030	B	Biomechanikos sistemų modeliavimas
	➤ Gamybos technologija	T130D004	D	Gamybos sistemų modeliavimas
	➤ Mechanikos inžinerijos	T210M018	M	Erdvinis modeliavimas
		T210M100	M	Mechaninių sistemų analizė ir modeliavimas
		T210M024	M	Matematiniai projektavimo objektų modeliai
Statybos ir architektūros fakulteto	➤ Statybos inžinerija	T230M427	M	Technologinių procesų modeliavimas ir optimizavimas
		T230M640	M	Statybos procesų matematinis modeliavimas ir optimizavimas
		H311B004	B	Erdvės modeliavimas
		T240B005	B	Statinių tūrinis kompiuterinis modeliavimas
Informatikos fakulteto	➤ Informacinės technologijos	P160B100	B	Verslo sistemų modeliavimas
		P170D413	D	Kompiuterinių sistemų modeliavimas ir analizė
		P170M004	M	Statistinio modeliavimo metodai
		P170M409	M	Kompiuterinių sistemų modeliavimas
		P170M412	M	Telekomunikacinių sistemų modeliavimas

		P175B404	B	Verslo sistemų analizė ir modeliavimas
		T120M024	M	Sistemų modeliavimas ir validavimas
		P175B603	B	Organizacijų valdymo modeliavimas
		P175D001	D	Duomenų bazės ir semantiniai modeliai
		P175M623	M	Duomenų semantiniai modeliai
		T120D003	D	Informacijos poreikių specifikavimo modeliai
		T120M051	M	Informacijos sistemų inžinerijos metodai ir modeli
		P170M342	M	Lošimų teorija rinkos ekonomikoje, modeliavimas in
		T120M032	M	Skaitmeninių sistemų modeliavimas ir sintezė

Vilniaus Gedimino Technikos Universitetas

Fakultetas	Specialybė	Kodas	Studijos	Modulio pavadinimas
Aplinkos inžinerijos fakultetas	➤ Aplinkos apsaugos vadyba ir švarioji gamyba	<a href="#">APASM01081</a>	M	Aplinkos procesų modeliavimas
	➤ Aplinkos apsaugos inžinerija	<a href="#">APASP6003</a>	B	Aplinkos apsaugos matematinis modeliavimas
	➤ Geodezija ir kartografija	<a href="#">APGDM03012</a>	M	Skaitmeniniai vietovės modeliai
	➤ Aplinkos inžinerija	<a href="#">APASM01102</a>	M	Aplinkos procesų modeliavimas
	➤ Energetika ir termoinžinerija	<a href="#">APVSM02005</a>	M	Šilumos mainų matematinis modeliavimas
	➤ Vandens ūkio inžinerija	<a href="#">APASM01102</a>	M	Aplinkos procesų modeliavimas
Fundamentalių mokslų fakultetas	➤ Informacinės technologijos	<a href="#">FMIGM02021</a>	M	Kompiuterinio projektavimo modeliai ir algoritmai
		<a href="#">FMISM03106</a>	M	Adaptyvaus duomenų modeliavimo sistemos
	➤ Taikomoji statistika	<a href="#">FMSAM02253</a>	M	Draudos matematiniai modeliai
		<a href="#">FMSAM03255</a>	M	Statistiniai modeliai ekonomikoje
		<a href="#">FMSAM03257</a>	M	Finansinių rinkų matematiniai modeliai
	➤ Inžinerinė informatika	<a href="#">FMMMB7051</a>	B	Matematinio modeliavimo pagrindai
		<a href="#">FMMMB8054</a>	B	Biomatematiniai modeliai
	➤ Bioinžinerija	<a href="#">FMCHM03036</a>	M	Biologinių sistemų matematinis modeliavimas
	➤ Inžinerinė informatika	<a href="#">FMISM03106</a>	M	Adaptyvaus duomenų modeliavimo sistemos
	➤ Technosferos ekologija	<a href="#">FM MMM0206</a> 2	M	Matematinis ekosistemų modeliavimas

	➤ Bioinžinerija	<a href="#">FMCHB06018</a>	B	Modeliai biologijoje
Statybos fakultetas	➤ Statybinės medžiagos	<a href="#">STSMM03047</a>	M	Medžiagų struktūros, savybių ir procesų modeliavimas
	➤ Statyba	<a href="#">STKMM02097</a>	M	Konstruktijų mechanika ir kompiuterinis modeliavimas
	➤ Statinių konstrukcijos	<a href="#">STGKM02065</a>	M	Konstruktijų erdvinio modeliavimo sistemos
Elektronikos fakultetas	➤ Automatika	<a href="#">ELAUB7029</a>	B	Skaitmeninis AVS modeliavimas
	➤ Automatika	<a href="#">ELAUM03005</a>	M	Automatinio valdymo sistemų modeliavimas
Mechanikos fakultetas	➤ Pramonės inžinerija	<a href="#">MEMGM03038</a>	M	Gamybos modeliavimas
	➤ Mechanika	<a href="#">MEMGM03031</a>	M	Mechatroninių sistemų modeliavimas
	➤ Pramonės inžinerija ir vadyba	<a href="#">MEPVM03008</a>	M	Gamybos modeliavimas ir pramonės gamybos sistemos
	➤ Medžiagų ir suvirinimo inžinerija	<a href="#">MEMTM01036</a>	M	Suvirinimo procesų modeliavimas
Transporto inžinerijos fakultetas	➤ Transporto inžinerinė ekonomika ir vadyba	<a href="#">TITVB04006</a>	B	Matematiniai modeliai transporte
		<a href="#">TITVB05009</a>	B	Transporto sistemų matematinis modeliavimas
	➤ Transporto inžinerija	<a href="#">TITIM03017</a>	M	Transporto mašinų sistemų modeliavimas
		<a href="#">TITIM03017</a>	M	Transporto mašinų sistemų modeliavimas
	➤ Transporto inžinerinė ekonomika ir vadyba	<a href="#">TITVB04006</a>	B	Matematiniai modeliai transporte
		<a href="#">TITVB05009</a>	B	Transporto sistemų matematinis modeliavimas
	➤ Transporto inžinerinė ekonomika ir vadyba	<a href="#">TITVM03061</a>	M	Modeliavimas transporto sistemoje
	➤ Transporto technologinių sistemų inžinerija	<a href="#">TITIB8012</a>	B	Transporto technologinių sistemų darbo procesų modeliavimas

3 priedas

Klasė \_\_\_\_\_

Mokymosi lygis \_\_\_\_\_

1. Ar Jums teko kurti kompiuterinius modelius kompiuterine programa?

- a) Taip
- b) Ne

2. Ar Jūs Lietuvišką kompiuterinio modeliavimo programą Model Builder?

- a) Matėte
- b) Taikėte
- c) Nematėte ir netaikėte

3. Kaip Jums sekėsi įsisavinti Model Builder programą nagrinėjant fizikos pavyzdinius modelius?

- a) Labai gerai
- b) Gerai
- c) Patenkinamai
- d) Blogai

4. Ar su programa Model Builder sukurti mokomieji modeliai yra informatyvūs? (Paaiškinkite plačiau)

---

---

---

4.1 Kokie privalumai kompiuterinių mokomųjų modelių sukurtų su modeliavimo programa Model Builder? (Parašykite 3 privalumus)

- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_
- 3) \_\_\_\_\_

4.2 Kokius trūkumus pastebėjote mokomuosiuose kompiuteriniuose modeliuose, sukurtuose su programa Model Builder? (Parašykite 3 trūkumus)

- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_
- 3) \_\_\_\_\_

5. Ką manote apie Lietuvos mokyklas pasiekusios kompiuterinės mokymo priemonės Model Builder taikymą pamokų metu? (Paaiškinkite plačiau)

---

---

---

---

Programos Model Builder 1-1 modelis

Model Builder: UZD1-1 - [Psl.:1]

Byla Taisa Peržiūra Parinkty's Vykdyti Blokai Grafikas Lentelė Vntoliukas Laggas Pagalba

Ant horizontalaus stypo užmontas prie spyruoklės pritvirtintas rutulius. Kitas tos spyruoklės galas įtvirtinamas. Tam ilkeru laiko momentu rutulius patraukiamas nuo pusiausvyros padėties atstumu  $X_m$  (keičiasi kas 10 cm) ir paleidžiamas. Programa skaičiuoja rutulius koordinate po  $1/8$  (galima keisti) svyravimų periodo  $T=20$  (galima keisti) nuo nurodytojo pradinio momento. Į trintį dėmesio nekreipiame.

Įrašykite    Įrašykite

$X_m$      $T$      $n\_dalis$

10.000    20    8

m    s

$\omega_0$     Laikas\_t

0.314    2.500

rad/s    s

$X$

7.071

m

Vykdyti 100 kartų

Tai yra grafiko blokas

Grafikas



Programos Model Builder 1-2 modelis

Model Builder: UZD1-2 - [Psl.:1]

Byla Taisa Peržiūra Parinktys Vykdyti Blokas Grafikas Lenteln Vnoliukas Langas Pagalba

Įrašykite Įrašykite

Xm 0.1 m

T 20 s

n\_dalis 11.000

Wo 0.314 rad/s

Laikas\_t 1.818 s

X 0.084 m

Vykdyti 10 kartų

Atveria kita modelis.

Ant horizontalaus styro užmautas prie spyruoklės pritvirtintas rutulius. Kitas tos spyruoklės galas įtvirtinamas. Tam tikru laiku momentu rutulius patraukiamas nuo pusiausvyros padėties atstumu  $X_m=0.1$  (galima keisti) ir paleidžiamas. Programa skaičiuoja rutulius koordinatę po tam ūkros dalies (keičiasi nuo 1/2 iki 1/11) svyravimų periodo  $T=2\theta$  (galima keisti) nuo nurodytojo pradinio momento. Į trintį dėmesio nekreipiame.

Grafikas

The diagram shows three stages of a mass-spring system. In the first, a mass is displaced to the right by a distance  $X_m$  from its equilibrium position. In the second, the mass is released and moves towards the equilibrium. In the third, the mass is at its maximum displacement to the left, also labeled  $X_m$ . The displacement  $X$  is shown with a red arrow pointing right.

The graph plots displacement  $X$  (m) on the y-axis against the number of cycles  $n\_dalis$  on the x-axis. The y-axis ranges from -0.100 to 0.100 with increments of 0.020. The x-axis ranges from 1.000 to 10.000 with increments of 1.000. The data points, marked with green asterisks, show a sinusoidal wave starting at  $X=0$  at  $n\_dalis=1$ , reaching a minimum of approximately -0.100 at  $n\_dalis=2$ , crossing zero at  $n\_dalis=3$ , reaching a maximum of approximately 0.084 at  $n\_dalis=4$ , and continuing to oscillate with a decreasing amplitude.

n_dalis	X (m)
1.000	0.000
2.000	-0.100
3.000	0.000
4.000	0.084
5.000	0.000
6.000	0.030
7.000	0.050
8.000	0.060
9.000	0.070
10.000	0.075

Programos Model Builder 1-3 modelis

Model Builder: UZD1-3 - [Psl.:1]

Byla Taisa Peržiūra Parinktis Vykdyti Blokai Grafikas Lentelė Vntoliukas Langas Pagalba

