



K A U N O  
TECHNOLOGIJOS  
UNIVERSITETAS

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
INFORMATIKOS FAKULTETAS  
KOMPIUTERIŲ TINKLŲ KATEDRA**

Vitalija Vitkauskienė

**INTERAKTYVIŲ TECHNOLOGIJŲ  
PANAUDOJIMAS TIESINIŲ NELYGYBIŲ  
SPRENDIMUI**

Magistro darbas

Recenzentas  
Doc. dr. S. Maciulevičius  
2008-05-21

Vadovas  
Prof. R. Plėštys  
2008-05-19

Atliko  
IFT 6 gr. stud.  
V. Vitkauskienė  
2008-05-19

**KAUNAS, 2008**

# USAGE OF INTERACTIVE TECHNOLOGIES FOR SOLVING LINEAR INEQUALITIES

## SUMMARY

Solutions for linear inequalities are taught in the eight form in basic school. But there are still lack of examples that would greatly contribute to pupils' knowledge concerning solving tasks of linear inequalities. Usually they are being taught by explaining algorithm of solution of inequalities.

The most common mistakes pupils face proceed by multiplying or divisioning both sides of inequality with the negative count. Also they face with difficulties expressing inequalities solutions in the linear counts or noting that according interval rules, because intervals are without end and the rest of counts can not be seen by them. One of the biggest problem – text's (problemic) tasks solutions. Even having ability to solve tasks of linear inequalities they are not able to adopt it practically. There are often maddening such mistakes in composing inequalities and writing the solutions. Also they often forget that method of inequality is appointed just to find solution for the text's tasks.

Solution for this problem – creation of interactive measures and applying them in the process of education. Integrated lessons of mathematics and IT are very interesting for the pupils, prompt logical thinking and promote their motivation. Regarding to this problem I created an interactive methodical material, that would greatly contribute to pupils' abilities to understand tasks connected to solving of linear inequalities and its algorithm solutions.

## TURINYS

<b>IVADAS</b> .....	<b>6</b>
<b>1. MATEMATIKOS MOKYMO PAGRINDINĖJE MOKYKLOJE PROBLEMAS</b> .....	<b>8</b>
1.1. Tyrimo tikslas .....	8
1.2. Matematikos mokymo problema.....	8
1.3. Mokymo problemos sprendimo būdai .....	10
1.4. Matematikos mokymas aštuntoje klasėje taikant interaktyvias mokymo priemones .....	11
1.5. Tiesinių nelygybių mokymo situacija .....	12
1.6. Išvados.....	14
<b>2. TIESINIŲ NELYGYBIŲ SAVYBIŲ ĮVERTINIMO ASPEKTAI</b> .....	<b>16</b>
2.1. Nelygybių struktūros ontologija.....	16
2.2. Matematikos programos reikalavimai tiesinių nelygybių mokymui .....	16
2.3. Žinios ir gebėjimai .....	17
2.4. Tiesinių nelygybių savybės.....	17
2.5. Savybių taikymas probleminio uždavinio sprendime.....	18
2.6. Išvados.....	20
<b>3. KOMPIUTERIZUOJAMO UŽDAVINIO SPRENDIMO ANALIZĖ</b> .....	<b>21</b>
3.1. Sprendimo žingsniai .....	21
3.2. Tiesinės nelygybės sprendimo kontekstinis grafas .....	22
3.3. Išvados.....	23
<b>4. MOKOMŲJŲ KOMPIUTERINIŲ PRIEMONIŲ APŽVALGA</b> .....	<b>24</b>
4.1. Programa „MATCH GV“ .....	24
4.2. Programa „GRAFIKAS“ .....	25
4.3. Programa „DINAMINĖ GEOMETRIJA“ .....	26
4.4. Išvados.....	28
<b>5. MOKOMOJI PRIEMONĖ TIESINIŲ NELYGYBIŲ SPRENDIMUI</b> .....	<b>29</b>
5.1. Mokomosios priemonės struktūra, kūrimo tikslas, savybės .....	29
5.2. „TestTool“ panaudojimas žinių patikrinimui.....	31
5.3. Mokomoji priemonė „DELPHI“ programos pagrindu .....	36
<b>6. PRIEMONĖS PANAUDOJIMO UGDYMO PROCESĖ TYRIMAS</b> .....	<b>46</b>
<b>7. DARBO REZULTATAI IR IŠVADOS</b> .....	<b>49</b>
<b>LITERATŪRA</b> .....	<b>50</b>

## LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Klaidų analizės suvestinė	14
--------------------------------------	----

## PAVEIKSLĖLIŲ SĄRAŠAS

1 pav. VIII klasės mokinių bendrieji rezultatai pagal matematikos turinio sritis	9
2 pav. Matematikos kurso struktūra	10
3 pav. Aštuntos klasės matematikos kurso temos	11
4 pav. Mokinių pasiekimų rezultatai 2003 metais	13
5 pav. Mokinių pasiekimų rezultatai 2005 metais	13
6 pav. Ontologijos „Nelygybės“ grafinis vaizdas	16
7 pav. Nelygybių savybės	18
8 pav. Skaičių spindulys	21
9 pav. Kontekstinis grafas	22
10 pav. Programos MathGV pagrindinis langas	25
11 pav. Programos „Grafikas“ pagrindinis langas	26
12 pav. Programos „Dinaminė geometrija“ pagrindinis langas	27
13 pav. Uždavinio realizavimo schema	29
14 pav. Priemonės naudojimo schema.	30
15 pav. Pirmo testo užduoties langas	32
16 pav. Pirmo testo atsakymo langas	33
17 pav. Antro testo užduoties langas	33
18 pav. Antro testo atsakymo langas	34
19 pav. Trečio testo užduoties langas	34
20 pav. Trečio testo atsakymo langas	35
21 pav. Ketvirto testo užduoties langas	35
22 pav. Ketvirto testo atsakymo langas	36
23 pav. Valdymo įvykių iliustracija	37
24 pav. Priemonės struktūra	38
25 pav. Priemonės „Sprendimo priėmimas“ pagrindinis langas	39
26 pav. Praktiškai išspręsto uždavinio langas	40
27 pav. Uždavinio pratybų langas	40
28 pav. Nelygybės sprendimo žingsniai	41
29 pav. Nelygybės sprendimo galimybės	41

30 pav. Nelygybės sprendimo langas	41
31 pav. Nelygybės sprendimo taisyklė	42
32 pav. Nelygybės sprendimo taisyklė	42
33 pav. Nelygybės sprendimo taisyklė	43
34 pav. Sprendinių žymėjimas skaičių tiesėje	43
35 pav. Sprendinių žymėjimas skaičių tiesėje	43
36 pav. Sprendinių žymėjimas skaičių tiesėje	44
37 pav. Sprendinių žymėjimas skaičių tiesėje	44
38 pav. Sprendinių žymėjimas skaičių tiesėje	44
39 pav. Sprendinių žymėjimas skaičių tiesėje	45
40 pav. Klausimo „Ar mokate spręsti tiesines nelygybes?“ rezultatų diagrama	47
41 pav. Klausimo „Kaip mokate spręsti tekstinius uždavinius, kurių sprendimui reikalinga nelygybės sudarymas?“ rezultatų diagrama	47
42 pav. Klausimo „Ar patiko mokomoji priemonė „Sprendimo priėmimas“?“ rezultatų diagrama	48
43 pav. Klausimo „Ar turėjo įtakos jūsų žinioms mokomoji priemonė „Sprendimo priėmimas“?“ rezultatų diagrama	48

## IVADAS

Šiuolaikinės mokyklinės matematikos žinios suvokiamos ne tik kaip faktai, sąvokos, teoremos ar standartiniai algoritmai, bet ir kaip geros matematikos supratimas. Žinios yra tikrai vertingos ir veiksmingos tik tuomet, jei mokinys jas supranta, geba interpretuoti ir taikyti, jei suvokia, kodėl mokosi matematikos, jei žinias susieja su praktika. Didėjant informacijos kiekiui ir tobulėjant informacinėms technologijoms vis svarbiau darosi ne tik įsiminti gausybę faktų, kiek atpažinti matematinės situacijas ir jas pritaikyti praktikoje [2].

Vadovaujantis bendrosiomis programomis ir išsilavinimo standartais tiesinių nelygybių sprendimo pradeda mokytis penktoje klasėje, tačiau mokiniams reikia tik patikrinti ar skaičius yra paprasčiausios nelygybės sprendinys. Tačiau nelygybę spręsti vaikas pradeda jau tuomet, kai suvokia jį supantį pasaulį.

Pagrindinio ugdymo programoje išsamiai tiesinių nelygybių sprendimo mokoma ir analizuojama aštuntoje klasėje. Tačiau nėra pakankamai vaizdžių priemonių, kurios padėtų mokiniams geriau įsisavinti ir suvokti nelygybių sprendimą. Jas dažniausiai mokoma aiškinant nelygybių sprendimo algoritmą. Nors su tiesinių nelygybių sprendimu jau būna susipažinę, tačiau vis tiek iškyla didelių problemų. Mokiniai dažniausiai daro klaidas pritaikydami nelygybių savybes dauginant ar dalijant nelygybės abi puses iš neigiamo skaičiaus. Taip pat mokiniams sunku pavaizduoti nelygybės sprendinius skaičių tiesėje ar užrašyti intervalu, nes intervalai iki begalybės nėra realiai matomi. Didžiausia problema – tekstinių (probleminių) uždavinių sprendimas. Mokiniai, mokėdami spręsti tiesines nelygybes, nesugeba žinių pritaikyti praktikoje. Dažnai daromos klaidos nelygybių sudaryme bei sprendinių užrašyme. Pamištama, kad sprendžiama nelygybė yra tik būdas surasti tekstinio uždavinio sprendiniams.

Vienas iš matematikos mokytojo tikslų – ugdyti gebėjimą matematiškai tirti problemas, rasti racionalius jų sprendimus (nagrinėti probleminę situaciją, formuluoti problemas, aiškinti jos esmę, rasti sprendimo būdą, jį realizuoti, numatyti galimus vienokio ar kitokio būdo pritaikymo rezultatus) [2].

Siekiant įgyvendinti šį tikslą, parengta kompiuterinė priemonė probleminio uždavinio sprendimui.

Darbo tikslas – ištirti matematikos mokymo problemas ir sukurti interaktyvią mokymo priemonę, kuri padėtų mokiniams aiškiai suprasti tiesinių nelygybių sprendimo algoritmą.

Darbo uždaviniai:

- a) apžvelgti matematikos mokymo situaciją pagrindinėje mokykloje;

- b) išanalizuoti nelygybių savybes ir jų taikymą probleminių uždavinių sprendime;
- c) parengti kuriamos priemonės projektą;
- d) sukurti priemonę nelygybių sprendimo vaizdavimui;
- e) išbandyti interaktyvią priemonę matematikos pamokoje.

# 1. MATEMATIKOS MOKYMO PAGRINDINĖJE MOKYKLOJE PROBLEMOS

## 1.1. Tyrimo tikslas

Tyrimo tikslas – apžvelgti matematikos mokymo privalumus ir trūkumus šiandieninėje pagrindinėje mokykloje, įvardinti problemas, pateikti problemos sprendimo metodus; apžvelgti nelygybių mokymo metodiką, susidariusias problemas; pateikti problemos sprendimo būdus ir priemones.

## 1.2. Matematikos mokymo problema

Matematika – sudėtinga ir daugiaplanė žmogaus intelektualios veiklos sritis [2].  
Matematika yra:

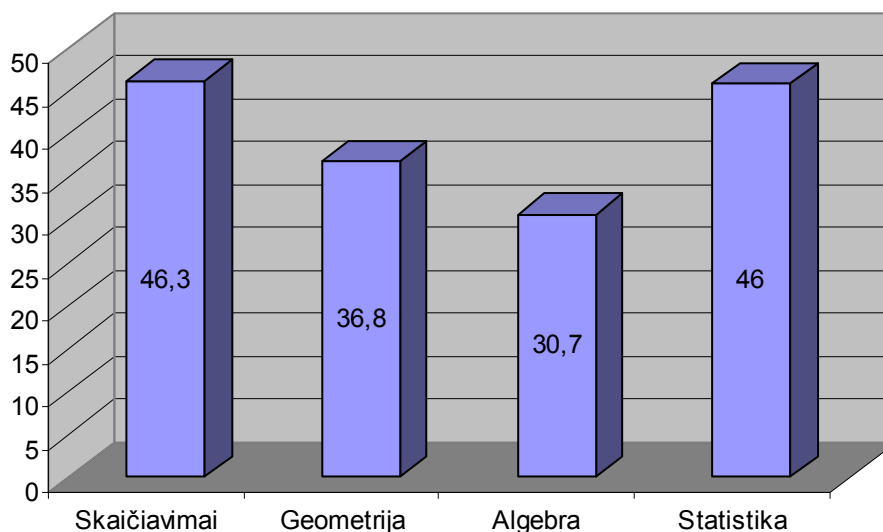
- mokslo, technologijų ir kasdienio žmogaus gyvenimo įrankis;
- patirties analizės įrankis;
- svarbi bendrosios žmonijos kultūros dalis, kultūros šaltinis;
- sudėtinė šiuolaikinė bendravimo kalbos dalis, naudojama perduoti tiksliai informacijai.