Įrašykite

Xm: 1.000 m

T: 20 s

n\_dalis: 11.000

Wo: 0.314 rad/s

Laikas\_t: 1.818 s

X: 0.841 m

Vykdyti 10 kartų

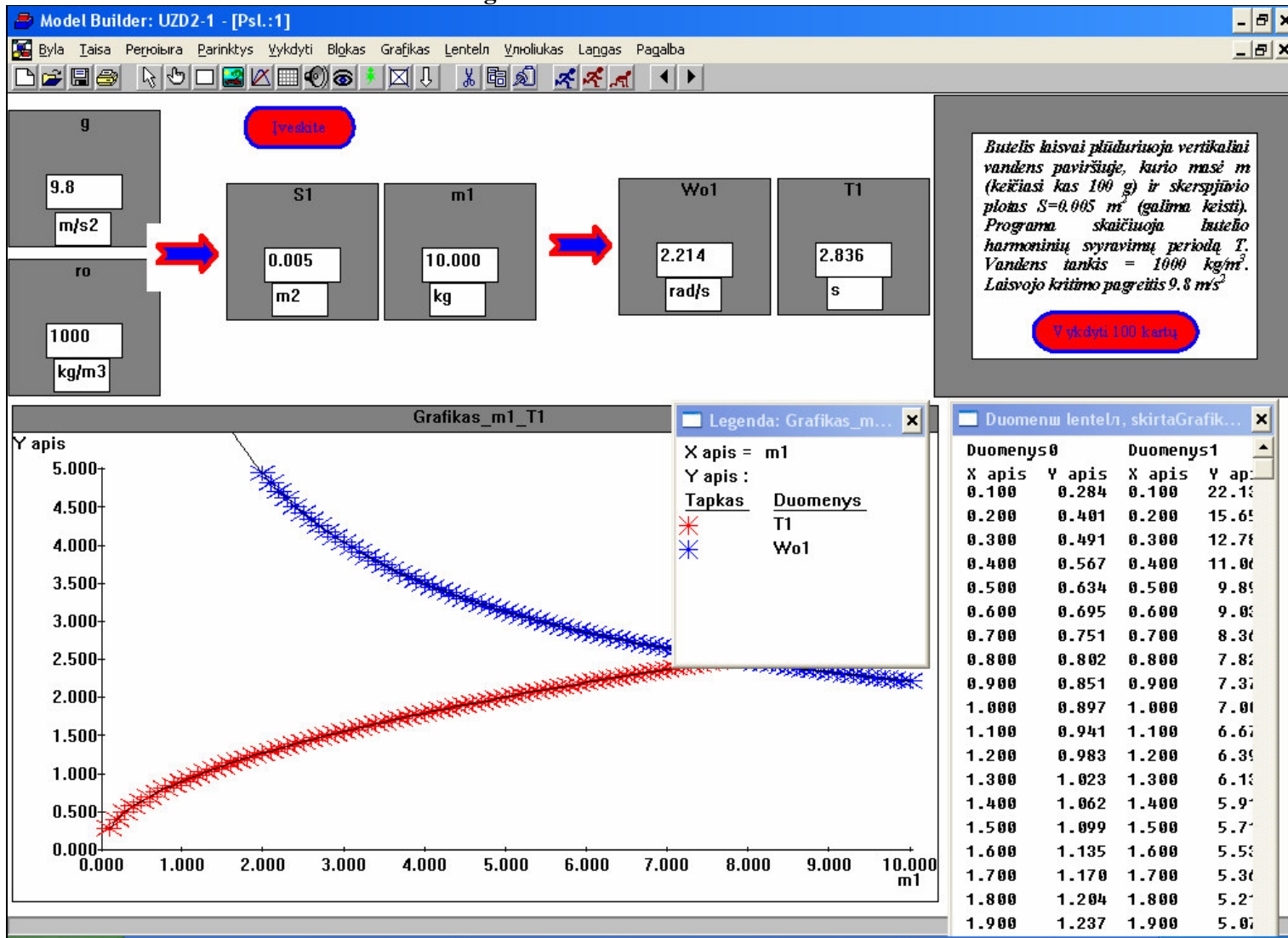
Tai yra paveikslėlio blokas

Ant horizontalaus strypo užmautas prie spyruoklės pritvirtintas rutulius. Kitas tos spyruoklės galas įtvirtinamas. Tam tikru laiko momentu rutulius patraukiamas nuo pusiausvyros padėties atstumu  $X_m$  (keičiasi kas 10 cm) ir paleidžiamas. Programa skaičiuoja rutuliuo koordinatę po tam tikros dalies (keičiasi nuo 1/2 iki 1/11) svyravimų periodo  $T=20$  (galima keisti) nuo nurodytojo pradinio momento. Į trintį dėmesio nekreipiame.

Grafikas2

Grafikas1

Programos Model Builder 2-1 modelis



Programos Model Builder 2-2 modelis

Model Builder: UZD2-2 - [Psl.:1]

Byla Taisa Peržiūra Parinktys Vykdyti Blokas Grafikas Lentelė Vntoliukas Langas Pagalba

g  
9.8  
m/s<sup>2</sup>

ro  
1000  
kg/m<sup>3</sup>

S  
0.100  
m<sup>2</sup>

m  
0.2  
kg

Wo  
70.000  
rad/s

T  
0.090  
s

Įvedite

Butelis laisvai plūduriuoja vertikaliai vandens paviršiuje, kurio masė  $m=200$  g (galima keisti) ir skerspjūvio plotas  $S$  (keičiasi kas  $0.001$  m<sup>2</sup>). Programa skaičiuoja butelio harmoninių svyravimų periodą  $T$ . Vandens tankis =  $1000$  kg/m<sup>3</sup>. Laisvojo kritimo pagreitis  $g$   $9.8$  m/s<sup>2</sup>.

Vykdyti 100 kartų

Grafikas\_S\_Wo

Grafikas\_S\_T

Duomenų lentelė, skirtaGrafikas...

X apsis	Y apsis
0.001	7.000
0.002	9.899
0.003	12.124
0.004	14.000
0.005	15.652
0.006	17.146
0.007	18.520
0.008	19.799
0.009	21.000
0.010	22.136
0.011	23.216
0.012	24.249
0.013	25.239
0.014	26.192
0.015	27.111
0.016	28.000
0.017	28.862
0.018	29.698
0.019	30.512

Duomenų lentelė, skirtaGrafikas...

X apsis	Y apsis
0.001	0.897
0.002	0.634
0.003	0.518
0.004	0.449
0.005	0.401
0.006	0.366
0.007	0.339
0.008	0.317
0.009	0.299
0.010	0.284
0.011	0.271
0.012	0.259
0.013	0.249
0.014	0.240
0.015	0.232
0.016	0.224
0.017	0.218

Nia bakstelinkite tolesniam lapui pasirinkti.

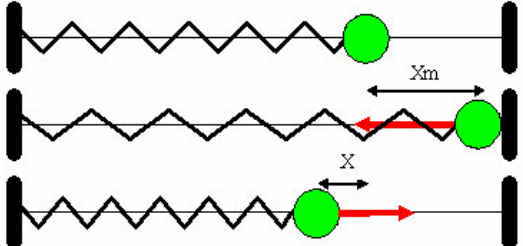
Programos Model Builder 3-1 modelis

Model Builder: UZD3-1 - [Psl.:1]

Byla Taisa Peržiūra Parinktys Vykdyti Blgkas Grafikas Lenteln Vntoliukas Langgas Pagalba

*Prie spyruoklės pritvirtintas rutuliukas svyruoja ant horizontalaus lygaus stypo. Programa skaičiuoja kinetinės energijos ir sistemos potencinės energijos santykį tuo momentu, kai rutuliukas yra kraštinę ir pusiausvyros padėtį jungiančios atkarpos vidurio taške (galima keisti). Spyruoklės standumas  $k=1$  (galima keisti). Svyravimų amplitudė  $X_m$  (keičiasi kas 1 m).*

Vykdyti 10 kartų



Y apis

50.000  
45.000  
40.000  
35.000  
30.000  
25.000  
20.000  
15.000  
10.000  
5.000  
0.000

0.000 10.00  
 $X_m$

Legenda: WK\_ir... x

X apis =  $X_m$   
Y apis :  
Tapkas Duomenys  
■  $W_k$   
■  $W_p$

Santykio diagrama

Santykis

4.000  
3.500  
3.000  
2.500  
2.000  
1.500  
1.000  
0.500  
0.000

0.000 10.00  
 $X_m$

Legenda: Sa... x

X apis =  $X_m$   
Y apis :  
Tapkas Duomenys  
■ Santykis

$X_m$  10.000 m

$k$  1 N/m

Rutuliuko padėtis 2

$X$  5.000 m

$W_p$  12.500 J

$W_k$  37.500 J

Santykis 3.000

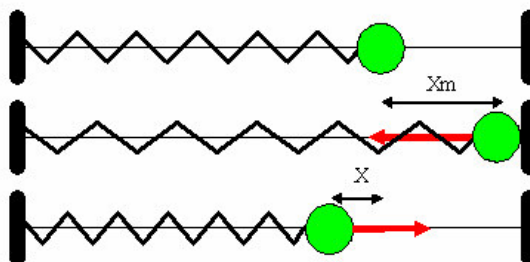
Siunčia vykdymo pranešimus visiems blokams.

## Programos Model Builder 3-2 modelis

Model Builder: UZD3-2 - [Psl.:1]

Byla Taisa Peržiūra Parinktys Vykdyti Blokas Grafikas Lenteln Vnoliukas Langas Pagalba

Prie spyruoklės pritvirtintas rutuliukas svyruoja ant horizontalaus lygaus strypo. Programa skaičiuoja kinetinės energijos ir sistemos potencinės energijos santykį tuo momentu, kai rutuliukas yra kraštinėje ir pusiausvyros padėtyje jungiančios atkarpos tam tikrame taške (keičiasi nuo 1 iki 1/10). Spyruoklės standumas  $k=1$  (galima keisti). Svyravimų amplitudė  $X_m=10$  m (galima keisti).



Y apis

50.000  
40.000  
30.000  
20.000  
10.000  
0.000

0.000 Rutuliuko\_p

Legenda: WK\_ir...  
X apis = Rutuliuko\_pade  
Y apis :  
Tapkas Duomenys  
■ Wk  
■ Wp

Santykio\_diagrama

Santykis

100.000  
90.000  
80.000  
70.000  
60.000  
50.000  
40.000  
30.000  
20.000  
10.000  
0.000

0.000 10.0 Rutuliuko\_pade

Legenda: Sa...  
X apis = Rutuliuko\_pade  
Y apis :  
Tapkas Duomenys  
■ Santykis

X<sub>m</sub> 10 m

k 1 N/m

Rutuliuko\_padėtis 10.000

X 1.000 m

W<sub>p</sub> 0.500

W<sub>k</sub> 49.500

Santykis 99.000

Vykdyti 10 kartų

Mia bakstelėkite ankstesniam lapui pasirinkti.



Programos Model Builder 3-3 modelis

Model Builder: UZD3-3 - [Psl.:1]

Byla Taisa Peržiūra Parinktys Vykdyti Blokas Grafikas Lentelė Vnoliukas Langas Pagalba

Prie spyruoklės pritvirtintas rutuliukas svyruoja ant horizontalaus lygaus svyrop. Programa skaičiuoja kinetinės energijos ir sistemos potencinės energijos santykį tuo momentu, kai rutuliukas yra kraštine ir pusiausvyros padėty jungiančios atkarpos vidurio taške (galima keisti). Spyruoklės standumas  $k$  (keičiasi kas 1). Svyravimų amplitudė  $X_m = 10$  m (galima keisti).

Y axis: 400.000, 350.000, 300.000, 250.000, 200.000, 150.000, 100.000, 50.000, 0.000

X axis: 0.000, 10.000 k

Legenda: WK\_ir...  
 X axis = k  
 Y axis :  
 Tapkas Duomenys  
 ■ Wk  
 ■ Wp

Santykio diagrama

Santykis: 5.000, 4.500, 4.000, 3.500, 3.000, 2.500, 2.000, 1.500, 1.000, 0.500, 0.000

X axis: 0.000, 10.00 k

Legenda: Sa...  
 X axis = k  
 Y axis :  
 Tapkas Duomenys  
 ■ Santykis

Y axis: 125.000, 100.000, 75.000, 50.000, 25.000, 0.000

X axis: 0.000, 10.000 k

Legenda: WK\_ir...  
 X axis = k  
 Y axis :  
 Tapkas Duomenys  
 ■ Wk  
 ■ Wp

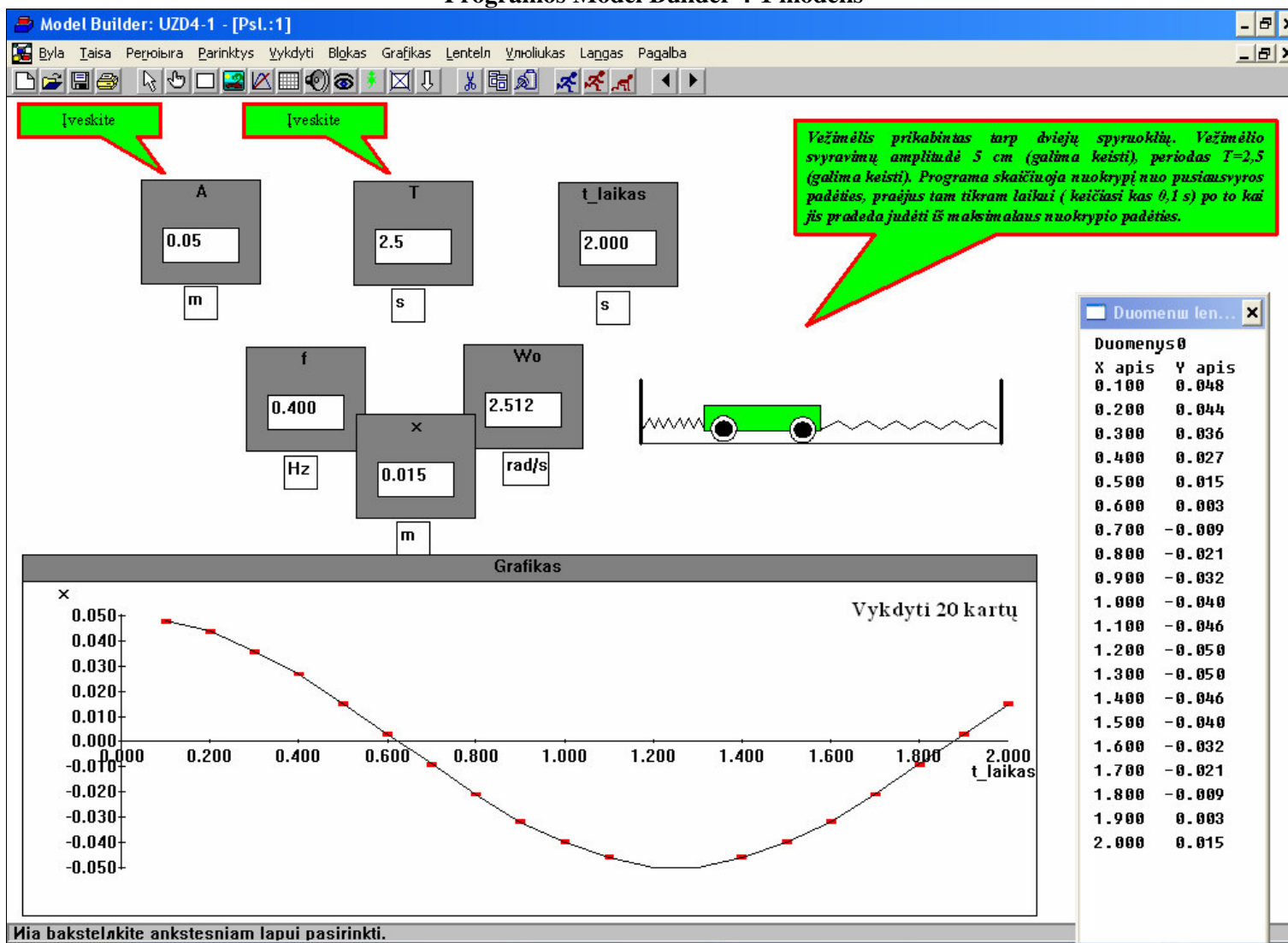
Y axis: 5.000, 4.500, 4.000, 3.500, 3.000, 2.500, 2.000, 1.500, 1.000, 0.500, 0.000

X axis: 0.000, 10.00 k

Legenda: Sa...  
 X axis = k  
 Y axis :  
 Tapkas Duomenys  
 ■ Santykis

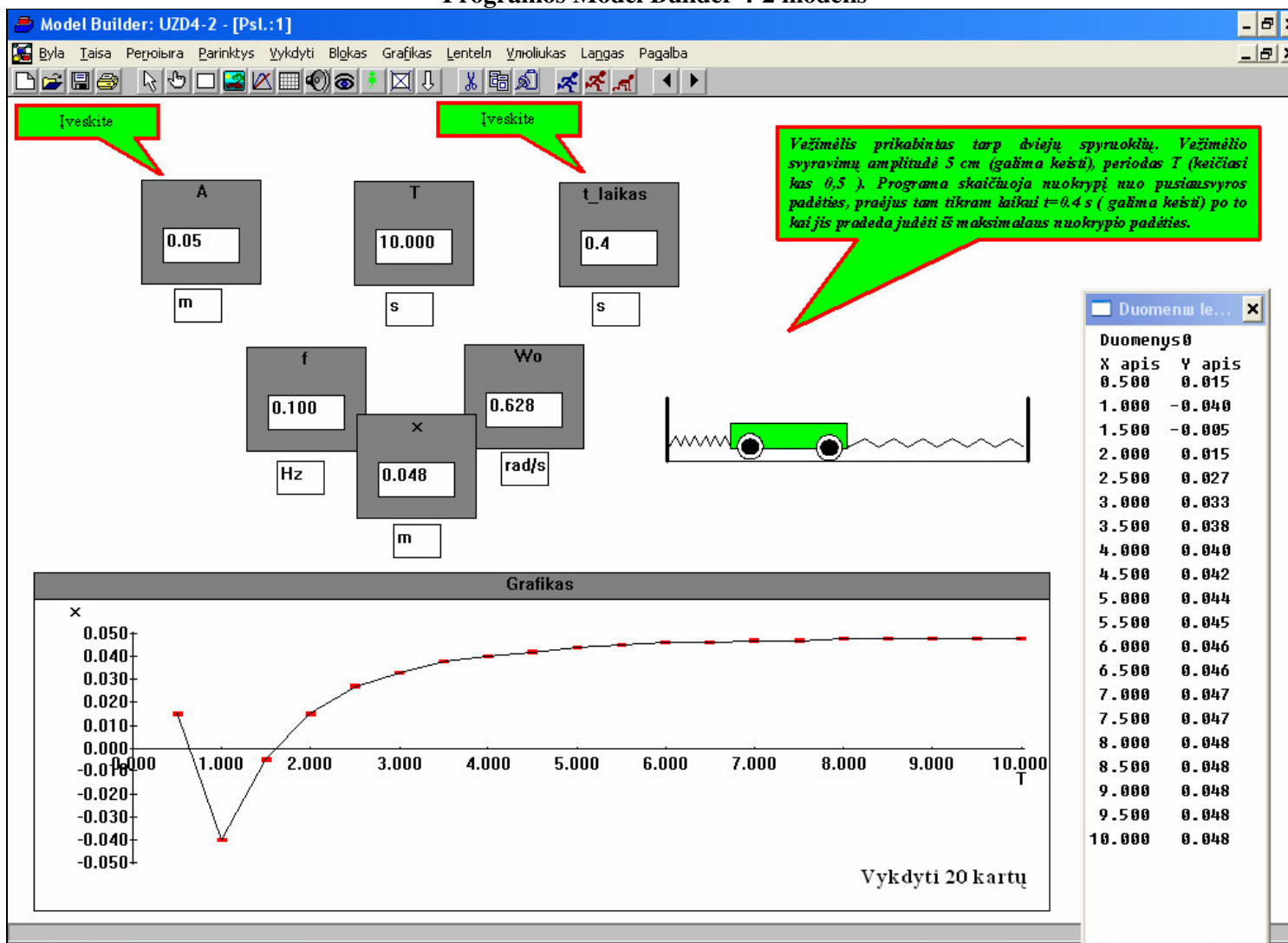
Mia bakstelinkite tolesniam lapui pasirinkti.