Matematinių uždavinių sprendimas turi tobulinti racionalaus mąstymo, minčių reiškimo, intuicijos įgūdžius. Taip pat būtina nuolat pabrėžti matematikos praktinę vertę. Mokyklinis matematinis švietimas turi garantuoti, kad mokiniai sąmoningai ir tvirtai įsisavintų sistemą praktinių matematinių žinių ir įgūdžių, būtinų kasdieniniame gyvenime bei pakankamų tiek gretimų dalykų mokymuisi, tiek tolimesnėms studijoms ar darbinei veiklai [2].

Analizuojant 2003 ir 2005 metų nacionalinius mokinių pasiekimų tyrimus buvo pastebėta, kad mokiniams sunkiau sekėsi spręsti sąlyginio turinio uždavinius nei nesąlyginio. Nors algebros uždavinius mokiniai pradeda spręsti jau pradinėse klasėse ir toliau tęsia aukštesnėse klasėse, tačiau tyrimo rezultatai rodo, kad abstraktaus mąstymo reikalaujanti sritis mokiniams sunkiausiai sekasi. „Tai paneigė paplitusią nuomonę, jog realaus turinio uždaviniai turėtų būti lengviau sprendžiami, nes jie artimesni mokinio kasdienei patirčiai“ [7]. Algebros, funkcijos ir sąryšio srities uždavinius tik apie 30% tyrimuose dalyvavusių mokinių sprendė teisingai. Mokiniams reikėjo apskaičiuoti algebrinio reiškinio reikšmę, išspręsti nesudėtingą nelygybę. Žodinių uždavinių sprendimo analizė parodė, kad gana rimta problema – klaidingo veiksmo pasirinkimas, veiksmų eilės painiojimas.



Analizuojant 2005 metų nacionalinius mokinių pasiekimų tyrimus pagal matematikos ugdymo turinio sritis, pastebėta, kad mokiniams sunkiausiai sekėsi algebros srities uždaviniai (1 pav.), nors dauguma buvo vieno ar dviejų sprendimo žingsnių.



*1 pav. VIII klasės mokinių bendrieji rezultatai pagal matematikos turinio sritis (testo taškai %)*

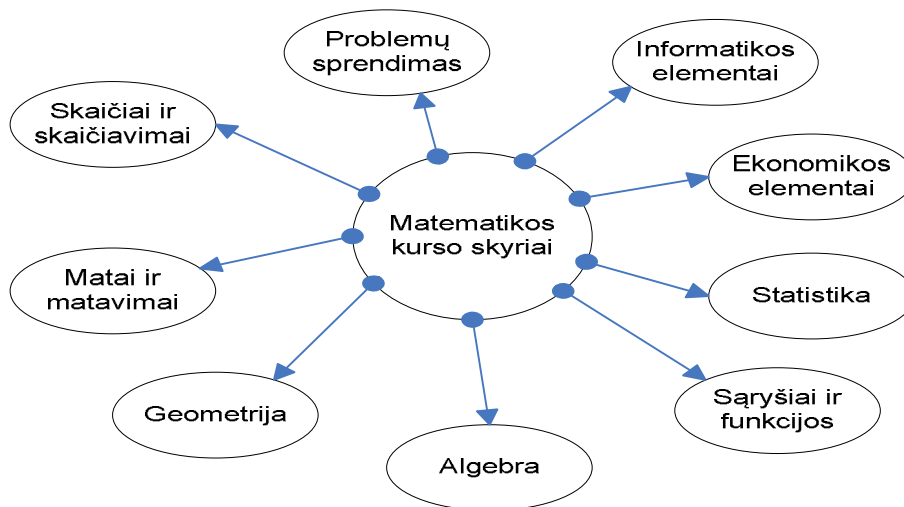
2005 metų nacionalinius mokinių pasiekimų tyrimuose pastebėta, kad mokinių procedūriniai įgūdžiai nėra pakankami, todėl žodinius uždavinius, kuriems išspręsti reikia taikyti lygties ar nelygybės modelį, mokiniai sprendžia sunkiai[8].

Remiantis užsienio šalių patirtimi, efektyviausias problemos sprendimo būdas – integruoto ugdymo proceso organizavimas. Šiandieninėje pagrindinėje mokykloje labai svarbu ugdyti sąmoningą, atvirą naujoms technologijoms, gebantį žinias sieti su praktika žmogų. Matematika – svarbus gamtos mokslų ir technologijų įrankis.

Tobulėjant informacinėms technologijoms, matematiniai metodai vis dažniau taikomi fiziniuose, humanitariniuose ir visuomenės moksluose. Matematinų žinių, matematinų metodų ir matematikos mokymo reikšmė ypač išaugo kuriantis informacinei visuomenei. Daugeliu atvejų matematika atlieka universalios mokslo kalbos funkciją [3].

Organizuojant ugdymą pagrindinėje mokykloje, didelis dėmesys skiriamas integruoto ugdymo proceso organizavimui. Mokinys turi suprasti ne tik kiekvieno mokomojo dalyko esminius aspektus, bet mokėti juos taikyti praktikoje ir sieti su gyvenimiškų problemų sprendimu. Įvairių dalykų mokytojai turi sudaryti situacijas ir problemas, kurioms išspręsti prireiktų bendro ar grupinio moksleivių darbo, gebėjimo naudotis technika (ypač kompiuteriu), atlikti tyrimus, matematiškai modeliuoti susidariusias situacijas, o ne vien mechaniškai taikyti žinias.

Pradinės ir pagrindinės mokyklinės matematikos mokymo turinys sudaro bazinį matematikos kursą [2]. Šis kursas patogumo dėlei yra suskirstytas į pagrindinius devynis skyrius, kurie pavaizduoti 2 paveiksle.



2 pav. Matematikos kurso struktūra

### 1.3. Mokymo problemos sprendimo būdai

Skatinant aktyvų integruotą ugdymo proceso organizavimą, tikslinga mokiniams parodyti, kaip kituose dalykuose ar realiame pasaulyje iškilusios probleminės situacijos atsispindi matematikoje. Pvz., radioaktyvusis skilimas, populiacijų augimas, archeologinių radinių amžiaus nustatymas modeliuojami rodiklinėmis funkcijomis, kurių savybės nagrinėjamos matematikoje; problemos, iškilusios Niutonui ir Leibnicui, nustatant momentinį greitį ir kreivės liestinės krypties koeficientą, paskatino funkcijos išvestinės sąvokos suformulavimą ir funkcijų savybių tyrimus. Matematikos metodų universalumas geriausiai išryškėja, kai jie taikomi kitų dalykų uždaviniams (problemoms) spręsti. Fizikoje, informatikoje, ekonomikoje, biologijoje, chemijoje, geografijoje ir kituose mokomuosiuose dalykuose vartojamos tos pačios matematinės sąvokos ir operacijos, jų savybės, tik taikymo kontekstas yra skirtingas [3]. Matematikos ir kitų dalykų mokytojai turi kartu aptarti, kaip jie pateiks medžiagą savo dalyko pamokose, kaip atskleis moksleiviams ryšius tarp metodų ir sąvokų, apibrėžimo, taikymo, interpretavimo įvairiuose moksluose. Kartais mokytojai gali kartu išaiškinti naują sąvoką ar išmokyti naujo sprendimo būdo.

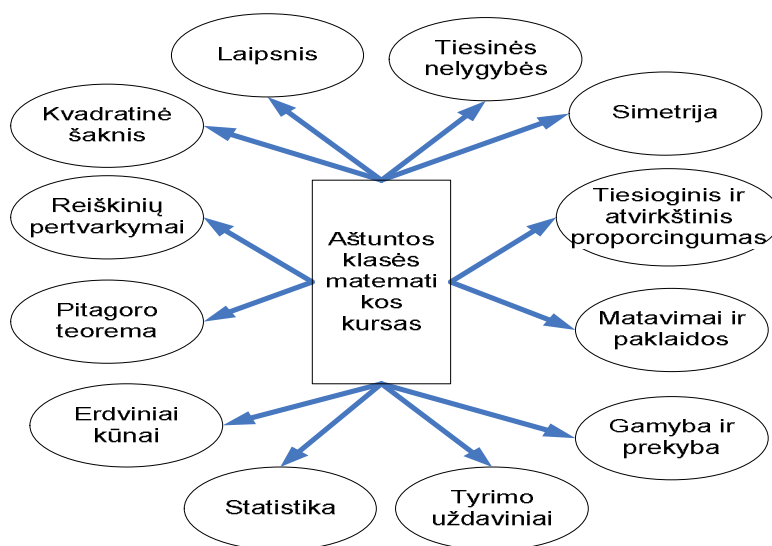
Integruotas ugdymas suteikia daugiau galimybių mokinio fizinėms, intelektinėms ir meninėms savybėms tobulinti, siekti darbo kokybės, kad ugdytinis išmoktų analizuoti savo veiksmus, pamatuoti galimybes, imtųsi savikūros, tinkamai pasirengtų būsimai profesijai ir gyvenimo netikėtumams.

Labai panašios ir integralios matematikos ir informacinių technologijų didaktinės nuostatos, todėl šiuos du mokomuosius dalykus galima efektyviai panaudoti mokinių integruotam ugdymui. Juo labiau, kad tyrimais įrodyta jog informacija mūsų smegenis pasiekia akimis (87 %), ausimis (9 %) ir kitomis jauslėmis (4 %) .

Matematikos mokytojai, siekiančiam mokiniams sukurti gerą aplinką, turėtų rūpėti naujos informacinės priemonės, be kurių neįmanoma demonstruoti sudėtingesnių dalykų, organizuoti įgūdžių automatizavimo [1].

#### 1.4. Matematikos mokymas aštuntoje klasėje taikant interaktyvias mokymo priemones

Aštuntos klasės matematikos kursą sudaro 12 temų pavaizduotų 3 pav. Analizuojant šiame kurse pateiktą teorinę medžiagą, mokomuosius pratimus bei mokomasias kompiuterines priemones, pastebėta, kad trūksta interaktyvių mokomųjų užduočių, žaidybinių mokymosi elementų, kurie skatintų mokinių mokymosi motyvaciją, sąlygotų aukštesnį suvokimo lygį.



3 pav. Aštuntos klasės matematikos kurso temos

Internetiniame puslapyje [www.emokykla.lt](http://www.emokykla.lt) yra siūloma įvairių mokomųjų interaktyvių kompiuterinių priemonių, kurios naudojamos ugdymo proceso pajavirinimui, motyvacijos skatinimui, temų vaizdžiam įsisavinimui. Šioje svetainėje matematikos mokymui aštuntoje klasėje siūlomos interaktyvios kompiuterinės priemonės:

- 1) Autograph 2.0 – dinaminė programa tinkanti grafikų, koordinačių geometrijos, statistikos ir tikimybių atvaizdavimui. Grafikų skyrius turi keturis pagrindinius objektų tipus: lygtys, koordinačių taškai, grupės, dvalenčių duomenų aibė. Statistikos ir tikimybių skyriuje naudojami grupiniai duomenys;
- 2) Everyday Mathematics - priemonė skirta matematikos mokymuisi. Joje yra pateikti septyni skirtingi kursai: aritmetika, algebra, galimybės, statistika, geometrija ir

trigonometrija. Kiekvienas kursas susideda iš modulių, kurių kiekvienas apima 10 skirtingų uždavinių. Šią priemonę sudaro:

- a) interaktyvi kompiuterizuota aplinka; aritmetikos pagrindai (veiksmai su dešimtainėmis trupmenomis ir procentais); apytikrės reikšmės (svorio, vidurkio, kiekio, garso, pinigų);
  - b) matavimo vienetai (ilgio, paviršiaus, garso, svorio, temperatūros, greičio) ir jų vertimas iš vienos matavimo sistemos į kitą; skaičiai su ženklais (ženklai, absoliuti reikšmė, trupmenos su skirtingais ženklais);
  - c) grafikai, diagramos ir lentelės; porcijos ir proporcijos; laipsniai ir šaknys;
  - d) linijos ir kampai (atkarpos, diametras, spindulys, kampų suma, paralelios ir stačios linijos);
  - e) dviejų matmenų figūros (perimetro paskaičiavimas, paviršiaus plotas);
  - f) paaiškinamas kiekvienas problemos sprendimo žingsnis; mokytojo vadovavimo sistema ir mokytojo gidas;
  - g) pagalba.
- 3) Grafikas - šia programa pravartu pasinaudoti nagrinėjant tas matematikos temas, kurios susijusios su funkcijų grafikų braižymu ar grafiniu sprendimo metodu, pvz.: funkcijų grafikai, funkcijos grafiko transformacijos, funkcijos savybės; lygtys ir nelygybės, kai kurių lygčių ar nelygybių sistemos;
- 4) Mopi – Math King 1.2 – priemonė skirta matematikos mokymui 7-9 klasėse. Joje pateikiama 2600 uždavinių, kuriuos galima atnaujinti ir keisti. Mokiniai gali būti registruojami. Taip pat yra galimybė kurti savo užduotis, pridėti paveikslėlius, animaciją, įgarsinimą, atspausdinti užduotis popieriuje.

Daugiausiai galima rasti geometrijos temoms pritaikytų kompiuterinių priemonių. Tačiau galima pritaikyti ir kitoms temoms grafikų brėžimą. Šios kompiuterinės priemonės perkamos.