## Programos Model Builder 4-1 modelis

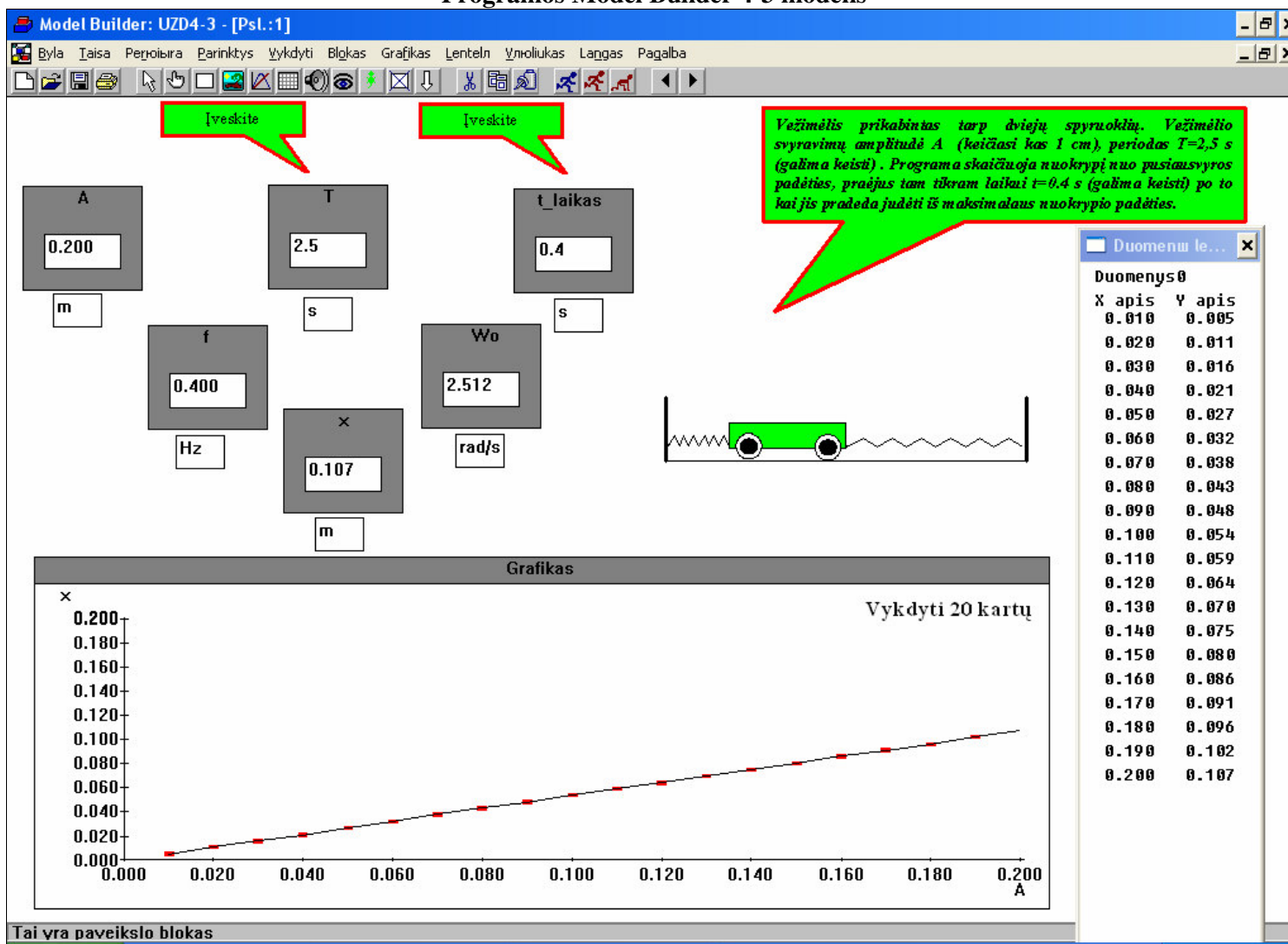




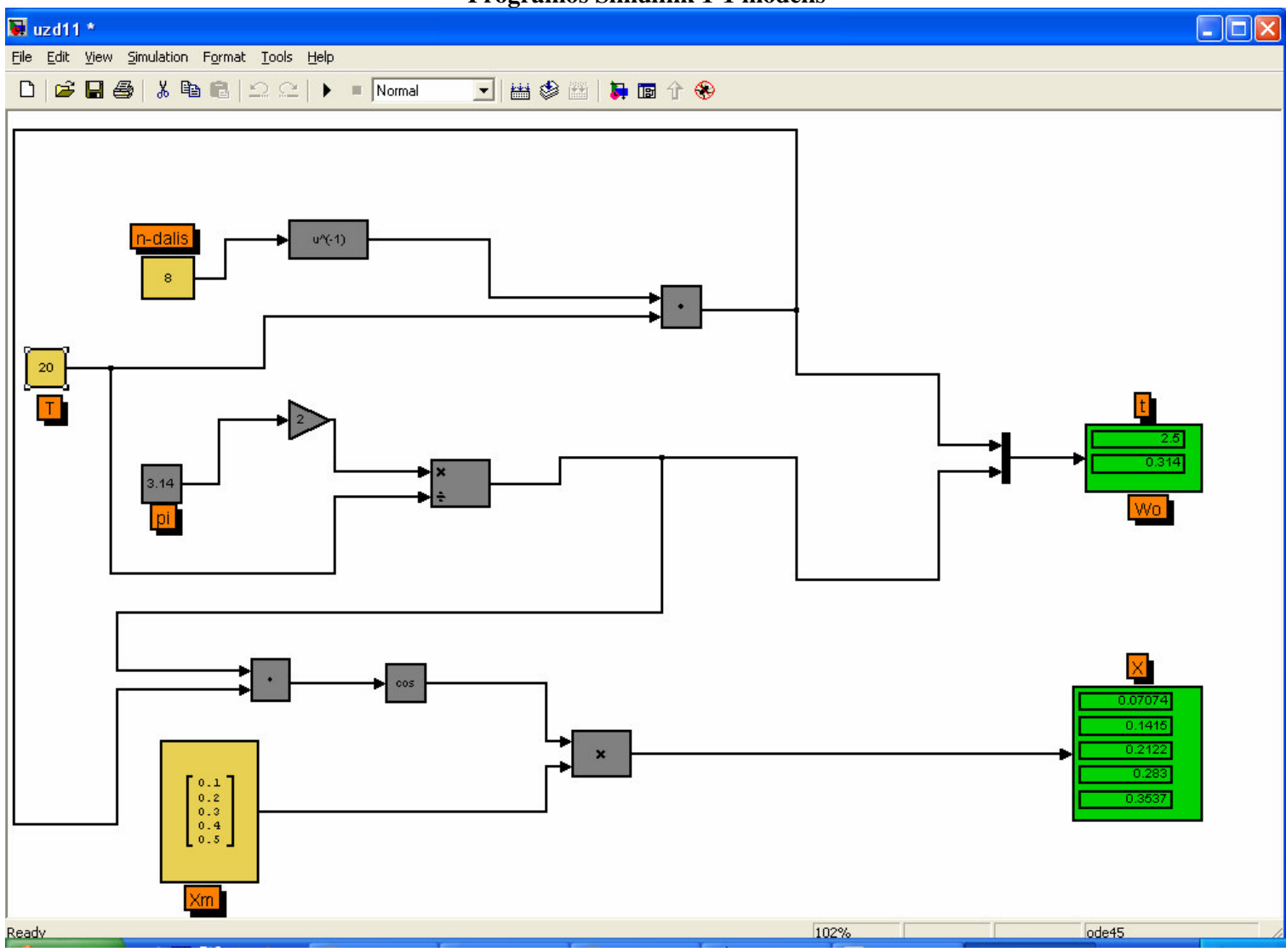
## Programos Model Builder 4-2 modelis



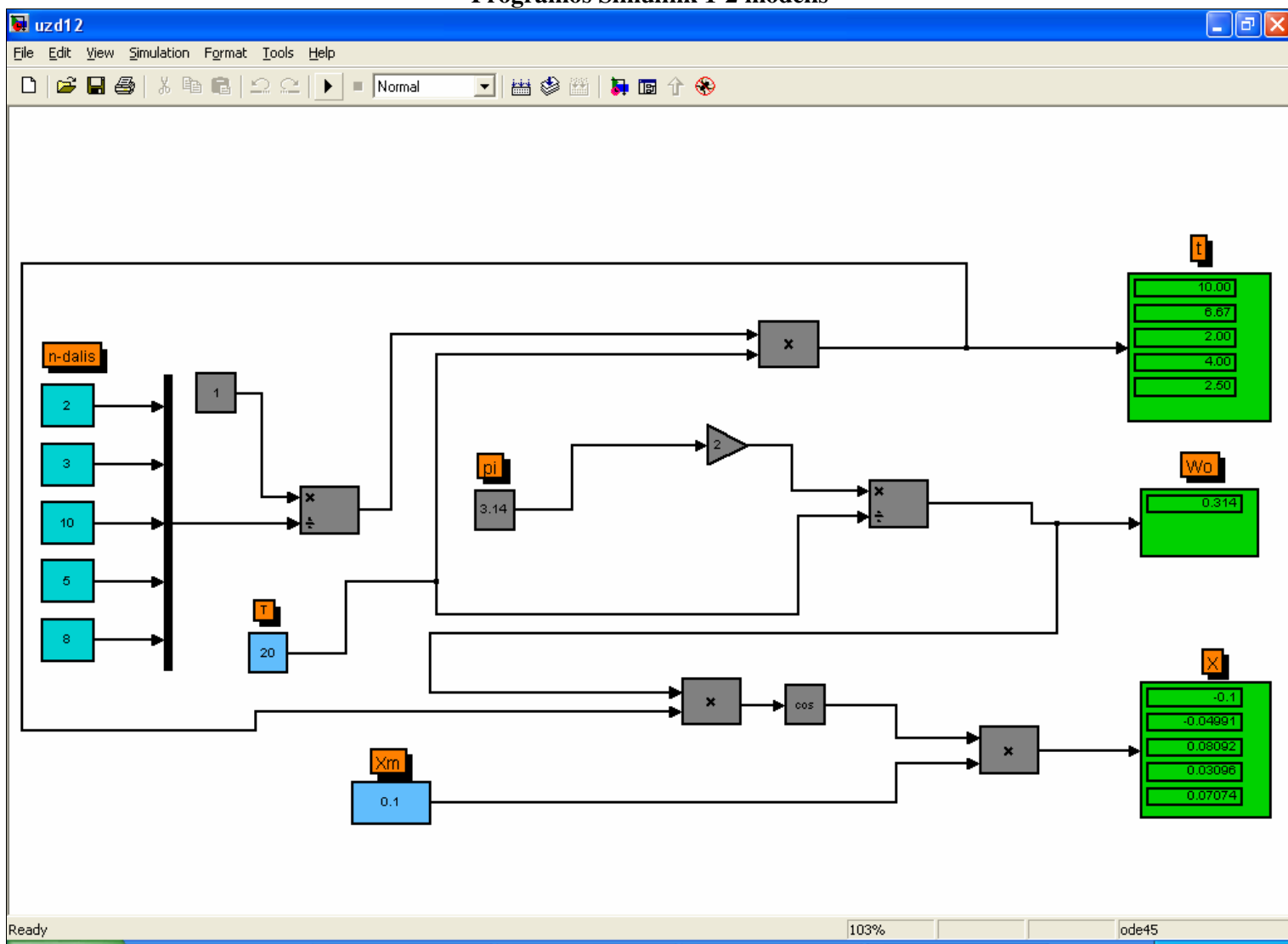
## Programos Model Builder 4-3 modelis



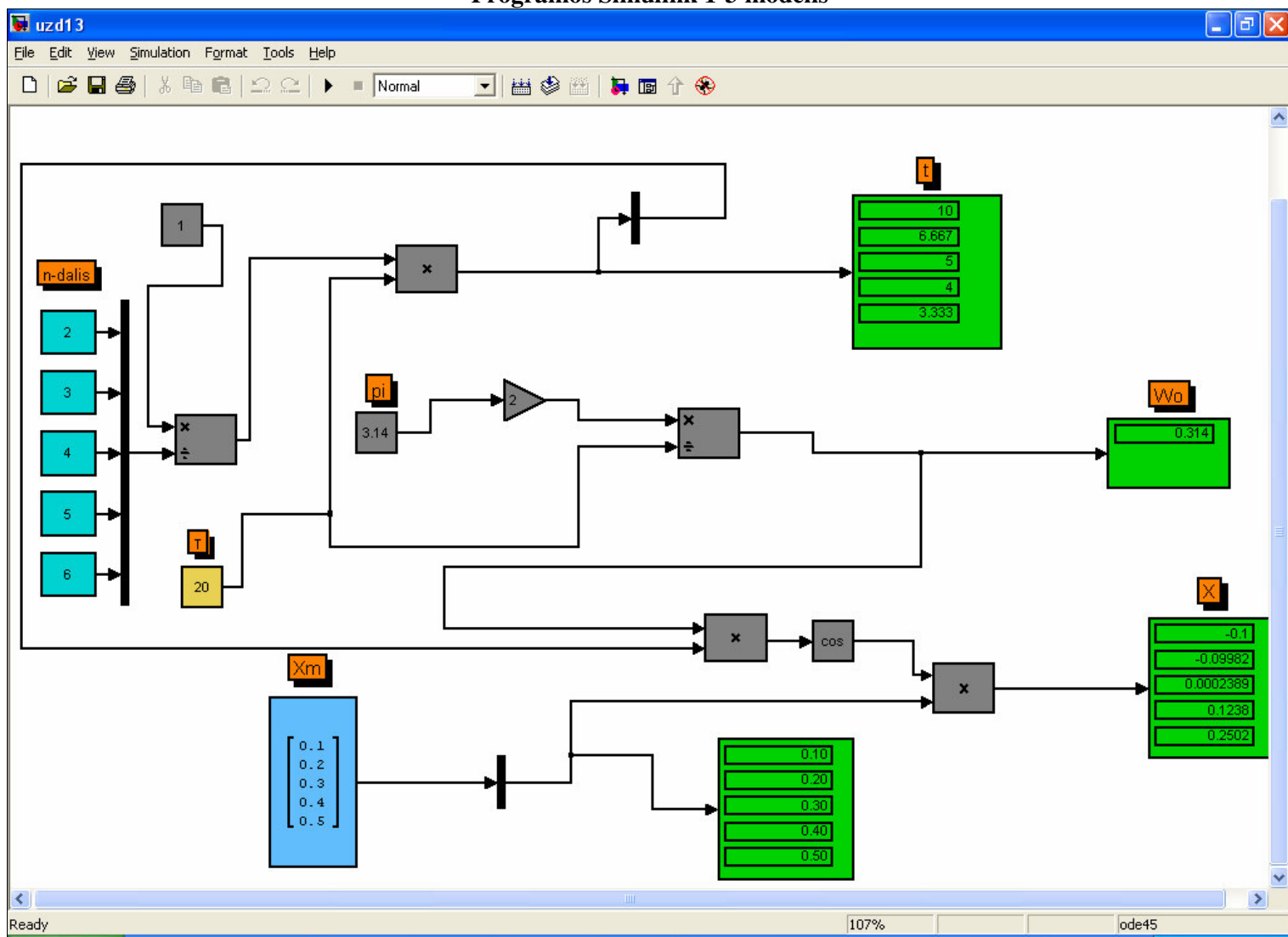
Programos Simulink 1-1 modelis



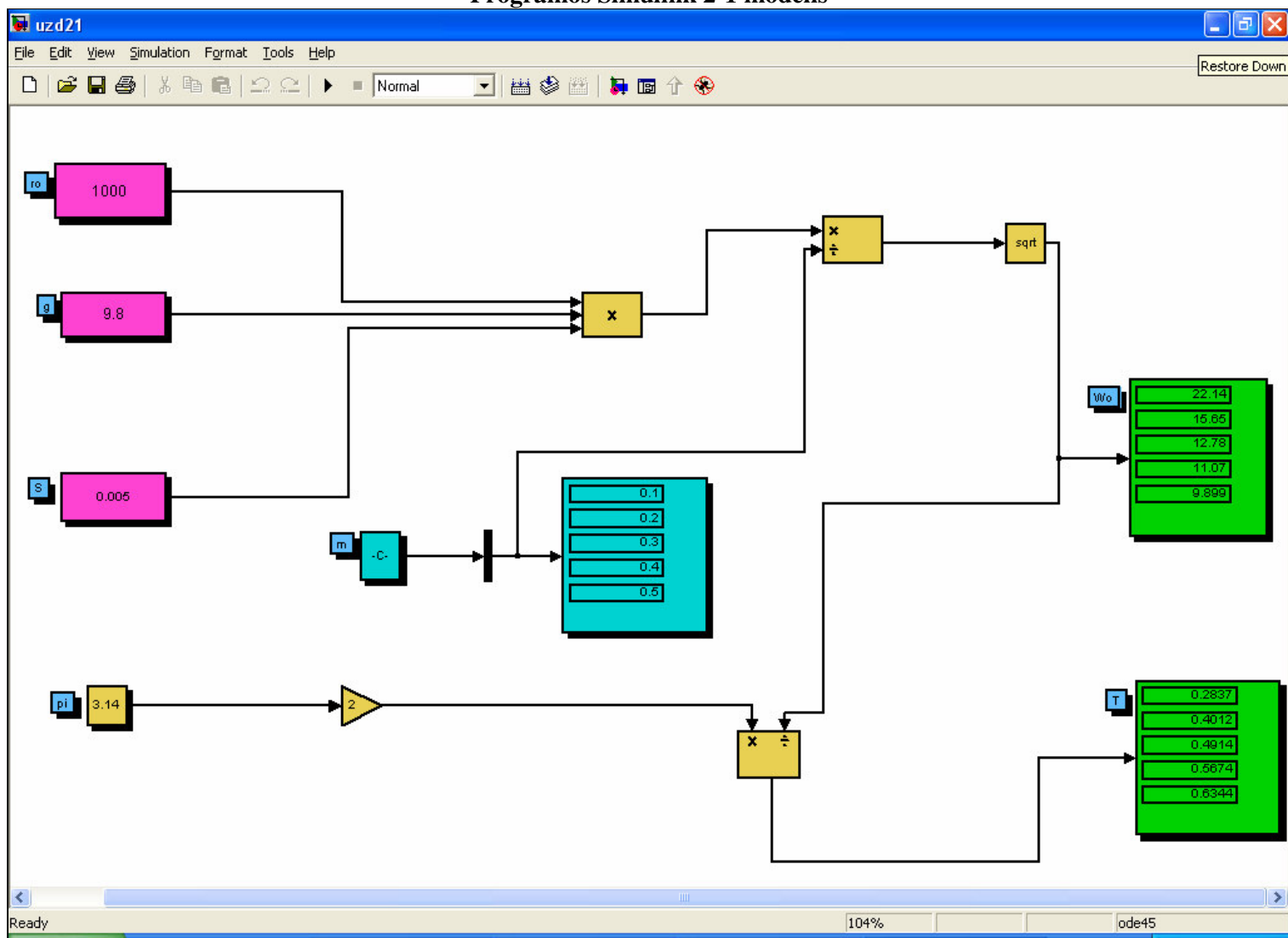
Programos Simulink 1-2 modelis



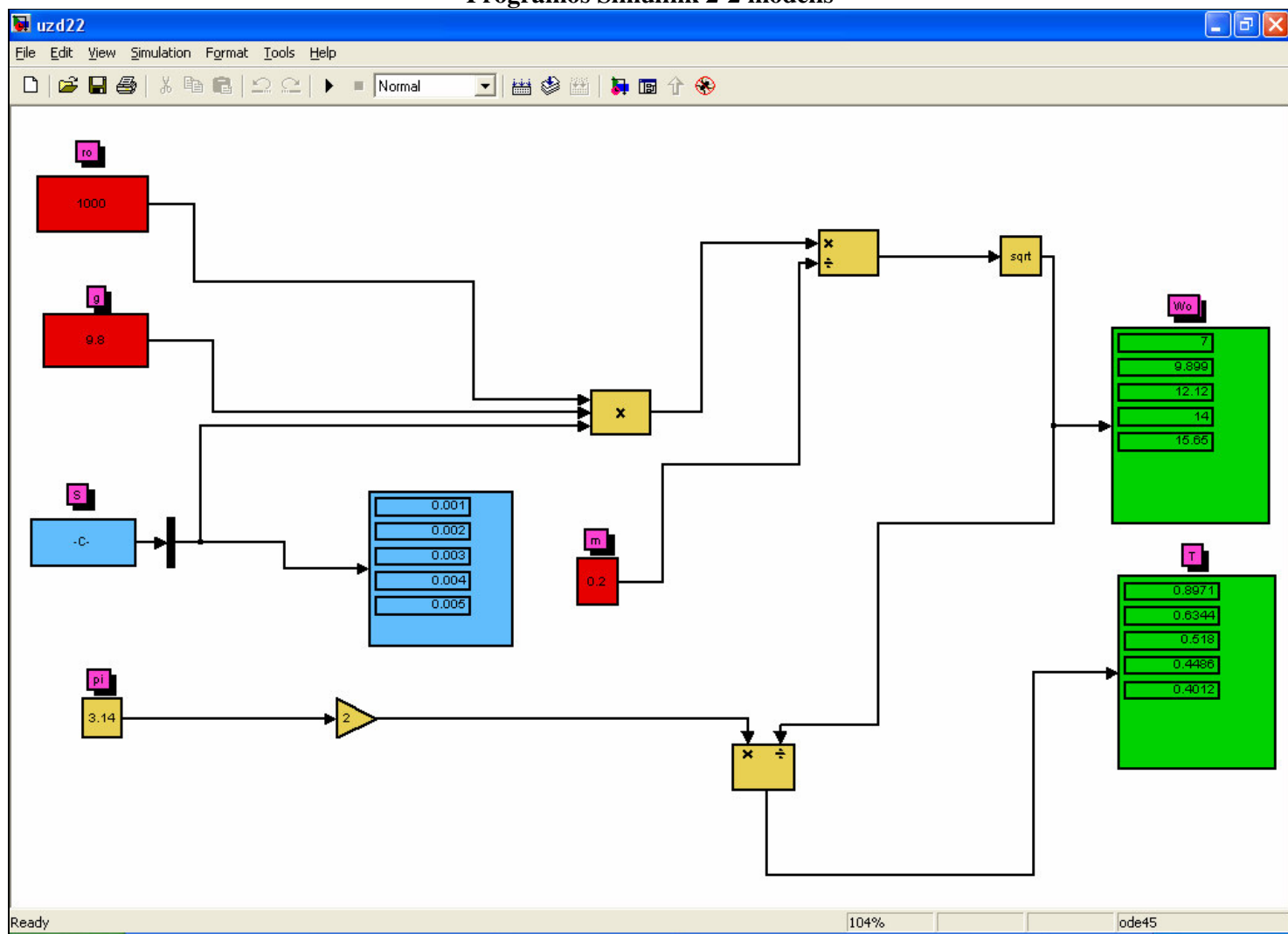
Programos Simulink 1-3 modelis



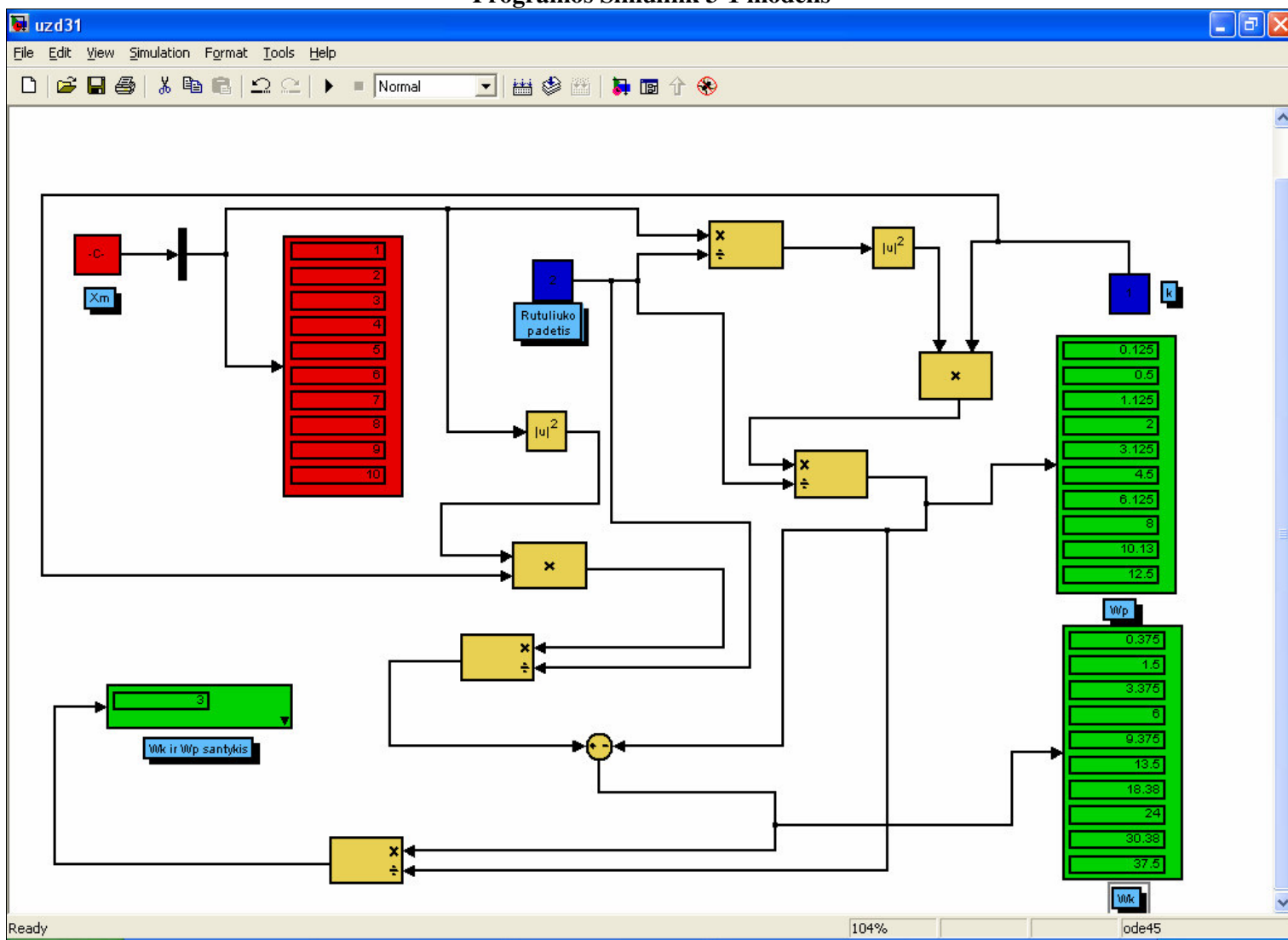
Programos Simulink 2-1 modelis



Programos Simulink 2-2 modelis

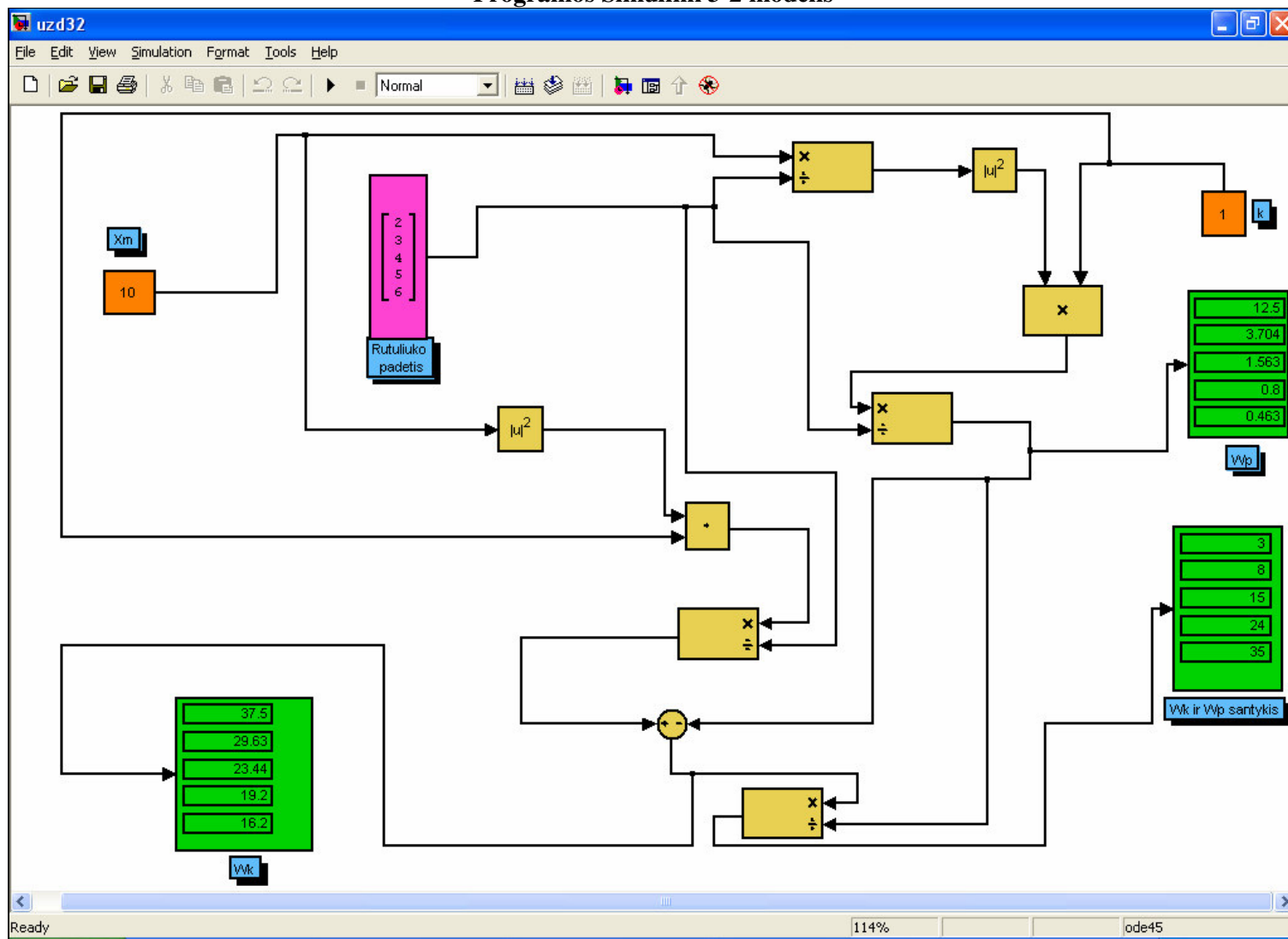


Programos Simulink 3-1 modelis