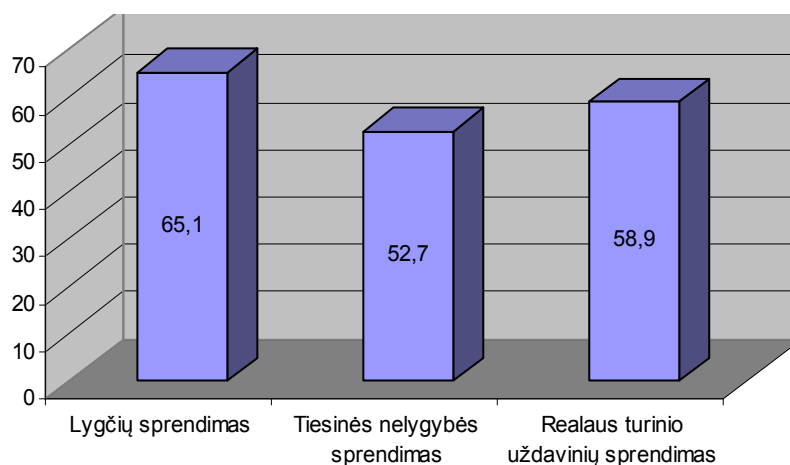
### ***1.5. Tiesinių nelygybių mokymo situacija***

Nelygybes spręsti vaikas pradeda tuomet, kai lygina didesnis – mažesnis, geresnis – blogesnis ir t.t.. Pagrindinėje mokykloje nelygybių sprendimas prasideda penktoje klasėje, skyriuje “Nelygybės”. Čia mokiniai supažindinami su paprasčiausių nelygybių sprendimo algoritmu. Jiems reikia atspėti duotos nelygybės sprendinį. Jau tuomet atsiranda problema, kuomet nelygybė turi be galo daug sprendinių. Tada sudėtinga juos išvardinti ir pavaizduoti.

Pagrindinio ugdymo programoje išsamiausiai nelygybių sprendimo mokoma ir analizuojama aštuntoje klasėje. Nors su tiesinių nelygybių sprendimu jau būna susipažinę,

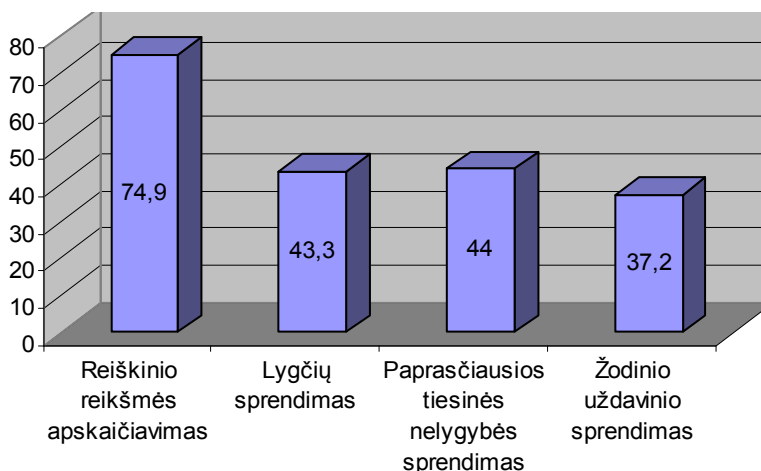
tačiau vis tiek iškyla didelių problemų. Mokiniai dažniausiai daro klaidas pritaikydami nelygybių savybes dauginant ar dalijant nelygybės abi puses iš neigiamo skaičiaus. Taip pat mokiniams sunku pavaizduoti nelygybės sprendinius skaičių tiesėje ar užrašyti intervalu, nes intervalai iki begalybės nėra realiai matomi. Tai nėra baigtinė skaičių aibė.

2003 metų nacionalinių mokinių pasiekimų tyrimų dalykinėje ataskaitoje (4 pav.) teigiama, kad tiesinę lygtį išsprendė teisingai apie 65,1 % aštuntokų, pateikus mokiniams paprasčiausią nelygybę (pvz.,  $5x - 5 < 8$ ) uždavinyje su pasirenkamuoju atsakymu teisingai išsprendė apie pusė aštuntokų (52,7 %). Didžiausia problema – tekstinių uždavinių sprendimas. Realus turinio uždavinius, kuriems spręsti galima sudaryti lygtį arba nelygybę, teisingai sprendė nuo 4,6 % iki 58,9 % aštuntokų.



4 pav. Mokinių pasiekimų rezultatai 2003 metais

2005 metų nacionalinių mokinių pasiekimų tyrimų dalykinėje ataskaitoje (5 pav.) teigiama, kad geriausiai mokiniams sekėsi reiškinio reikšmės apskaičiavimas, o sunkiausiai – realaus turinio uždavinių, kuriems reikia taikyti lygties ar nelygybės sprendimo modelį, sprendimas. Paprasčiausią tiesinę nelygybę teisingai išsprendė 44 % aštuntokų.



5 pav. Mokinių pasiekimų rezultatai 2005 metais

Mokiniai, mokėdami spręsti tiesines nelygybes, nesugeba žinių pritaikyti praktikoje. Dažnai daroma klaidų sudarant nelygybes bei užrašant sprendinius. Labai dažnai pamirštama, kad sprendžiama nelygybė yra tik būdas surasti tekstinio uždavinio sprendiniams.

Norint išsiaiškinti kas mokiniams sunkiausiai sekasi, nagrinėjant šią matematikos temą bei dažniausiai daromas klaidas, sprendžiant uždavinius, atlikta trijų mokyklų aštuntokų darbų analizę. Buvo pateikta spręsti tuos pačius nelygybių uždavinius. Taisant darbus, analizuojant daromas klaidas, sudaryta, žemiau pateikta, klaidų analizės 1 lentelė.

1 lentelė. Klaidų analizės suvestinė

Tiesinės nelygybės sprendimo žingsniai	Nelygybės sprendimo algoritmas	Nelygybių savybių taikymas			Sprendinių žymėjimas skaičių tiesėje	Sprendinių intervalo užrašymas
		Prie abiejų nelygybės pusių pridėti (atimti) skaičių	Abi nelygybės puse padauginti (padalinti) iš teigiamojo skaičiaus	Abi nelygybės puses padauginti (padalinti) iš neigiamojo skaičiaus		
Daromos klaidos	Aritmetinės klaidos pritaikant reiškinių prastinimo taisykles	Daromos tik neatidumo klaidos (neteisingas skaičiaus ženklas)	Daromos tik neatidumo klaidos (veiksmuose su trupmenomis)	Padauginę, nepakeičia nelygybės ženklo	Daro klaidas kai reiki pažymėti nelygybių sistemų sprendinius	Daro klaidas parinkdami intervalo skliaustus (tekstiniais uždaviniams – neteisingai nurodo sprendinių aibę)
Kaip dažnai pasitaiko klaidos	Dažnai	Retai	Retai	Ypač dažnai	Dažnai	Ypač dažnai

### 1.6. Išvados

Analizuojant 2003 ir 2005 metų nacionalinius mokinių pasiekimų tyrimus, pastebima, kad visoms matematikos turinio sritims būdinga problema – daug mokinių atlikdami testą nesprendžia žodinių uždavinių, o juos sprendžiantys patiria sunkumų užrašydami sprendimus.

Pagrindinės mokyklos aštuntoje klasėje, nagrinėjant tiesinių nelygybių sprendimą, dažnai daromos klaidos taikant nelygybių savybes, t.y. dauginant ir dalijant abi puses iš neigiamo skaičiaus. Taip pat sunkai sekasi pavaizduoti sprendinius skaičių spindulyje bei užrašyti nelygybių sprendinius skaičių intervalu (nesuvokiama kada intervalas uždaras, kada

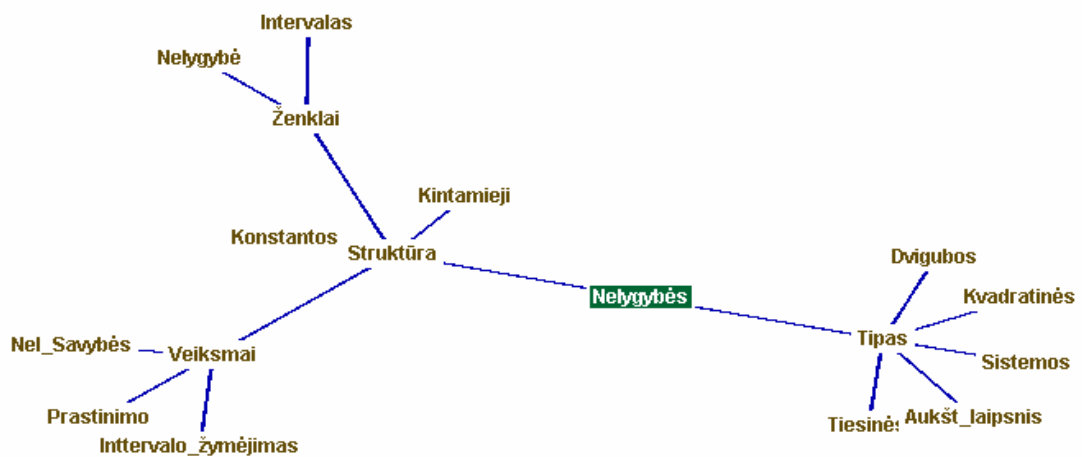
atviras). Šios problemos sprendimas – interaktyvių priemonių kūrimas ir panaudojimas ugdymo procese. Integruotos matematikos ir informacinių technologijų pamokos mokiniams įdomios, skatina loginį mąstymą bei motyvaciją. Todėl atsižvelgiant į mokinių daromų klaidų analizę bei ieškant efektyvaus sprendimo būdo, suformuluotas darbo tikslas - parengti interaktyvią mokymo priemonę, kuri padėtų mokiniams aiškiai suprasti tiesinių nelygybių sprendimo algoritmą. Jį įgyvendinant, parengta interaktyvi priemonė probleminio uždavinio vaizdžiam sprendimui.

## 2. TIESINIŲ NELYGYBIŲ SAVYBIŲ ĮVERTINIMO ASPEKTAI

### 2.1. Nelygybių struktūros ontologija

Ontologijos naudojamos kuriant dirbtinį intelektą, semantiniuose tinkluose, programų inžinerijoje, informacijos architektūroje. Informacinėse technologijose ontologija yra veikiantis konkrečios žinių srities modelis, sudarytas iš esybių ir sąryšių tarp jų. Dirbtinio intelekto srityje ontologija laikoma konceptualizacijų specifikacija, kuri padeda programoms ir žmonėms dalintis žiniomis.

Susipažinus su ontologijų kūrimo technologijomis ir jų taikymo galimybėmis sudaryta nelygybių struktūros ontologiją su Protégé 3.2.1 įrankiu. Nelygybėje svarbu jos struktūra ir nelygybės tipas. Pagrindinėje mokykloje mokoma spręsti tiesines, dvigubas tiesines, kvadratinės nelygybes bei jų sistemas ir supažindinama su aukštesnio laipsnio nelygybių sprendimu. Nelygybių struktūrą sudaro kintamieji, nelygybių ženklai. Nuo nelygybės struktūros priklauso veiksmų eiga. Ontologijos „Nelygybės“ grafinis vaizdas pateikiamas 6 pav.



6 pav. Ontologijos „Nelygybės“ grafinis vaizdas

### 2.2. Matematikos programos reikalavimai tiesinių nelygybių mokymui

Minimalūs reikalavimai:

- Suprasti sąvokas: nelygybė, nelygybės sprendinys.
- Turėti supratimą apie grafinį nelygybių sistemų sprendimo būdą ir gebėti jį taikyti paprastiems uždaviniams spręsti.



### Pagrindiniai reikalavimai:

- Suprasti sąvoką ekvivalenčios nelygybės.
- Mokėti taikyti grafinį nelygybių sprendimo būdą.

### Aukštesni reikalavimai:

- Mokėti paaiškinti sąvokas: nelygybė, nelygybės sprendinys, ekvivalenčios nelygybės ir gebėti jomis naudotis argumentuojant uždavinių sprendimus.
- Taikyti pagrindines nelygybių ekvivalentumo savybes uždaviniams spręsti.

### **2.3. Žinios ir gebėjimai**

- Paprastų tiesinių nelygybių su vienu kintamuoju sprendimas;
- Nelygybių savybių taikymas;
- Ekvivalenčių nelygybių sudarymas;
- Grafiko brėžimas;
- Sprendinių vaizdavimas;
- Sprendinių intervalo užrašymas.

### **2.4. Tiesinių nelygybių savybės**

Pradedant dėstyti temą „Tiesinės nelygybės“, pirmiausiai mokiniai supažindinami su pagrindinėmis sąvokomis, o tiesinės nelygybės sprendžiamos naudojantis tiesinių lygčių sprendimo algoritmu. Tiesinė nelygybė – kas tai?

Sąryšiai  $f(x) > g(x)$ ,  $f(x) < g(x)$ ,  $f(x) \geq g(x)$ ,  $f(x) \leq g(x)$  yra nelygybės su vienu kintamuoju  $x$ ; čia  $f(x)$  ir  $g(x)$  - reiškiniai su vienu kintamuoju  $x$ .