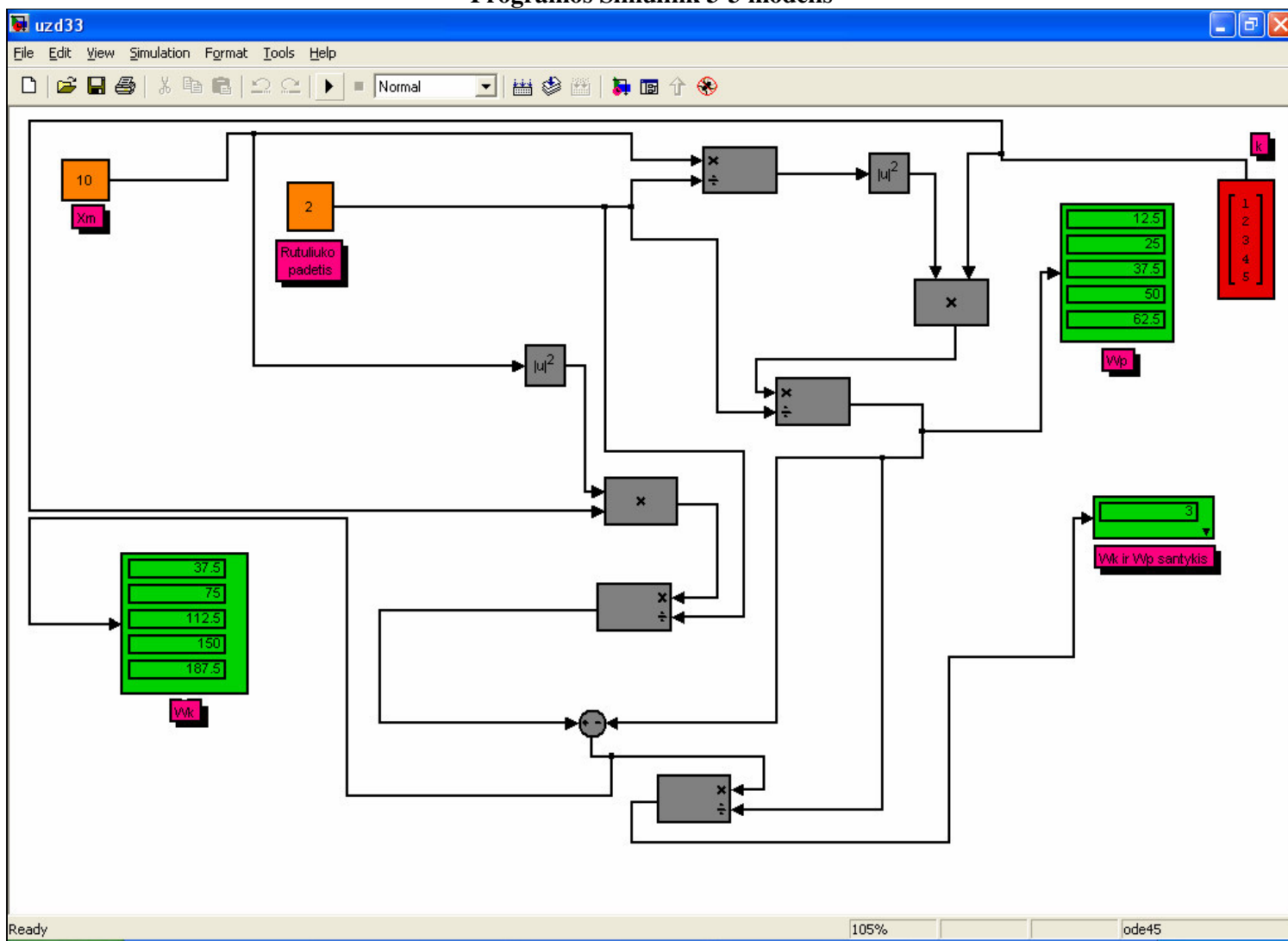




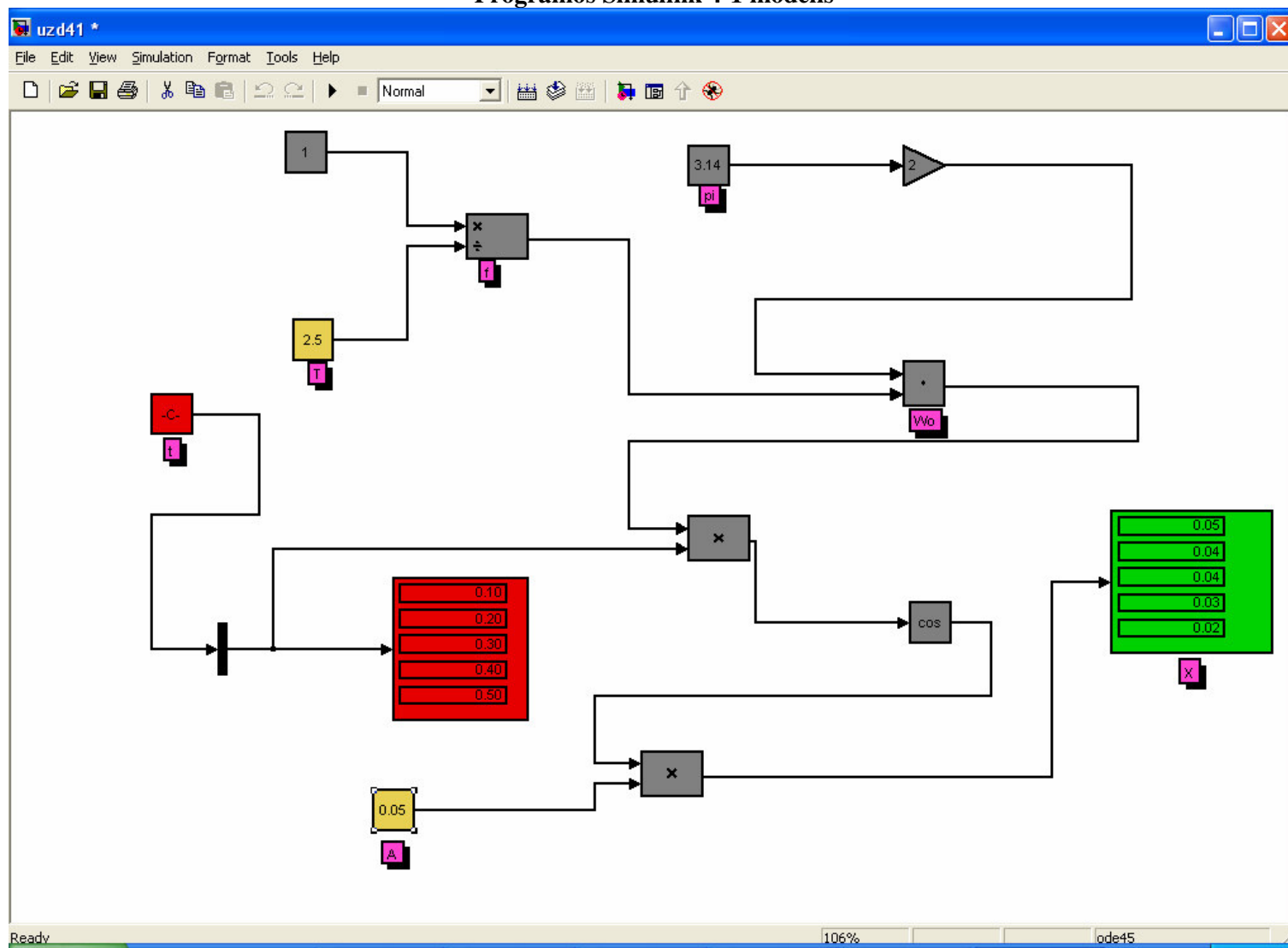
Programos Simulink 3-2 modelis



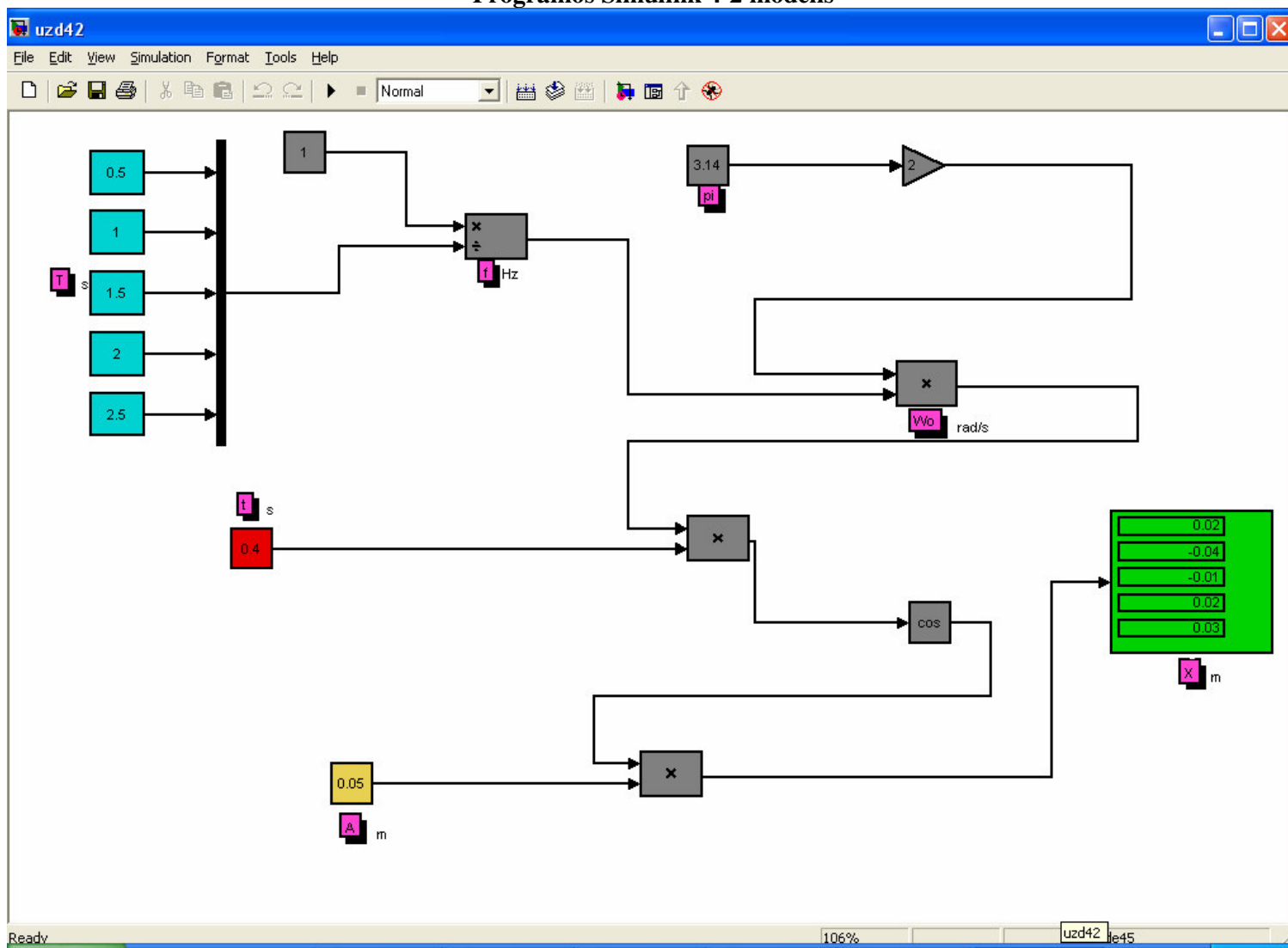
## Programos Simulink 3-3 modelis



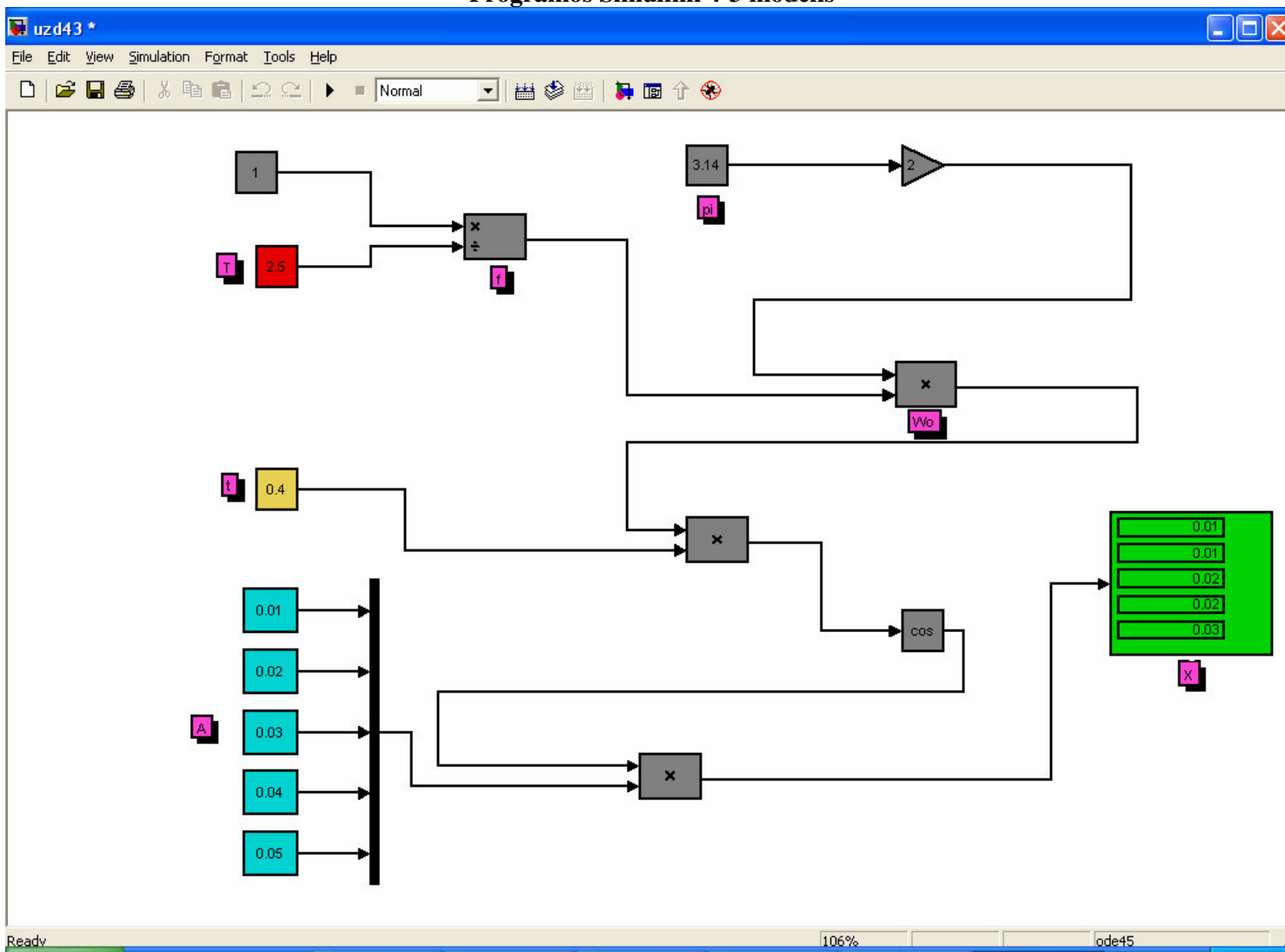
## Programos Simulink 4-1 modelis



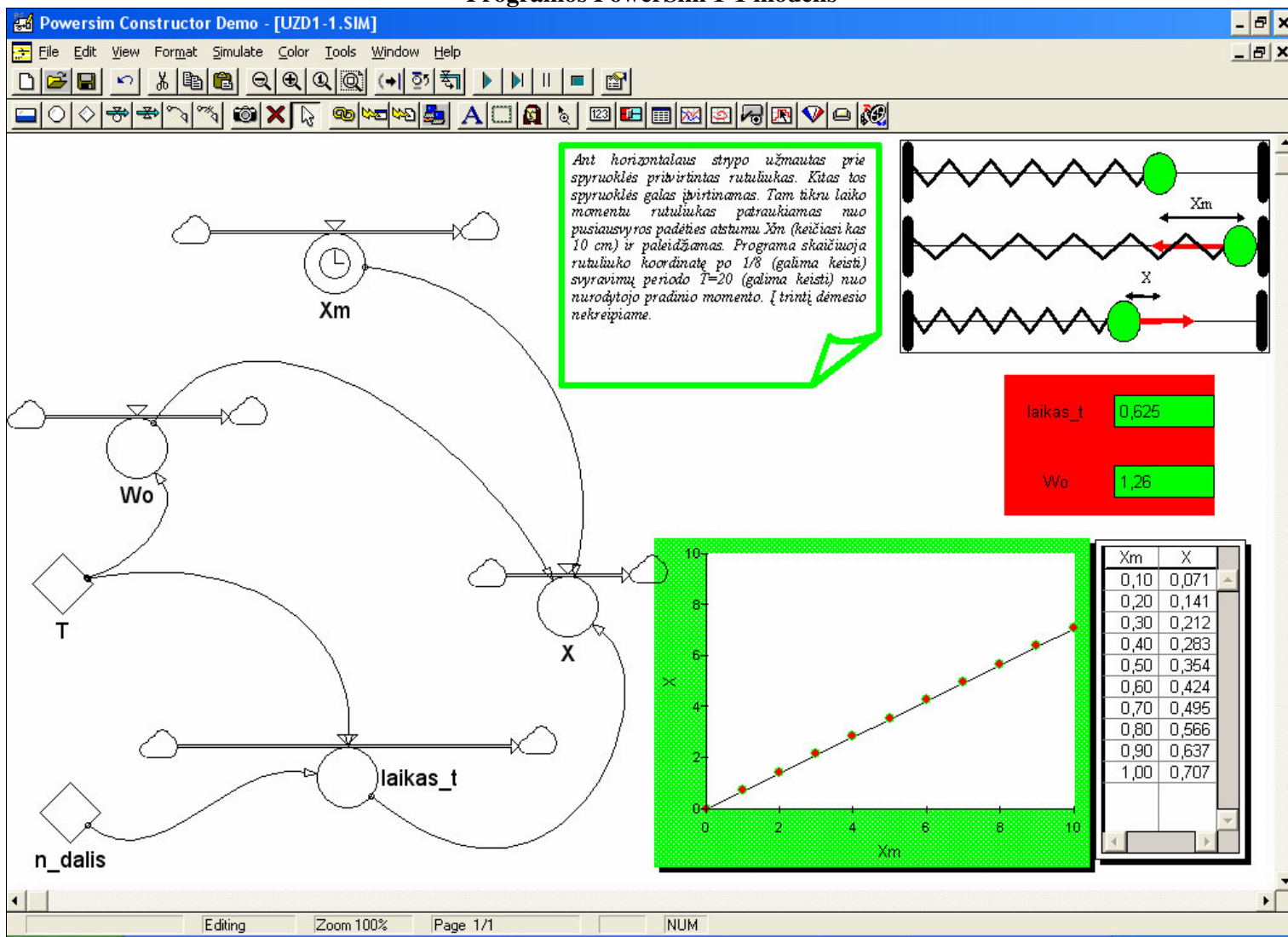