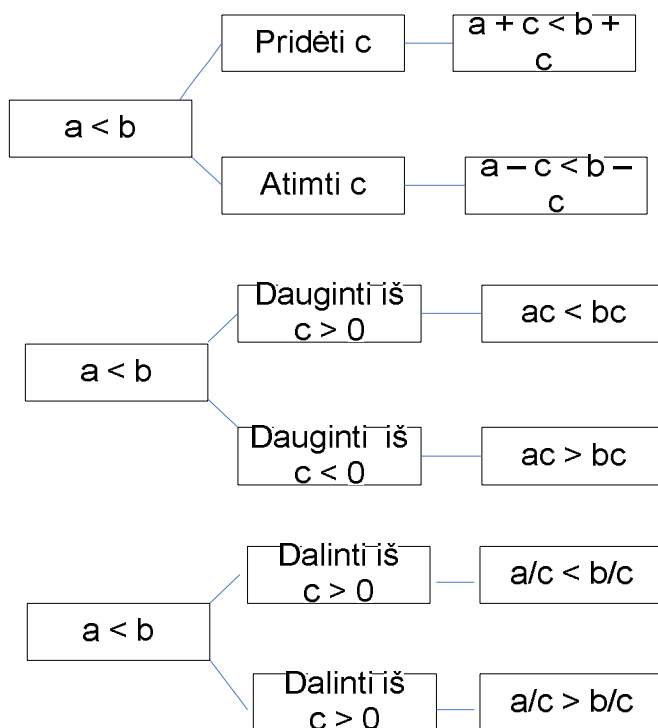
Nelygybės sprendiniu vadinama kintamojo reikšmė, kuri nelygybę paverčia teisinga skaitine nelygybe. Išspręsti tiesinę nelygybę – reiškia rasti visus jos sprendinius arba įrodyti, kad duotoji nelygybė sprendinių neturi. Sprendžiant tiesines nelygybes, dažniausiai daromos klaidos taikant nelygybių savybes. Šios savybės yra panašios kaip ir tiesinių lygčių sprendimui naudojamos taisyklės, tačiau svarbiausia iš jų yra nelygybės daugyba arba dalyba iš neigiamo skaičiaus. Taikydami šią savybę, mokiniai dažniausiai daro klaidas nepakeisdami nelygybės ženklo priešingu.

4 pav. pavaizduotos nelygybių savybės:

- 1) prie teisingos skaitinės nelygybės abiejų pusių pridėję (arba atėmę) tą patį skaičių, gauname teisingą nelygybę.

- 2) teisingos skaitinės nelygybės abi puses padauginę (ar padaliję) iš to paties teigiamojo skaičiaus, gauname teisingą nelygybę.
- 3) teisingos skaitinės nelygybės abi puses dauginant (arba dalijant) iš to paties neigiamojo skaičiaus, nelygybės ženklas keičiasi priešingu.

Nelygybių savybės pavaizduotos 7 pav.:



7 pav. Nelygybių savybės

## 2.5. Savybių taikymas probleminio uždavinio sprendime

### 2.5.1. Situacijos analizė

Siekiant įgyvendinti suformuotus tikslus ir uždavinius, parinkta trys probleminiai uždaviniai, kurie pavadinti „Sprendimo priėmimas“, „Kainos parinkimas“ bei „Pastangų skaičiavimas“. Šie uždaviniai yra susiję su praktika, paprasti ir lengvai sprendžiami. Taip pat jų sprendimui reikalinga sudaryti tiesines nelygybes, kurias sprendžiant panaudojamos nelygybių sprendimo savybės.

### 2.5.2. Uždavinio „Sprendimo priėmimas“ analizė

Kasdien draugai kartu eina į treniruotę, bet Onutė nuolat vėluoja į susitikimo vietą. Todėl draugai nusprendė kovoti su šiuo įpročiu ir pasakė, kad kaskart, kai ateis laiku, ji gaus

po 0,5 Lt, o kaskart, kai pavėluos pati turės duoti penkiskart daugiau. Onutė nusprendė suskaičiuoti, kiek kartų per 30 dienų ji gali pavėluoti, kad nepatirtų nuostolio. Tai kiek gi kartų Onutė gali vėluoti?

**Sprendimas:**

Sakykime, kad Onutė gali sau leisti vėluoti  $x$  dienų. Tada ji ateis laiku  $(30-x)$  dienų. Už dienas, kurias Onutė ateis laiku, draugai jai sumokės 0,5  $(30-x)$  Lt. Už vėlavimo dienas Onutė draugams turės sumokėti 2,5 $x$  Lt. Norėdami atsakyti į klausimą kada Onutė nepatirs nuostolio, sudarome nelygybę.

$$0,5(30-x) - 2,5x \geq 0$$

**Uždavinyje panaudota:**

- 1) skliaustai;
- 2) narių perkėlimas iš vienos pusės į kitą;
- 3) dalyba iš neigiamo skaičiaus.

**Sąlygą galima pratęsti:**

Išgirdusi apie šį susitarimą ir žinodama dukros būdą, Onutės mama iš karto mergaitei davė 20 Lt. Dėl ko šioji labai apsidžiaugė, nes buvo mačiusi parduotuvėje jai patinkantį žiedelį už 22,4 Lt. Kiek dabar ji gali sau leisti dienų vėluoti, kad po mėnesio galėtų nusipirkti patikusį papuošalą?

Pagal uždavinio sąlygą nelygybė papildoma pastoviu dydžiu:

$$0,5(30-x) - 2,5x \geq 22,4 - 20$$

**Uždavinyje panaudota:**

- 1) skliaustai;
- 2) narių perkėlimas iš vienos pusės į kitą;
- 3) dalyba iš neigiamo skaičiaus;
- 4) pastovūs dydžiai.

**2.5.3. Uždavinio „Kainos parinkimas“ analizė**

Bandelė kainuoja  $x$  Lt, sultys 1,2 Lt brangiau. Kokios kainos neturėtų viršyti bandelės kaina, kad Tomukas nusipirktų 5 bandeles ir 2 stiklines sulčių ir jam iš 8 Lt liktų dar gražos?

$$5x + 2(1,2+x) < 8$$

**Uždavinyje panaudota:**

- 1) skliaustai;
- 2) narių perkėlimas iš vienos pusės į kitą;
- 3) dalyba iš teigiamo skaičiaus.

#### 2.5.4. Uždavinio „Pastangų skaičiavimas“ analizė

Testo kiekviena užduotis vertinama 3 balais. Mantas tikisi gauti nemažiau 5, bet, kad tai atsitiktų, jis turi surinkti 36 arba daugiau taškų. Berniukas žino, kad kaskart atlikdamas užduotis padaro neatidumo klaidų, todėl praranda ketvirtį surinktų taškų. Kiek mažiausiai užduočių reikia išspręsti Mantui, kad pasiteisintų jo lūkesčiai?

##### Sprendimas:

Sakykime, kad Mantas teisingai tikisi išspręsti  $x$  užduočių. Tada jis surinks  $3x$  balų, bet atsižvelgiant į tai, kad Mantas gali padaryti neatidumo klaidų reikia atimti  $\frac{3x}{4}$  taškų.

**Sudarome nelybę:**  $3x - \frac{3x}{4} \geq 36$

- Uždavinyje panaudota:**
- 1) trupmena (dažnai painiojama su racionalia nelygybe);
  - 2) daugyba iš teigiamo skaičiaus;
  - 3) narių perkėlimas iš vienos pusės į kitą;
  - 3) dalyba iš teigiamo skaičiaus.

#### 2.6. Išvados

Pateikti tekstiniai uždaviniai glaudžiai susiję su praktika, supančia aplinka, nes pateikiamos gyvenimiškos situacijos, kurioms spręsti reikalingos nelygybių sudarymo ir sprendimo žinios. Sprendžiant šiuos uždavinius, panaudojamos visos tiesinių nelygybių sprendimo savybės. Kūrybiškas matematinių situacijų modeliavimas skatina mokinių mokymosi motyvaciją, žadina vaizduotę, smalsumą, skatina kiekvieną mokinį mokytis nepriklausomai nuo jo amžiaus, polinkių ir gabumų.

### 3. KOMPIUTERIZUOJAMO UŽDAVINIO SPRENDIMO ANALIZĖ

Analizei bei priemonės sukūrimui pasirinktas uždavinys „Sprendimo priėmimas“. Sudaryta kompiuterizuojamo uždavinio sprendimo schema. Pasirinktos dvi priemonės, kurias išanalizavus, pasirinkta viena darbo tikslo realizavimui.

Analizuojant uždavinį „Sprendimo priėmimas“, sudaryta tiesinė nelygybė, ji išspręsta ir sprendimo žingsniai pavaizduoti kontekstiniame tiesinės nelygybės grafe (9 pav.).

#### 3.1. Sprendimo žingsniai

Kasdien draugai kartu eina į treniruotę, bet Onutė nuolat vėluoja į susitikimo vietą. Todėl draugai nusprendė kovoti su šiuo įpročiu ir pasakė, kad kaskart, kai ateis laiku, ji gaus po 0,5 Lt, o kaskart, kai pavėluos pati turės duoti penkis kartus daugiau. Onutė nusprendė suskaičiuoti, kiek kartų per 30 dienų ji gali pavėluoti, kad nepatirtų nuostolio

**Sakykime, kad Onutė vėluos  $x$  dienų.**

Sudaroma nelygybė:  $0,5(30-x) - 2,5x \geq 0$

Sprendimas: 1) atskliaudžiama  $15 - 0,5x - 2,5x \geq 0$

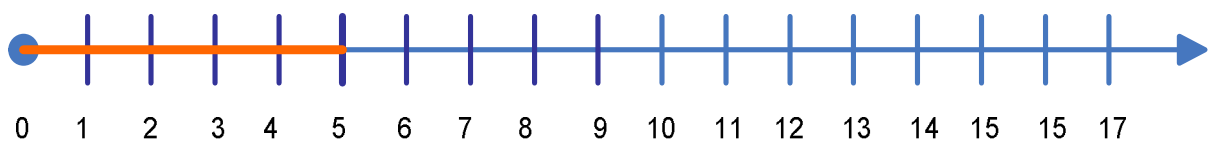
2) sutraukiama panašūs nariai  $15 - 3x \geq 0$

3) perkeliama 15 į kitą nelygybės pusę  $-3x \geq -15$

4) dalijama iš neigiamo skaičiaus  $x \leq 5$

**Sprendinių žymėjimas skaičių spindulyje.**

Nereikia brėžti skaičių tiesės, o tik spindulį (pavaizduota 8 pav.), nes sprendžiamas probleminis uždavinys, kurio sprendiniai yra natūralieji skaičiai ir nulis.