## Programos Simulink 4-2 modelis



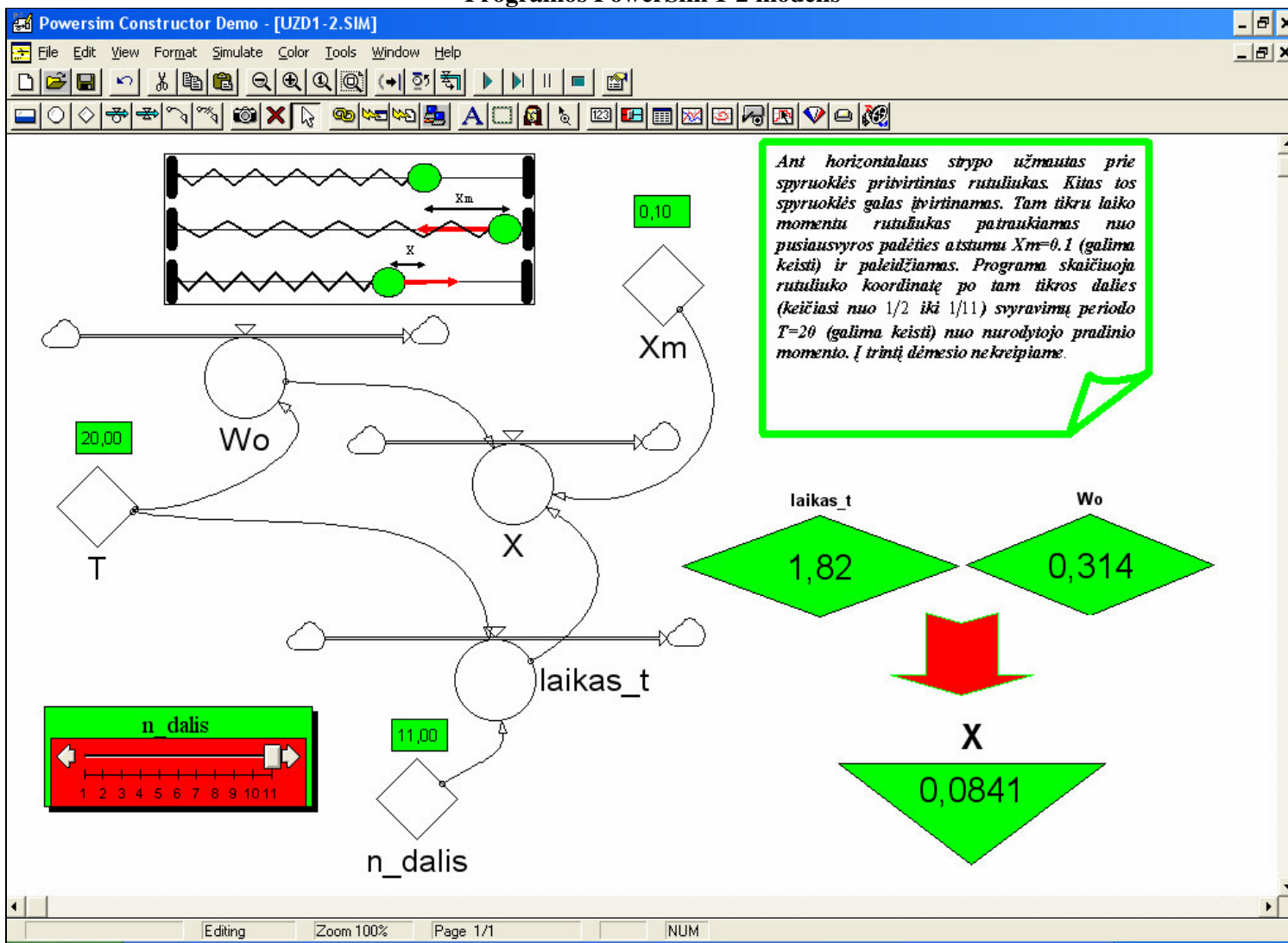
Programos Simulink 4-3 modelis



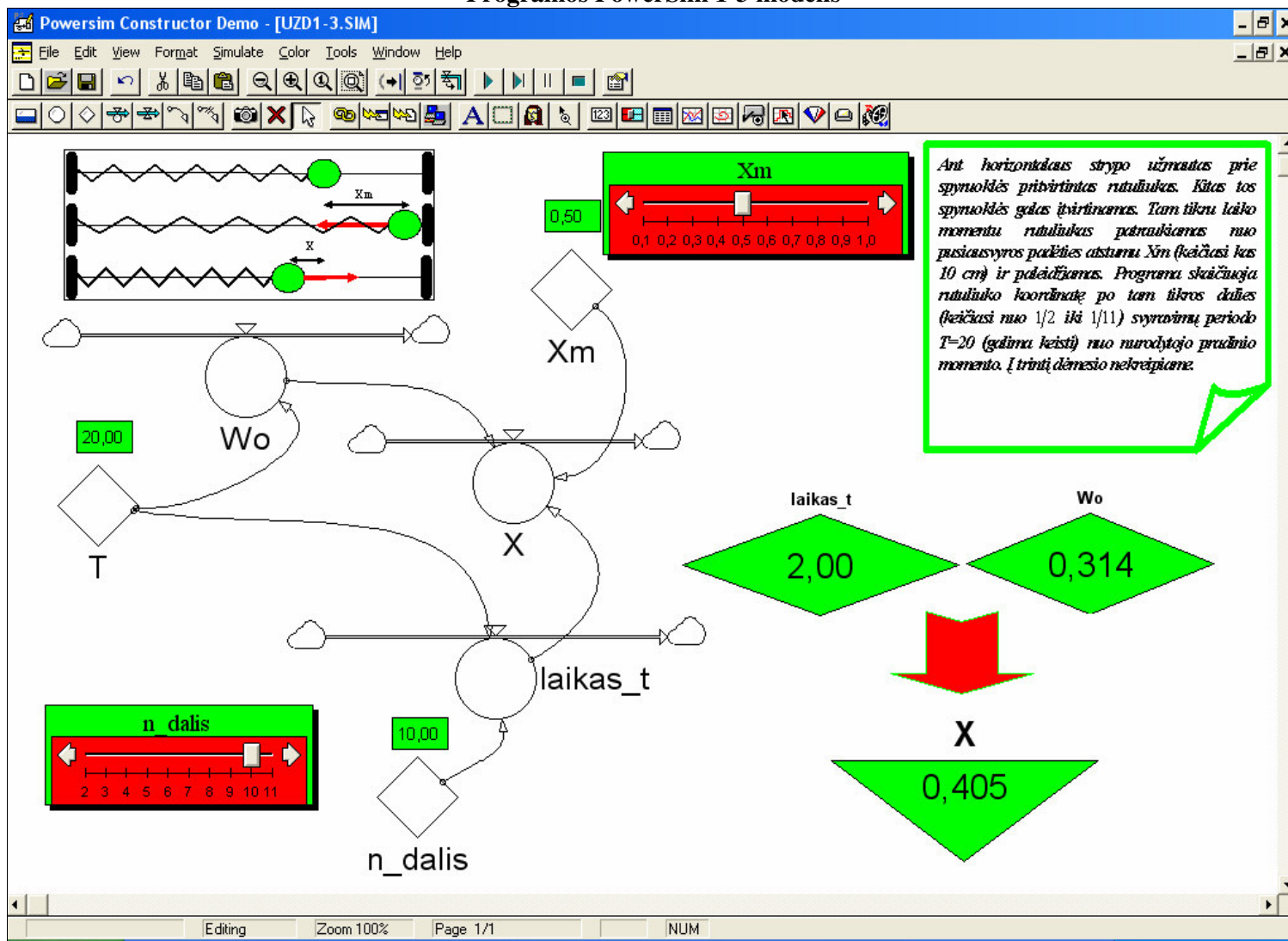
## Programos PowerSim 1-1 modelis



## Programos PowerSim 1-2 modelis

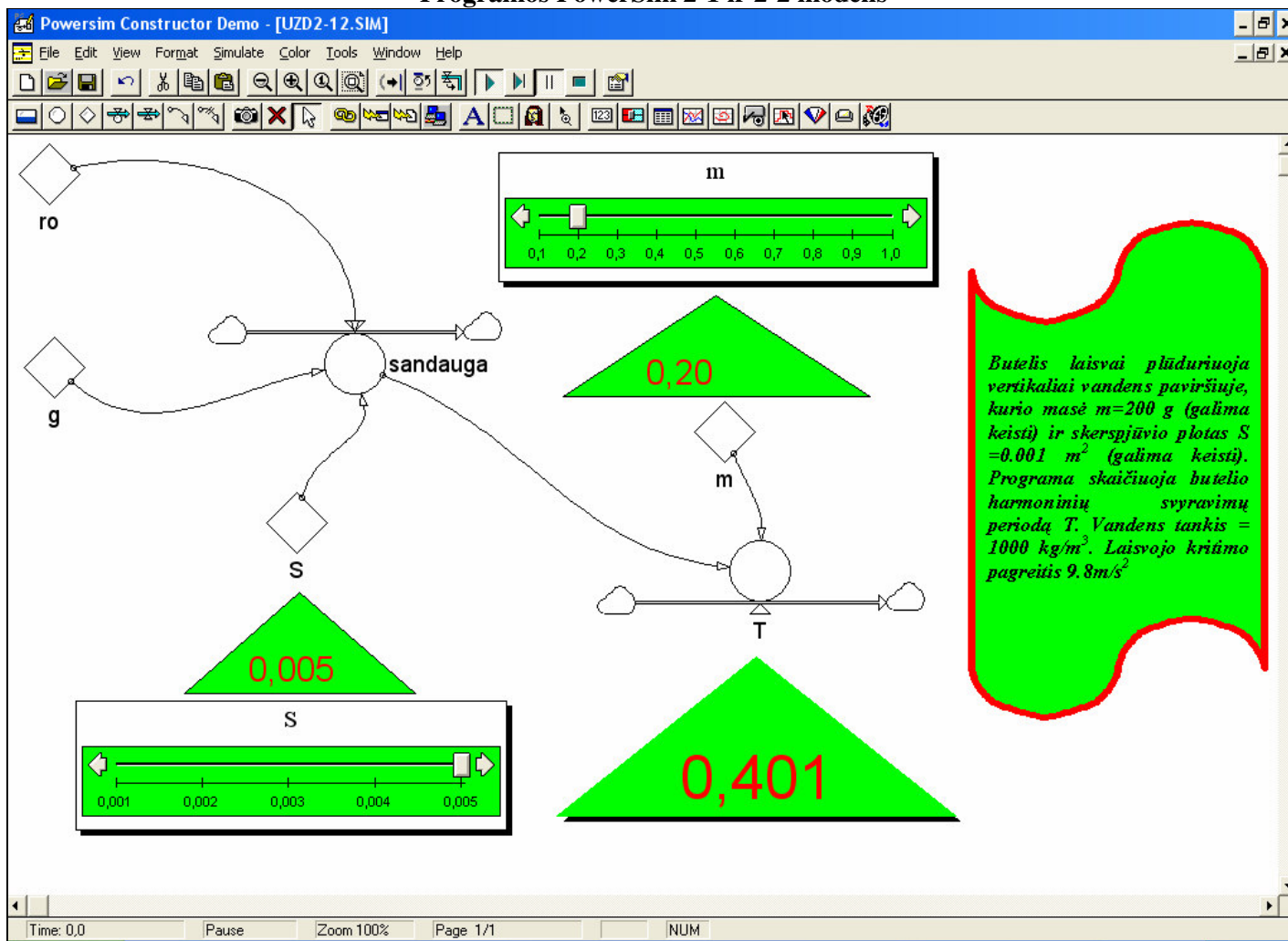


## Programos PowerSim 1-3 modelis

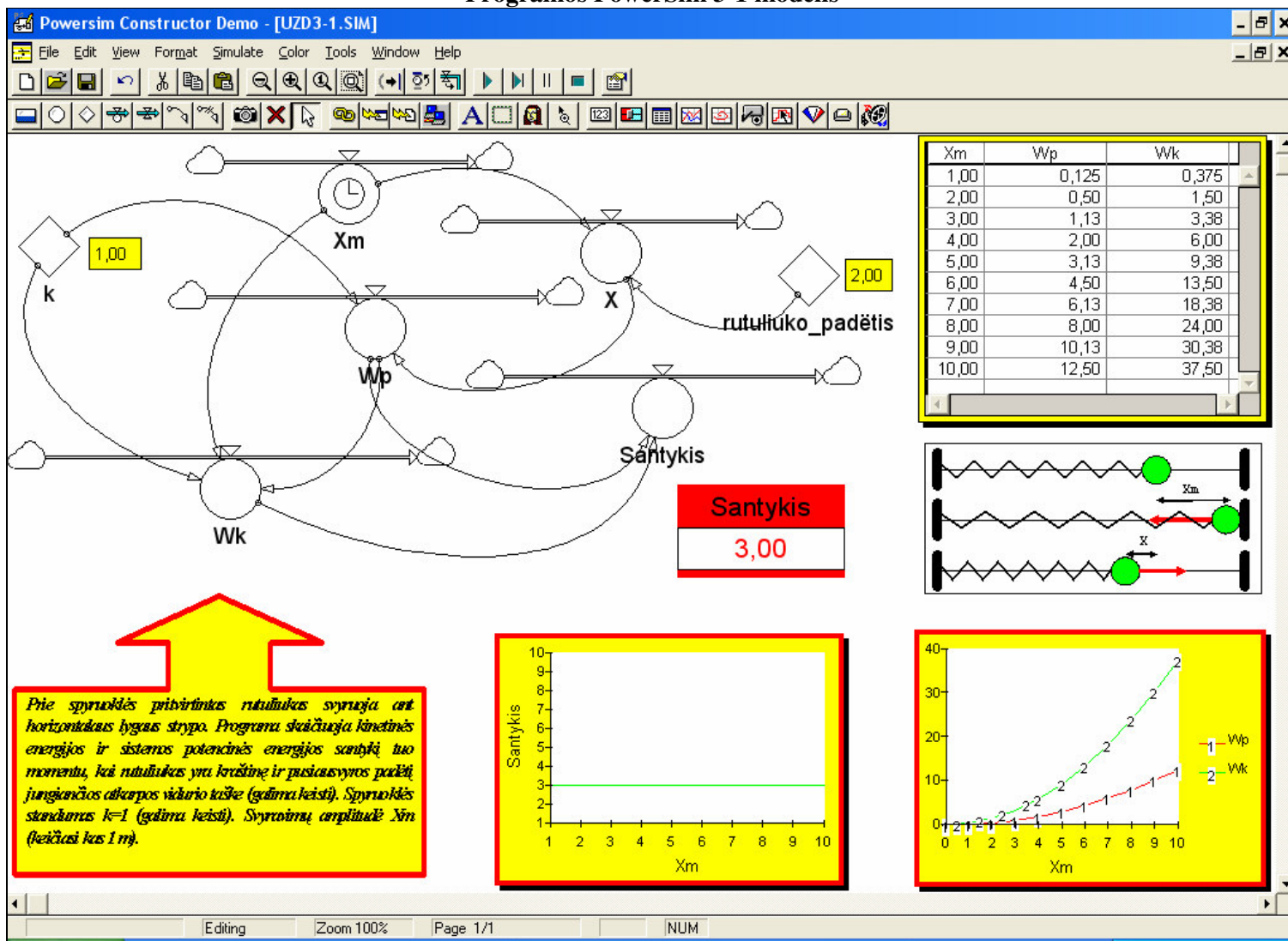