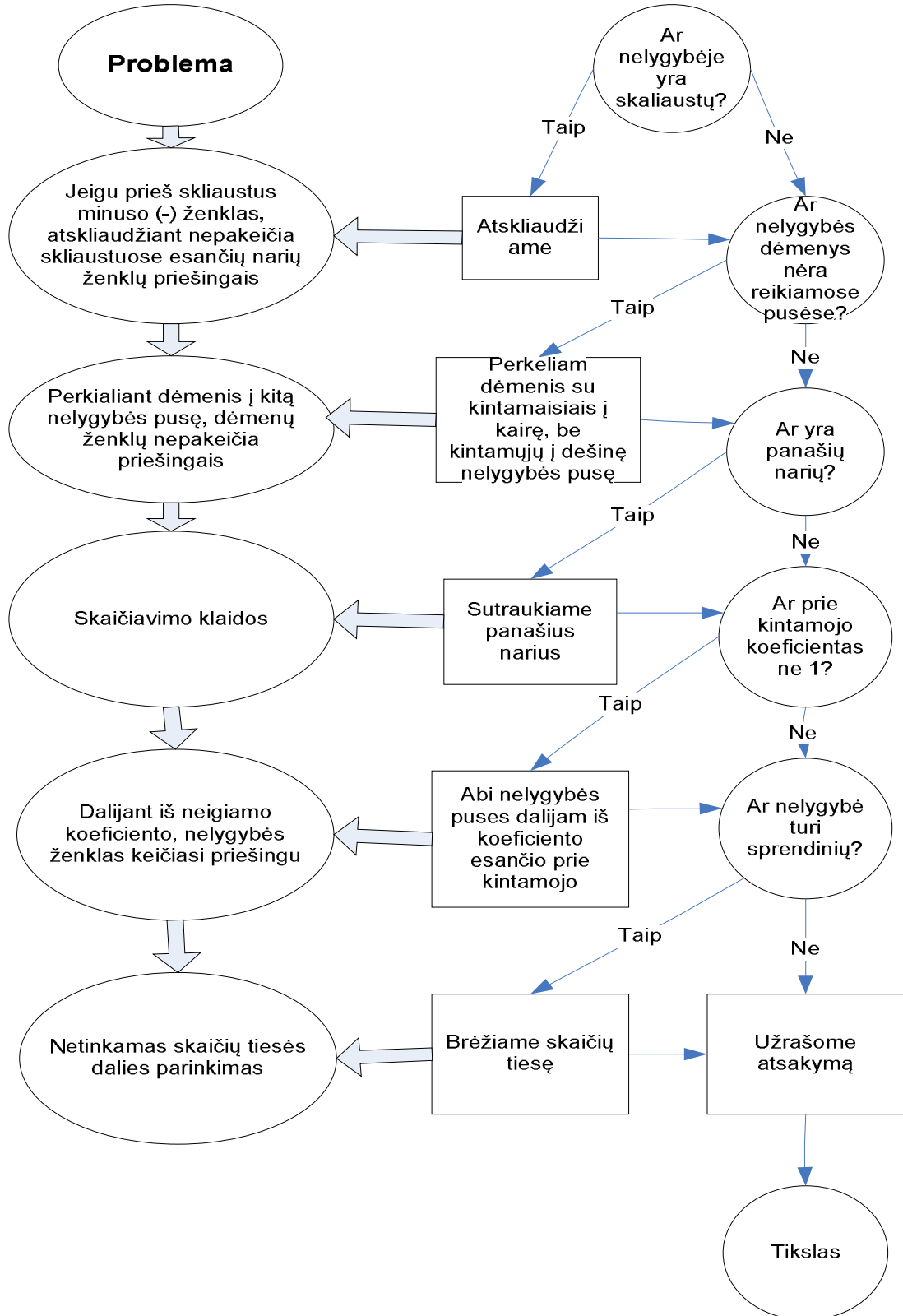
8 pav. Skaičių spindulys

**Ši nelygybė turi šešis sprendinius:**

- 1) kai sprendinys 0, Onutė uždirbs 15 Lt, nes  $0,5 \cdot (30-0) - 2,5 \cdot 0 = 15$ ;
- 2) kai sprendinys 1, Onutė uždirbs 12 Lt, nes  $0,5 \cdot (30-1) - 2,5 \cdot 1 = 12$ ;
- 3) kai sprendinys 2, Onutė uždirbs 9 Lt, nes  $0,5 \cdot (30-2) - 2,5 \cdot 2 = 9$ ;
- 4) kai sprendinys 3, Onutė uždirbs 6 Lt, nes  $0,5 \cdot (30-3) - 2,5 \cdot 3 = 6$ ;
- 5) kai sprendinys 4, Onutė uždirbs 3 Lt, nes  $0,5 \cdot (30-4) - 2,5 \cdot 4 = 3$ ;
- 6) kai sprendinys 5, Onutė nepatirs nuostolio, nes  $0,5 \cdot (30-5) - 2,5 \cdot 5 = 0$ .

### 3.2. Tiesinės nelygybės sprendimo kontekstinis grafas

Nelygybės sprendimo kontekstiniame grafе, pavaizduotame 9 pav., parodyta nelygybės sprendimo žingsniai, taip pat pateikiamos problemos, kurios kyla atliekant



9 pav. Kontekstinis grafas

nelygybių sprendimo veiksmus. Sprendžiant nelygybes, didžiausia problema, kai reikia nelygybės abi puses dalinti arba dauginti iš neigiamo skaičiaus. Tai dažniausiai pasitaikanti klaida – mokiniai nepakeičia nelygybės ženklo priešingu. Dar viena iš dažnai kylančių problemų – sprendinių žymėjimas skaičių tiesėje, jų užrašymas intervalu, intervalo ženklų parinkimas.

### **3.3. Išvados**

Ieškant efektyvių nelygybės sprendimo mokymo būdų, analizuojant jų sprendimo žingsnius bei mokinių daromas sprendimo klaidas, pastebima, kad mokiniai dažnai daro klaidas atskliausdami ir daugindami ar dalindami nelygybės abi puses iš neigiamo skaičiaus. Pasirinktas probleminis uždavinys „Sprendimo priėmimas“ tinka darbo tikslų įgyvendinimui, kadangi panaudojama visos nelygybių savybės bei reiškinių prastinimo veiksmi.

## 4. MOKOMŲJŲ KOMPIUTERINIŲ PRIEMONIŲ APŽVALGA

Norint efektyviai išnaudoti informacinių technologijų teikiamas galimybes, išanalizuotos kompiuterinės programos, kurios padėtų įgyvendinti apibrėžtus tikslus, uždavinius ir didaktines nuostatas, kuriomis būtų paprasta naudotis bei būtų galima pasitelkti mokant nelygybių grafinio sprendimo. Remiantis šiais kriterijais analizuotos jau esančias kompiuterinės priemonės, kuriomis galima pasinaudoti įgyvendinant tikslus, nagrinėta kompiuterinių priemonių, kurios jau naudojamos ugdymo procese, privalumai ir trūkumai. Pateikiama keletas programų, tinkamų pasirinktos užduoties įgyvendinimui.

### 4.1. Programa „MATCH GV“

#### 4.1.1. Programos aprašymas

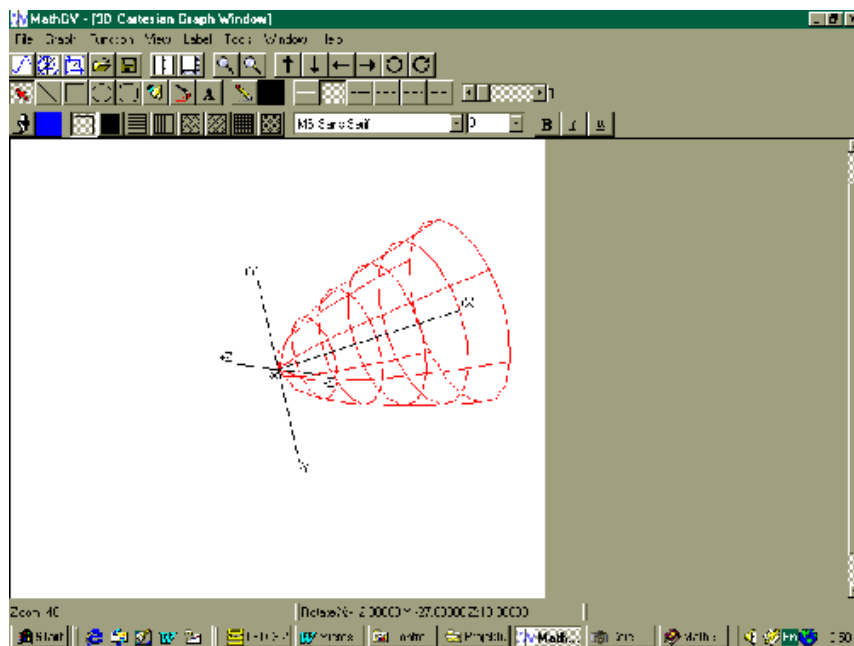
MathGV yra programa matematinių funkcijų grafikams brėžti. Programa brėžia trijų tipų grafikus: 2D, 3D ir polinėje koordinačių sistemoje. Ji veikia kaip piešimo ir grafikos programa. Grafikai išsaugomi \*.bmp formatu ir gali būti kopijuojami į kitas programas ar dokumentus. Jie taip pat gali būti išsaugoti programos MathGV™ (\*.MGF) formatu tolesniam redagavimui ar naudojimui.

Programa leidžia rašyti grafiko lange, papildyti brėžinį rankiniu būdu. Grafikus galima padaryti vaizdingus nuspalvinant pasirinktus plotus ar kreivių dalis. Galime brėžti funkcijų, turinčių skirtingas išraiškas skirtinguose intervaluose, grafikus, nes kiekvienai kreivės daliai nurodysime skirtingus argumento intervalus. Programa “MathGV” leidžia pavaizduoti įvairius kreivinių trapecijų sukinius, apžiūrėti juos iš visų pusių, sukant apie x, y ar z ašis. Ši programa yra nemokama. Ji dar tobulinama, yra daug trūkumų, bet ją, kaip gerą vaizdumo priemonę, galima panaudoti jau dabar. Autorius - Gregas Vanmulemas (Greg Vanmullem). Programos MathGV pagrindinis langas pavaizduotas 10 pav.

#### 4.1.2. Reikalavimai kompiuteriui

1. Microsoft Windows 95/98, NT4 arba 2000.
2. Pelė.
3. Apie 1Mb laisvos vietos kietajame diske.
4. 16 MG RAM





10 pav. Programos MathGV pagrindinis langas

#### 4.1.3. Programos „MATCH GV“ trūkumai

Funkcija gali netiksliai nubrėžti grafiką arti taškų, kuriuose ji neapibrėžta. Kad to išvengtume, funkcijos įrašymo lentelės langelyje Special X Values to plot reikia įrašyti tas x reikšmes, arti kurių funkcijos reikšmes reikia skaičiuoti ypač tiksliai.

Programa nubrėžia vertikalias asimptotes arti tų taškų, kuriuose funkcija yra artima vertikaliam. Kad to neatsitiktų, funkcijos įrašymo lentelės langelyje Vertical asymptote Fix Up reikia pažymėti varnelę.

Kartais neišsijungia langai, tačiau galima pasiimti naujas koordinačių sistemas ir dirbti toliau. Kai tokių langų susirenka 16, programą reikia išjungti ir įjungti iš naujo.

Nebrėžia tiesių  $x = a$ , tačiau jas galima nubrėžti rankiniu būdu.

#### 4.2. Programa „GRAFIKAS“

Šia programa pravartu pasinaudoti nagrinėjant tas matematikos temas, kurias susijusios su funkcijų grafikų braižymu ar grafiniu sprendimo metodu, pvz.: funkcijų grafikai, funkcijos grafiko transformacijos, funkcijos savybės; lygtys ir nelygybės, kai kurių lygčių ar nelygybių sistemos ir pan.

Šia programa platinama laisvai. Ją galima rasti tinklapyje <http://www.emokykla.lt>. Programa paprasta, ja lengva naudotis. Įrašius funkciją į nurodytą eilutę, reikia paspausti

klavišą „Enter“ arba „Brėžti“ ir nubrėžiama nurodyta funkcija (11 pav.). Galima keisti lango foną, mastelį, apskaičiuoti funkcijos reikšmę. Ji rekomenduojama 5-10 klasių matematikos temų, susijusių su funkcijomis, dėstymui.



11 pav. Programos „Grafikas“ pagrindinis langas

### 4.3. Programa „DINAMINĖ GEOMETRIJA“

#### 4.3.1. Programos aprašymas

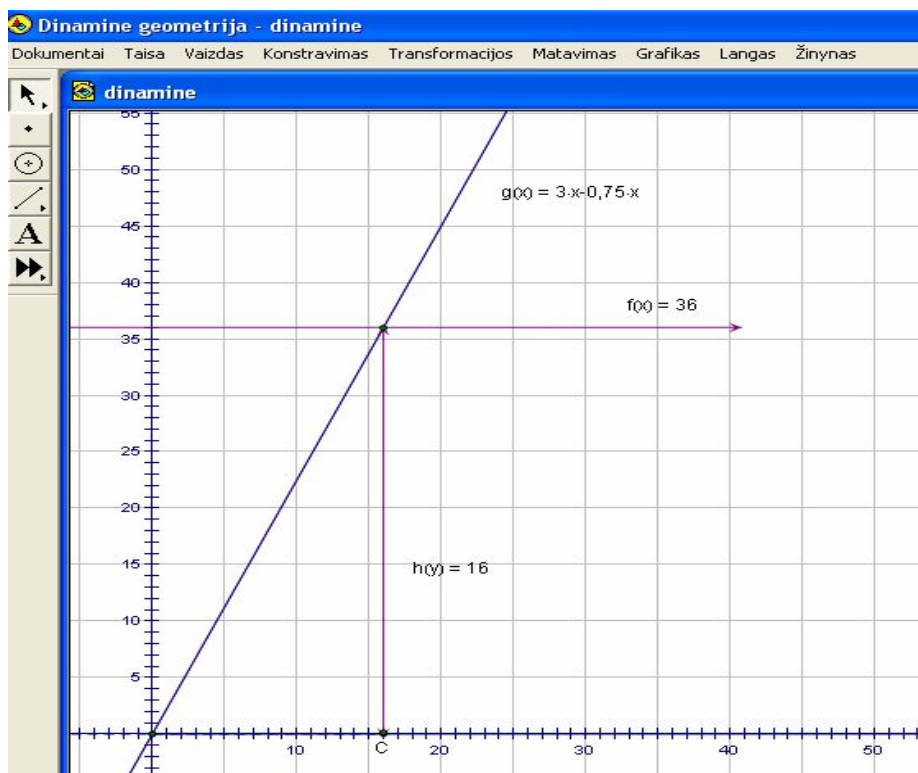
Mokant 9 ir 10 klasių mokinių, dažniausiai naudojama kompiuterinė priemonė „Dinaminė geometrija“. Ji tinka nagrinėjant daugelį matematikos temų, mokomų pagrindinėje ir vidurinėje mokykloje: planimetrijos, plokštumos analizinės geometrijos pagrindų funkcijų ir jų grafikų, matematinės analizės pagrindų, trigonometrijos, skaičių tiesių ir pagrindinių aritmetinių veikslių, vektorinės algebros, kompleksinių skaičių. 12 pav. pavaizduotas pagrindinis šios programos langas.

„Dinaminės geometrijos“ galimybės leidžia sukurti dinaminis brėžinius, kuriais naudojantis galima visapusiškai nagrinėti geometrinius objektus ir ryšius tarp jų. Dažnai dinaminiai brėžiniai kuriami konkrečiai problemai, pavyzdžiui, įrodyti Pitagoro teoremai,

nagrinėti Aukso pjūvį ar pan. Tačiau yra kuriamos ir dinaminių brėžinių grupės konkrečioms matematikos ar net fizikos temoms nagrinėti.

Norint sukonstruoti prasmingą dinaminį brėžinį reikia:

1. Pasirinkti temą, kurią leidžia vizualizuoti „Dinaminės geometrijos“ galimybes.
2. Sumodeliuoti brėžinį.
3. Konstruoti dinaminį brėžinį.



12 pav. Programos „Dinaminė geometrija“ pagrindinis langas

Pasirinkus matematikos temą reikia išanalizuoti kokiam apibrėžimui ar kokiai savybei, teoremai, jos įrodymui prasminga kurti dinaminį brėžinį. Ypač svarbu atsižvelgti į tai, ar sukurtas dinaminis brėžinys nepasunkins moksleivio mokymosi, nesupainios jo žinių. Atsižvelgus į šiuos niuansus galima modeliuoti brėžinį.

Dinaminio brėžinio modeliavimas yra gana sudėtingas etapas, reikalaujantis įvairių įgūdžių bei mokėjimų: matematikos teorijos žinių, matematikos mokymo metodikos įgūdžių, gilaus kompiuterinės programos įvaldymo, mokėjimo struktūrizuoti informaciją.

#### **4.4. Išvados**

Visos čia trumpai apžvelgtos programos netenkina reikalavimų pasirinkto tikslo įgyvendinimui dėl keleto priežasčių:

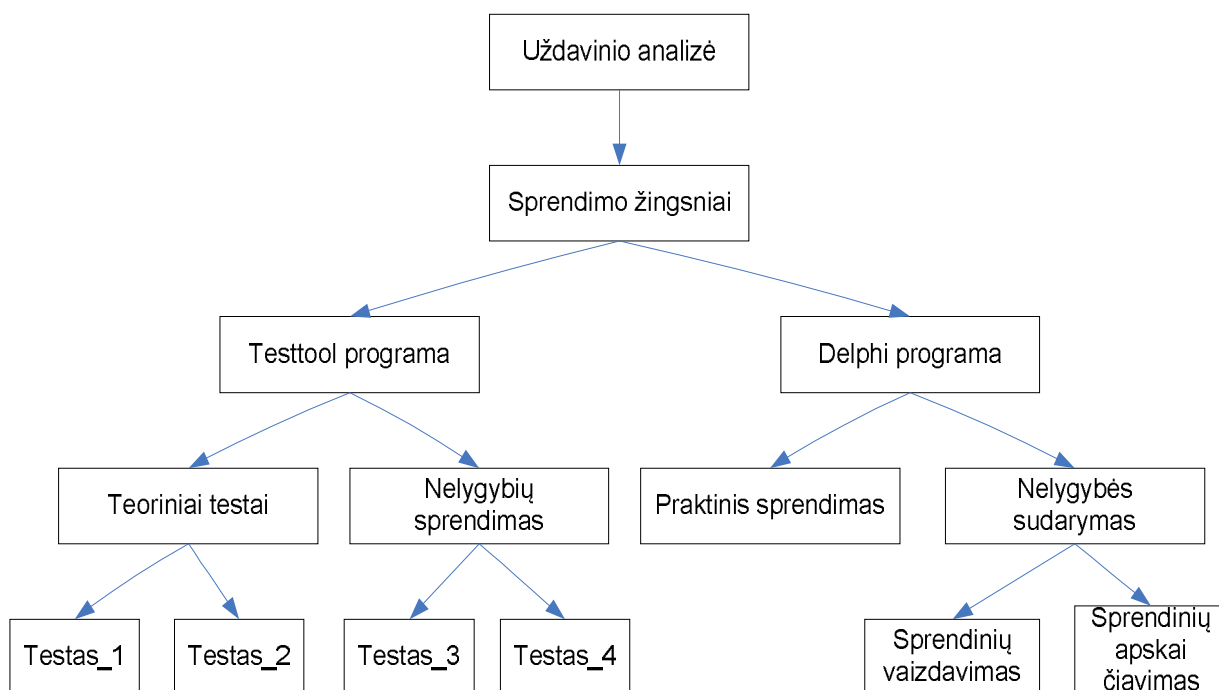
- 1) šios programos tinka tik funkcijų grafikų brėžimui;
- 2) išsamus funkcijos nagrinėjimas pradedamas 9 klasėje;
- 3) nėra pakankamai vaizdus uždavinio sprendimas, pavaizduojant nelygybės sprendinius tiesėmis.

Norint vaizdžiai ir interaktyviai parodyti nelygybės sprendimo algoritmą, pasirinktos dvi technologijos – TestTool ir Delphi, su kuriomis iš dalies realizuota pateikta idėja.

## 5. MOKOMOJI PRIEMONĖ TIESINIŲ NELYGYBIŲ SPRENDIMUI

### 5.1. Mokomosios priemonės struktūra, kūrimo tikslas, savybės

Mokomosios priemonės struktūra pavaizduota 13 pav. panaudojant Microsoft Office Visio 2003. Pasirinktas mokomasis uždavinys, išanalizuota sprendimo žingsniai ir pasirinkta dvi priemonės idėjos įgyvendinimui. Su TestTool programa sukurta mokomieji testai, kurie apima teorines žinias bei praktinį nelygybių sprendimą. Su Delphi programa parengta mokomoji kompiuterinė priemonė probleminio uždavinio sprendimui.



13 pav. Priemonės struktūra

#### **Tikslas**

Panaudojant interaktyvumą, vaizdžiai pateikti tiesinių nelygybių sprendimą realaus uždavinio kontekste.

#### **Priemonės naudotojai**

Šios priemonės naudotojai – mokytojai (informatikos, matematikos) ir mokiniai.

## *Priemonės savybės*

1) Prieinamumas – priemonė pasiekama iš bet kurios kompiuterizuotos darbo vietos (delphi realizacija), kompiuteriui reikalinga interneto prieiga (realizacija su TestTool);

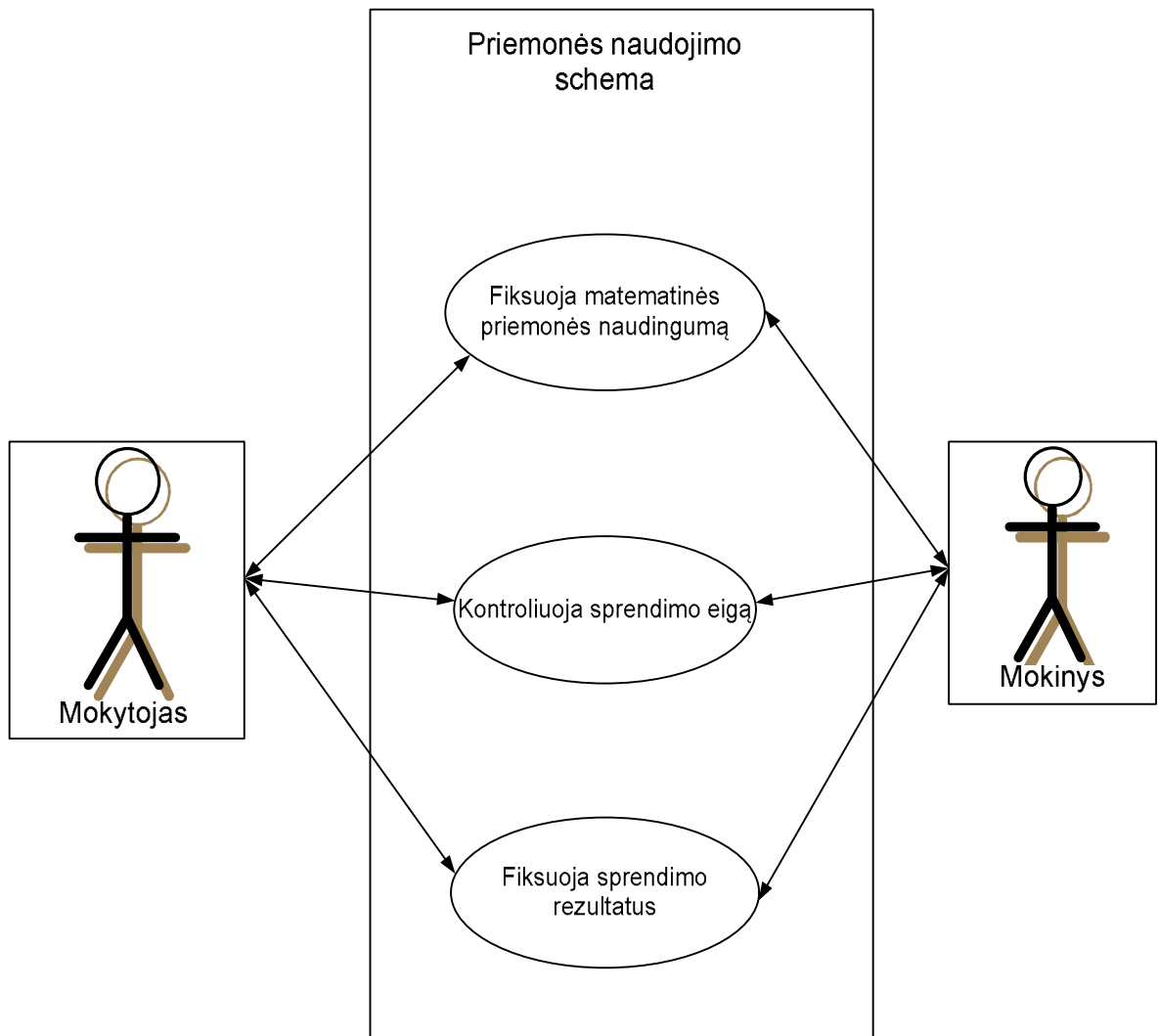
2) Interaktyvumas - mokinys turi įtakos mokymo objekto padėčiai t.y. jis pats sudarinėja nelygybę, keičia objektų vietas, taip pat gali keletą kartų bandyti spręsti tą pačią užduotį;

3) Operatyvumas – mokytojas ir mokinys gali iš karto fiksuoti rezultatą;

4) Naudingumas – vaizdus nelygybių sprendimas, realaus turinio uždavinių sprendimas;

5) Aktyvumas – mokinys su mokytoju betarpiškai bendrauja spręsdamas uždavinį, gauna metodinę pagalbą.

Mokytojo ir mokinio vaidmuo bei priemonės savybės pateiktos 14 pav. pavaizduotoje priemonės naudojimo schemeje.



14 pav. Priemonės naudojimo schema.

## 5.2. „TestTool“ panaudojimas žinių patikrinimui

### 5.2.1. „TestTool“ savybės

TestTool - tai nuotolinio testavimo sistema. Ji leidžia kurti testinius ir grafinius testus bei pateikti juos internete. Sistemą sudaro 4 dalys:

- 1) TestTool serveris saugo sistemos duomenis ir suteikia priėjimą prie jų;
- 2) AuthorTool naudojamas kurti klausimų variantus. Sukurti variantai išsaugomi failuose, kurie vėliau gali būti įkelti į TestTool serverį. Administratorius sukurtus variantus naudoja formuodamas klausimus ir testus.
- 3) AdminTool naudojamas administruoti TestTool sistemą. Interneto naršyklė ja leidžia administratoriui valdyti sistemos vartotojus ir jų grupes;
- 4) StudentTool naudojamas atlikti testus. Jis realizuotas Java ir pateikia studentui pasirinkto egzamino klausimus.

Naudojantis testavimo sistema „TestTool“ siūloma tokia darbo eiga:

1. Su autoriaus programa sukuriama klausimų variantai
2. Administratoriaus programoje atliekami šie veiksmai:
  - a) klausimų variantai įkeliami į duomenų bazę;
  - b) administruojami vartotojai: sukuriama grupės, registruojami studentai;
  - c) sudaromi testai iš klausimų variantų, sukurtų su autoriaus programa;
  - d) vykdomas testavimo procesas: sukuriama egzaminas/pratybos, priskiriamos teisės studentams laikyti testą, suteikiami datos apribojimai testo laikymui.
3. Naudojantis studento programa atliekamas testas ir pateikiamas įvertinimas.

Su TestTool Autoriaus programa sukurta keli grafiniai testai tiesinių nelygybių uždavinių sprendimui. Kuriant testus panaudota Label, TextField, TextArea, List komponentai klausimų kūrimui. Taip pat sukurti testai, kuriuose mokiniai patys turi įrašyti tekstus, t. y. Išspręsti nelygybes. Atsakymams pateikti panaudota RadioGroup, Combobox komponentai. Nereikalingi objektai dedami į šiukšlinę (nubrėžtą stačiakampį arba apskritimą). Pirmi šeši testai skirti paprasčiausių tiesinių nelygybių sprendimui. Tiesiog sprendžiant šiuos testus reikia pasirinkti vieną iš kelių pateiktų atsakymų. Iš šių testinių klausimų sudaryta du testai. Vienas lengvesnių klausimų, kuris pavadintas „nelygybių sprendiniai“ – reikalaujantis minimalių lygčių sprendimo žinių, t. y. mokinys turi išrinkti teisingus atsakymus iš pateiktų variantų. Šiuose testuose reikia atkreipti dėmesį į užduoties tekstą.

Antras testas „Nelygybių sprendimas“ yra interaktyvus. Mokinys turi spęsti nelygybes. Jis kiekvieną klausimą sprendžia tol, kol pateikia teisingą atsakymą. Pateikta keletą klausimų pavyzdžių iš testo „Nelygybių sprendimas“.