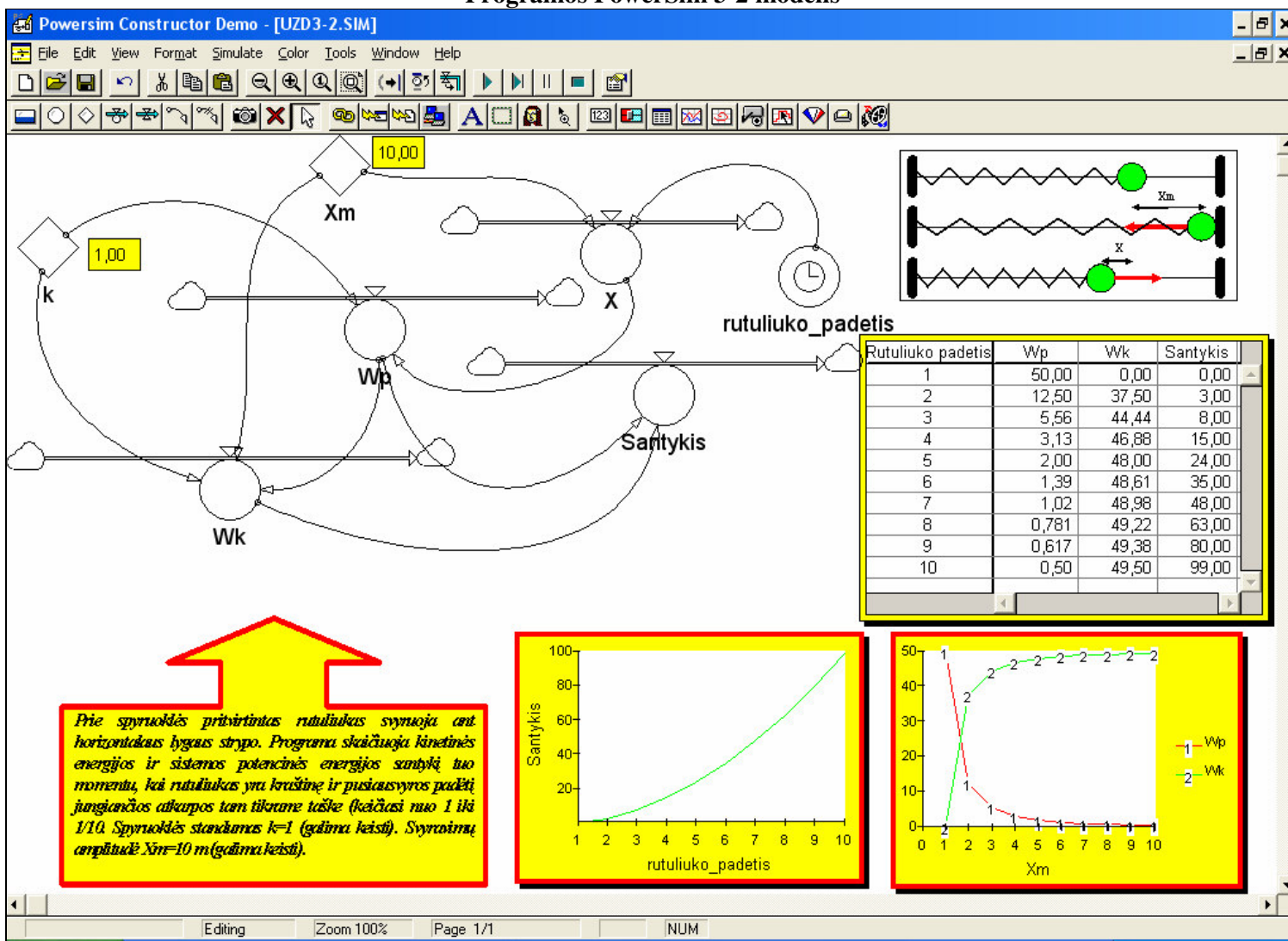
### Programos PowerSim 2-1 ir 2-2 modelis



Programos PowerSim 3-1 modelis

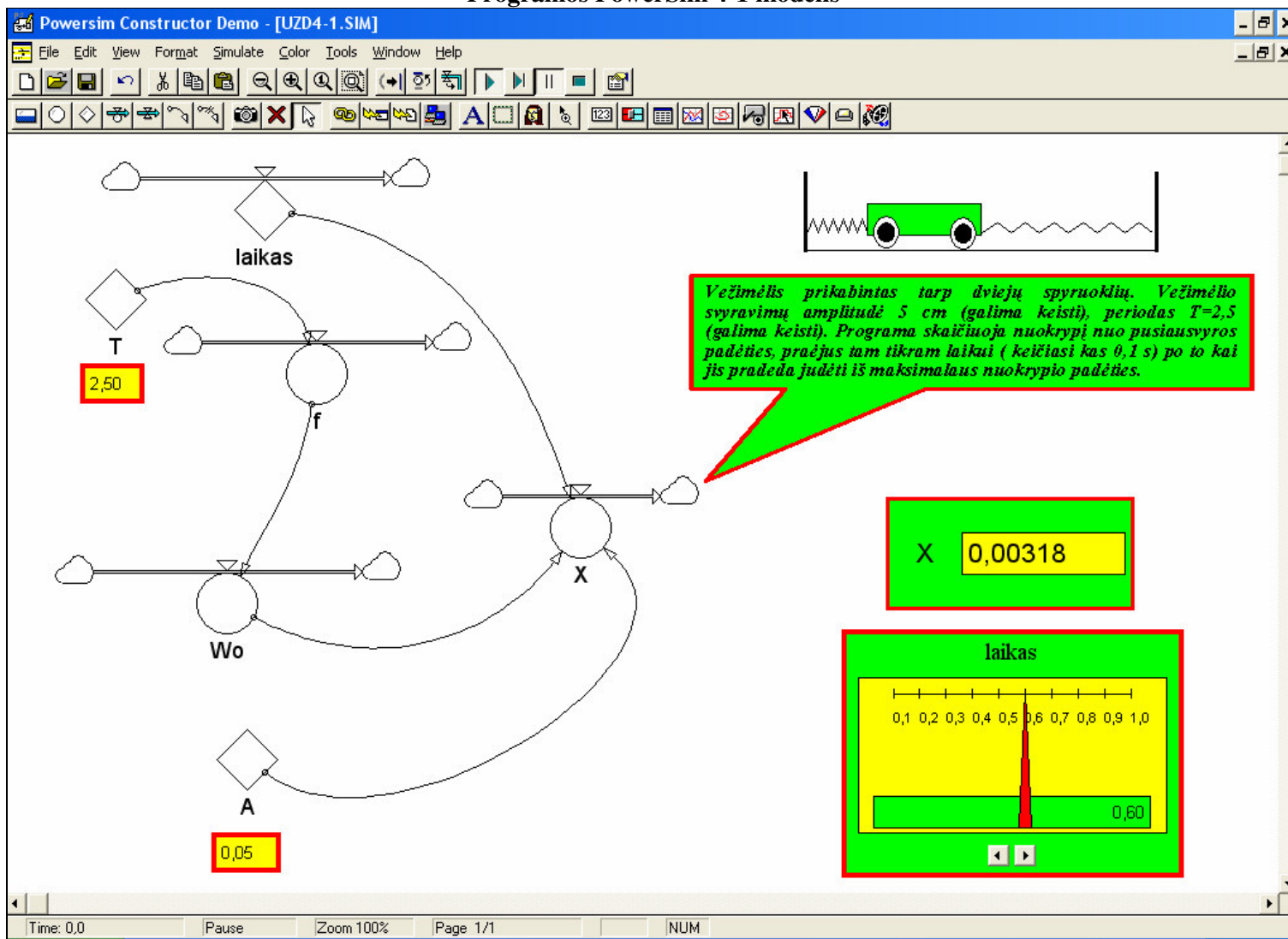


## Programos PowerSim 3-2 modelis



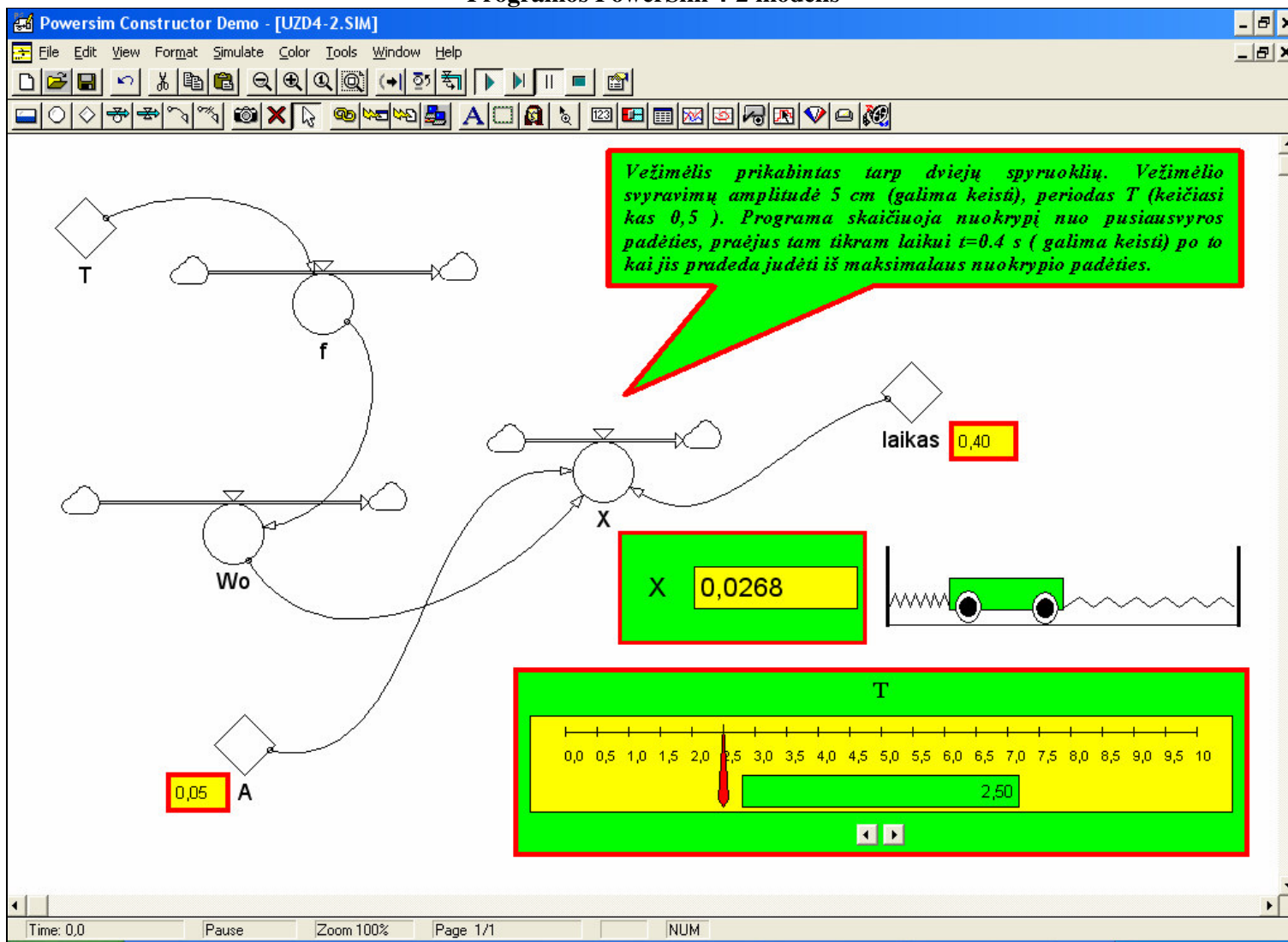


## Programos PowerSim 4-1 modelis





## Programos PowerSim 4-2 modelis



## Programos PowerSim 4-3 modelis