### 5.3.2. Pirmas testas

Šis testo klausimas, pavaizduotas 15 pav., sudarytas iš keturių pateiktų nelygybės sprendimo žingsnių ir nereikalingų objektų. Mokinys turi į tuščius stačiakampius sudėlioti iš eilės nelygybės sprendimo žingsnius, o nereikalingus objektus į šiukšlinę. Sprendžiant šį uždavinį, mokiniui reikės atlikti šiuos veiksmus:

- atskliausti;
- sutraukti panašius narius;
- dalinti iš neigiamo koeficiento.

Užduotis: sudėliokite nelygybės  $0,5(30-x) - 2,5x > 0$  sprendimo žingsnius.

Default ==>> True Answer

Sudėliokite nelygybės  $0,5(30-x) - 2,5x > 0$  sprendimo žingsnius

Sprendimo žingsniai

Šiukšlinė

$x > -5$        $x < -5$   
 $15 - 3x > 0$        $15 + 2x > 0$   
 $x < 5$        $2x > -15$   
 $-3x > -15$        $x > 5$   
 $15 - 0,5x - 2,5x > 0$        $15 - 0,5x + 2,5x > 0$

15 pav. Pirmo testo užduoties langas

Atsakymas: teisingas vaizdas pateiktas 16 pav.



Evaluate Refresh True Close preview

**Sudėliokite nelygybės**  
 $0,5(30 - x) - 2,5x > 0$   
**sprendimo žingsnius**

Sprendimo žingsniai

Šūkšlinė

$15 + 2x > 0$	$15 - 0,5x + 2,5x > 0$	$x < -5$
$x > -5$	$2x > -15$	
$x > 5$		

Message  
 i Score: 10  
 OK

16 pav. Pirmo testo atsakymo langas

### 5.2.3. Antras testas

Šis testinis klausimas, pavaizduotas 17 pav., reikalauja sprendimo. Mokiniai pateiktas probleminis uždavinys, kuriam jis turi sudaryti nelygybę ir ją teisingai išspręsti. Sąlygoje nurodoma, kad sprendžiant nelygybę tarp simbolių reikia palikti tarpus, kitaip bus fiksuojamas kaip neteisingas atsakymas. Sprendžiant šį uždavinį, mokiniui reikės atlikti veiksmus:

- sudaryti nelygybę;
- atskliausti;
- sutraukti panašius narius;
- dalinti iš neigiamo koeficiento.

Užduotis: sudarykite nelygybę ir ją išspręskite.

**Sudarykite nelygybę ir išspręskite**  
 (Tarp simbolių palikite tarpus)

Kasdien draugai kartu eina į treniruotes, bet Onutė nuolat vėluoja į susitikimo vietą. Todėl draugai, kovodami su šiuo įpročiu pasakė, kad kaskart, kai ateis laiku, ji gaus po 0,5 Lt, o kaskart, kai pavėluos pati turės duoti penkis kartus daugiau. Onutė nusprendė susiskačiuoti, kiek kartų per 30 dienų ji gali pavėluoti, kad nepatirtų nuostolio. Tai kiek gi kartų Onutė gali vėluoti?

17 pav. Antro testo užduoties langas

Atsakymas: pateikiamas teisingas uždavinio sprendimo variantas 18 pav.

**Sudarykite nelygybę ir išspręskite**  
(Tarp simbolių palikite tarpus)

Kasdien draugai kartu eina į treniruotes, bet Onutė nuolat vėluoja į susitikimo vietą. Todėl draugai, kovodami su šiuo įpročiu pasakė, kad kaskart, kai ateis laiku, ji gaus po 0,5 Lt, o kaskart, kai pavėluos pati turės duoti penkis kartus daugiau. Onutė nusprendė susiskaičiuoti, kiek kartų per 30 dienų ji gali pavėluoti, kad nepatirtų nuostolio. Tai kiek gi kartų Onutė gali vėluoti?

Message

Score: 10

OK

18 pav. Antro testo atsakymo langas

#### 5.2.4. Trečias testas

Šis klausimas, pateiktas 19 pav., panašus į prieš tai pateiktą testo klausimą, tačiau kiekvienam nelygybės simboliui palikta po vieną tuščią langelį ir nelygybė jau yra nurodyta. Mokinys, spręsdamas šią nelygybę, mato kiek simbolių reikia parašyti. Tai padeda greičiau rasti teisingą sprendimo kelią.

Sprendžiant šį uždavinį, mokiniui reikės atlikti veiksmus:

- a) atskliausti ( prieš skliaustus esant minuso ženklui, skliaustuose esačių dėmenų ženklus kečiam priešingais);
- b) sutraukti panašius narius;
- c) dalinti iš neigiamo koeficiento.

Užduotis: išspręskite nelygybę  $-(x + 7) < 4x - 7$

Default ==>> True Answer

**Išspręskite nelygybę**  
(Į kiekvieną langelį rašykite po vieną simbolį)

19 pav. Trečio testo užduoties langas

Atsakymas: pateikiamas teisingas uždavinio sprendimo variantas 20 pav.

Išspręskite nelygybę  
(Į kiekvieną langelį rašykite po vieną simbolį)

$-(x + 7) < 4x - 7$

- x - 7 < 4 x - 7

- x - 4 x < - 7 - 7

- 5 x < 0

x > 0

Message  
Score: 10  
OK

20 pav. Trečio testo atsakymo langas

### 5.2.5. Ketvirtas testas

Sprendžiant nelygybę, pateiktą 21 pav., mokinys turi pats spręsti tol, kol nelygybę išspręs teisingai. Šis klausimas panašus į prieš tai pateiktą testo klausimą, tačiau kiekvienam nelygybės simboliui nėra palikta po tuščią langelį, o sprendžiant tarp simbolių reikia palikti tarpus. Sprendžiant šią nelygybę, mokiniui reikės atlikti veiksmus:

- atskliausti;
- sutraukti panašius narius;
- dalinti iš neigiamo koeficiento.

Užduotis: išspręskite nelygybę  $2(x + 15) < 3(5x + 2) - 7x$

Išspręskite nelygybę  
(Tarp simbolių palikite tarpus)

$2(x + 15) < 3(5x + 2) - 7x$

\_\_\_\_\_

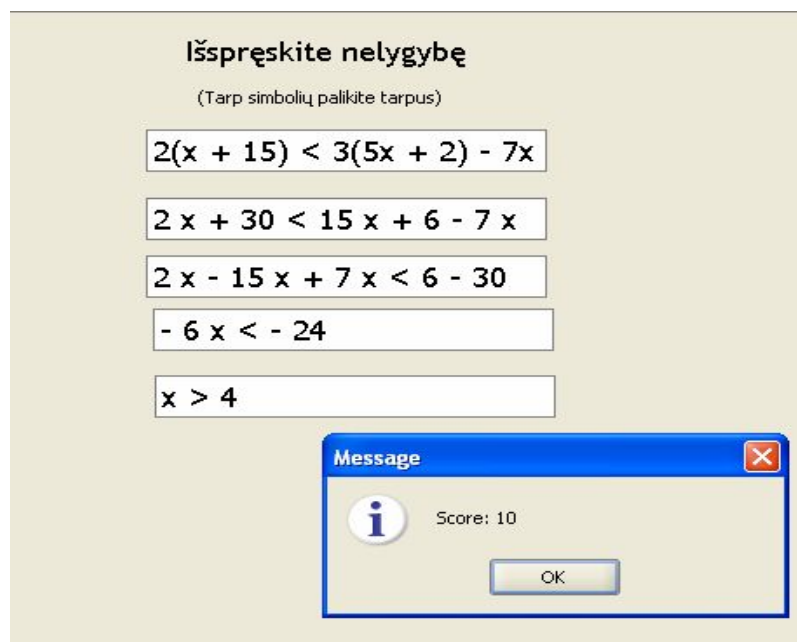
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

21 pav. Ketvirto testo užduoties langas

Atsakymas: pateikiamas teisingas uždavinio sprendimo variantas 22 pav.



22 pav. Ketvirto testo atsakymo langas

### 5.2.6. Išvados

Sudarinėjant testo klausimus su TestTool, iškilo daugelis problemų – programa veikia gana lėtai, tai užima nemažai laiko. Tai nėra labai interaktyvūs testai, kadangi ribotos galimybės. Testai sudaryti su 5.1 programos versija. Čia negalima įterpti paveikslukų. Sprendžiant nelygybes, labai svarbu sprendinių žymėjimas skaičių tiesėje, šioje programoje tokios galimybės nėra. Testtool programai trūksta interaktyvumo, vaizdumo, žaidybinių mokymosi elementų, kurie skatintų mokinių mokymosi motyvaciją.

TestTool programa labiau tiktų iš teorinių klausimų sudarytiems testams, kur galima pasirinkti vieną ar kelis atsakymus. Dirbant su autoriaus ar studento programomis būtina kompiuteryje įdiegti Java programą (pageidautina JRE 1.5.0 versija). Taip pat norint spręsti šiuos testus, būtina interneto prieiga.

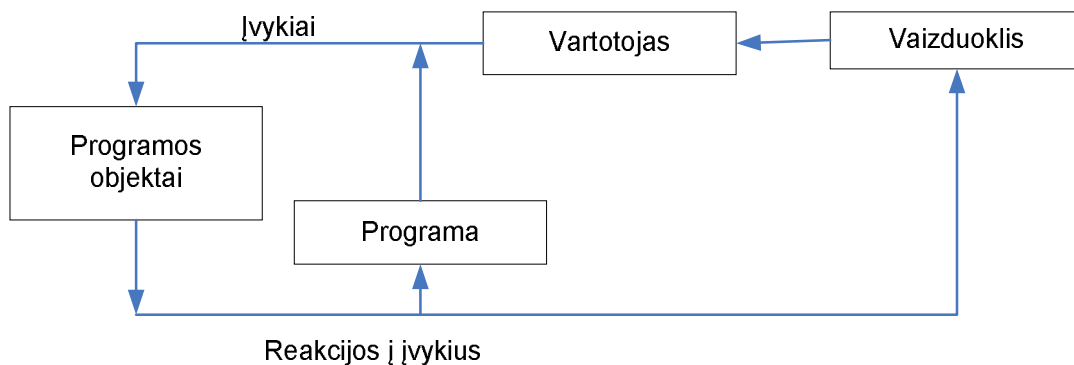
## 5.3. Mokomoji priemonė „DELPHI“ programos pagrindu

### 5.3.1. „DELPHI“ programos ypatumai

Delphi remiasi valdymų įvykiais (angl. *events*). Tai visiškai priešinga tradiciniam DOS programų valdymui, kurios pradedamos vykdyti nuo pirmos eilutės, po to eina įvairiausi ciklai, išsišakojimai, spausdinami rezultatai ir programos darbas baigtas. Šiuo atveju programuotojas pats valdo sistemos darbą [9].

Kai reaguojama į įvykius, programų vykdymas priklauso ir nuo vartotojo veiksmų, ir nuo programos būklės. Pavyzdžiui, dirbant su teksto redaktoriumi, vartotojo veiksmų seka ir kartu programos darbas gali būti labai įvairūs, sunkiai prognozuojami.

Valdymo įvykiais idėją galima iliustruoti kaip pavaizduota 23 pav.:



23 pav. Valdymo įvykių iliustracija

Įvykis – tai veiksmas, kurį atpažįsta ir į kurį gali reaguoti programos objektai. Įvykius gali inicijuoti ir vartotojas (pvz.: paspausdamas pelės mygtuką ar klaviatūros klavišą), ir pati programa (pvz.: atsiradus kuriai nors klaidai, gavus programos chronometro signalą). Objektai (formos bei regulatoriai), reaguodami į įvykį, vykdo programos dalis – įvykio procedūras, kurias rašome mes. Įvykiai atpažįstami automatiškai, nes tuo rūpinasi pati Delphi sistema. Pavyzdžiui, spustelėjus pelės mygtuką, kai jos žymeklis yra ant mygtuko su užrašu „Programos pabaiga“, įvyksta mygtuko paspaudimo (angl. *click*) įvykis. Tokio įvykio procedūra turėtų vieną komandą Close ir užbaigtą programos vykdymą.

Natūralu, kad programavimo sistemos Delphi aplinkos bendras vaizdas panašus į daugelio taikomųjų Windows programų, tačiau Delphi turi ir savo ypatybių - bendras programavimo sistemas.

Programos kūrimą Delphi sistemoje galima suskirstyti į šiuos etapus:

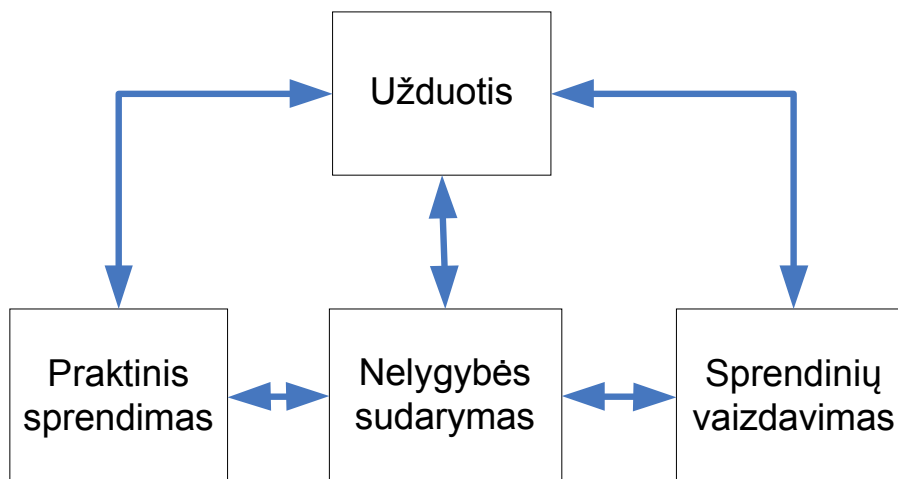
- Projekto sąsajos kūrimas.
- Savybių nustatymas.
- Programos teksto rašymas.

Tačiau tai nereiškia, kad praktiškai šių etapų ar jų vykdymo tvarkos tiksliai prisilaikoma. Pavyzdžiui, bandant vykdyti programą kyla naujos idėjos, todėl sąsajos vaizdą ar savybių reikšmes tenka keisti.

### 5.3.2. Mokomosios priemonės realizavimo struktūra ir galimybės

Darbo tikslo įgyvendinimui pasirinkta Delphi programavimo aplinka. Programos kodas pateikiamas 3 Priede. Sudarius uždavinio sprendimo žingsnius, užduoties realizacija suskirstyta į tris etapus, kurių tarpusavio ryšys pavaizduotas 24 pav. schemeje.:

- 1) praktinis uždavinio sprendimas (pavyzdys);
- 2) tiesinės nelygybės sudarymas ir sprendimas;
- 3) sprendinių vaizdavimas skaičių spindulyje.



24 pav. Priemonės struktūra

Mokomosios priemonės paskirtis – panaudojant interaktyvumo elementus, nelygybių sprendimo žinias pritaikyti praktikoje.

Priemonėje pateikiamas realaus turinio uždavinio „Sprendimo priėmimas“ sprendimas.

### 5.3.3. Mokomosios priemonės instaliavimas

Norint naudotis šia mokomąja priemone nebūtina kompiuteryje instaliuoti Delphi programos. Iš kompaktinio disko, du kartus spragtelėję pele, paleidžiame failą „sprendimas.exe“. Tada iš karto atsiveria sprendimo langas, kuriame vartotojas gali atlikti veiksmus. Norėdamas baigti darbą nurodytame lange vartotojas pasirenka mygtuką „BAIGTI“.

### 5.3.4. Mokomosios priemonės vartotojo vadovas

Atvėrus sprendimo langą, vartotojas gali pasirinkti vieną iš dviejų sprendimo žingsnių – animacinį, kuriame spaudžiant mygtukus galima matyti krentančius pinigus į skrynias (25

pav.) ir skaičiuoti dienas bei pratybų langą (27 pav.), kuriame vartotojas atlieka nelygybės sprendimo žingsnius. Atlikus visus teisingus veiksmus antrame lange (32 pav.), galima patekti į sprendinių vaizdavimo langą (33 pav.).

Realizuojant praktinę sprendimo versiją, suteikiama galimybė vartotojui pačiam pamatyti kas atsitinka, kai Onutė pavėluoja ir kai ateina laiku. Tai vartotojas gali padaryti 24 pav. pavaizduotame lange. Pasirinkus lange „Onutė pavėlavo“ skaičius pinigai krenta į draugų skrynią, t.y. Onutė sumoka draugams už kiekvieną pavėlavimą po 0,5 Lt. Pasirinkus skaičių lange „atėjo laiku“ - pinigai penkis kartus krenta į Onutės skrynią, t.y. draugai Onutei sumoka penkis kartus daugiau.



25 pav. Priemonės „Sprendimo priėmimas“ pagrindinis langas

Taip vartotojas gali bandyti ir skaičiuoti kiek reikia ateiti laiku ir kiek galima pavėluoti, kad nepatirtų nuostolio, rinkdamasis dienų skaičių ir matydamas pinigų sumą lango apačioje kaip pavaizduota 25 pav.

**SPRENDIMO PRIĖMIMAS**

**Jėdavinio sąlyga:**

Kasdien draugai kartu eina į treniruotę, bet Onutė nuolat vėluoja į susitikimo vietą. Todėl draugai nusprendė kovoti su šiuo įpročiu ir pasakė, kad kaskart, kai ateis laiku, ji gaus po 0,5 Lt, o kaskart, kai pavėluos pati turės duoti penkiskart daugiau. Onutė nusprendė susiskaičiuoti, kiek kartų per 30 dienų ji gali sau leisti pavėluoti, kad nepatirtų nuostolio. Tai kiek gi kartų Onutė gali vėluoti?

**Draugai** **Onutė** **Pasirinkite, kiek kartų:**

5 **Onutė pavėluo**

25 **atėjo laiku**

**Suma: 12,5 Lt** **Suma: 12,5 Lt** **SPRENDIMAS**

26 pav. Praktiškai išspręsto uždavinio langas

26 pav. pavaizduoto lango apačioje yra mygtukas „SPRENDIMAS“. Paspaudus šį mygtuką atsiranda langas pavaizduotas 27 pav. Sprendimą galima rinktis ir nežaidžiant su 25 pav. ir 26 pav. pavaizduotais pinigais. Pasirinkus „SPRENDIMAS“, atsiranda nelygybės sudarymo ir sprendimo langas „PRATYBOS“, pavaizduotas 27 pav. Šiame lange yra pavaizduotas pirmasis probleminio uždavinio sakiny, kuriame nurodoma, kad kintamuoju  $x$  žymėsime Onutės pavėluotų dienų skaičių.

**SPRENDIMO PRIĖMIMAS**

**Uždavinio sąlyga:**

Kasdien draugai kartu eina į treniruotę, bet Onutė nuolat vėluoja į susitikimo vietą. Todėl draugai nusprendė kovoti su šiuo įpročiu ir pasakė, kad kaskart, kai ateis laiku, ji gaus po 0,5 Lt, o kaskart, kai pavėluos pati turės duoti penkiskart daugiau. Onutė nusprendė susiskaičiuoti, kiek kartų per 30 dienų ji gali sau leisti pavėluoti, kad nepatirtų nuostolio. Tai kiek gi kartų Onutė gali vėluoti?

Sakykime, kad Onutė gali vėluoti  $x$  dienų.

Tai per 30 dienų ji ateis laiku...  (Rašykite be tarpų)

**PRATYBOS**

27 pav. Uždavinio pratybų langas

Vartotojas gali žengti tik vieną žingsnelį ir įrašius į laukelį teisingą reiškinį atsiveria kitas žingsnis kaip pavaizduota 28 pav.



Sakykime, kad Onutė gali vėluoti  $x$  dienų.

Tai per 30 dienų ji ateis laiku...

Tada ji uždirbs...

Vėluodama Onutė praranda...

Sudarykite nelygybę, kad Onutė nepatirtų nuostolio:

-Pasirinkite- ? -Pasirinkite- ?

28 pav. Nelygybės sprendimo žingsniai

Vartotojui uždavinio sprendimas pateikiamas įvairiais būdais – įrašyti reikšmes, pasirinkti iš pateiktų variantų. Ta matyti pateiktame 29 pav. Taip pat, atliekant užduotį, matosi komentaras, ar teisingas užrašytas reiškinys, ar ne.

Sakykime, kad Onutė gali vėluoti  $x$  dienų.

Tai per 30 dienų ji ateis laiku...

Tada ji uždirbs...

Vėluodama Onutė praranda...

Sudarykite nelygybę, kad Onutė nepatirtų nuostolio:

-  -Pasirinkite- ? (Dar ne viską pasirinkote)

- Pasirinkite-
- 30-x
- 0,5(30-x)
- 2,5x

29 pav. Nelygybės sprendimo galimybės

Taip priartėjama prie nelygybės  $0,5(30-x) - 2,5x \geq 0$  sprendimo pabaigos (30 pav.).

Sakykime, kad Onutė gali vėluoti  $x$  dienų.

Tai per 30 dienų ji ateis laiku...

Tada ji uždirbs...

Vėluodama Onutė praranda...

Sudarykite nelygybę, kad Onutė nepatirtų nuostolio:

-   (Teisingai)

Gautą nelygybę atskliauskite:

Sutraukite panašius narius:

Sutvarkykite abi nelygybės puses:    (Teisingai)

Raskite  $x$  reikšmes  $x$  ?  (Pasirinkite nelygybės ženklą)

TAISYKLE

30 pav. Nelygybės sprendimo langas

Dalijant ar dauginant abi nelygybės puses iš neigiamo skaičiaus, nelygybė keičia ženklą. Šią taisyklę, jeigu reikia, mokinys gali rasti prie dalybos veiksmo. Paspaudus mygtuką „TAISYKLĖ“, ji užrašoma kaip pavaizduota 31 pav.

**Raskite x reikšmes**  $x$    (Pasirinkite nelygybės ženklą)

Dauginant abi nelygybės puses iš neigiamo koeficiento, nelygybės ženklas keičiasi į priešingą.

31 pav. Nelygybės sprendimo taisyklė

Tada po žingsnį nelygybę mokinys sprendžia. Gavus nelygybę  $x \leq 5$ , atsiranda mygtukas „SPRENDINIAI“. Išspręstos nelygybės langas pavaizduotas 32 pav.

Sakykime, kad Onutė gali vėluoti  $x$  dienų.

Tai per 30 dienų ji ateis laiku...

Tada ji uždirbs...

Vėluodama Onutė praranda...

Sudarykite nelygybę, kad Onutė nepatirtų nuostolio:

(Teisingai)

Gautą nelygybę atskliauskite:

Sutraukite panašius narius:

Sutvarkykite abi nelygybės puses:    (Teisingai)

Raskite  $x$  reikšmes  $x$    (Teisingai)

TAISYKLĖ

**PRATYBOS**

**SPRENDINIAI**

33 pav. Nelygybės sprendimo taisyklė

Iš 33 pav. pavaizduoto lango, galima grįžti į pratybų langą pavaizduotą 32 pav. arba pasirinkti mygtuką „SPRENDINIAI“ ir toliau spręsti nelygybę, t.y. sprendinius žymėti skaičių spindulyje (33 pav.). Nelygybės sprendiniai nuspalvinti geltona spalva. Iš šio lango galima grįžti tik į sprendimo langą.

SPRENDIMO PRIĖMIMAS

**Išdavinio sąlyga:**

Asdien draugai kartu eina į treniruotę, bet Onutė nuolat vėluoja į susitikimo vietą. todėl draugai nusprendė kovoti su šiuo įpročiu ir pasakė, kad kaskart, kai ateis laiku, ji gaus po 0,5 Lt, o kaskart, kai pavėluos pati turės duoti penkis kartus daugiau. Onutė nusprendė susiskaičiuoti, kiek kartų per 30 dienų ji gali sau leisti pavėluoti, kad nepatirtų nuostolio. Tai kiek gi kartų Onutė gali vėluoti?

BAIGTI

**Kiek kartų Onutė pavėluo? Paspauskite skaičių.**

SPRENDIMAS

33 pav. Nelygybės sprendimo taisyklė

Paspaudus kiekvieną sprendinį, apskaičiuojama, kiek gi pinigų gaus Onutė.

1) kai sprendinys 0, Onutė uždirbs 15 Lt (34 pav.);

**Kiek kartų Onutė pavėluo? Paspauskite skaičių.**



$$0,5 \times (30 - 0) - 2,5 \times 0 = 15$$

**Onutė uždirbs 15 Lt**

34 pav. Sprendinių žymėjimas skaičių tiesėje

2) kai sprendinys 1, Onutė uždirbs 12 Lt (35 pav.);

**Kiek kartų Onutė pavėluo? Paspauskite skaičių.**



$$0,5 \times (30 - 1) - 2,5 \times 1 = 12$$

**Onutė uždirbs 12 Lt**

35 pav. Sprendinių žymėjimas skaičių tiesėje

3) kai sprendinys 2, Onutė uždirbs 9 Lt (36 pav.),

**Kiek kartų Onutė pavėlavo? Paspauskite skaičių.**



$$0,5 \times (30 - 2) - 2,5 \times 2 = 9$$

**Onutė uždirbs 9 Lt**

*36 pav. Sprendinių žymėjimas skaičių tiesėje*

4) kai sprendinys 3, Onutė uždirbs 6 Lt (37 pav.);

**Kiek kartų Onutė pavėlavo? Paspauskite skaičių.**



$$0,5 \times (30 - 3) - 2,5 \times 3 = 6$$

**Onutė uždirbs 6 Lt**

*37 pav. Sprendinių žymėjimas skaičių tiesėje*

5) kai sprendinys 4, Onutė uždirbs 3 Lt (38 pav.);

**Kiek kartų Onutė pavėlavo? Paspauskite skaičių.**



$$0,5 \times (30 - 4) - 2,5 \times 4 = 3$$

**Onutė uždirbs 3 Lt**

*38 pav. Sprendinių žymėjimas skaičių tiesėje*

6) kai sprendinys 5, Onutė nepatirs nuostolio (39 pav.)

**Kiek kartų Onutė pavėlavo? Paspauskite skaičių.**



$$0,5 \times (30 - 5) - 2,5 \times 5 = 0$$

**Onutė nepatirs nuostolio.**

*39 pav. Sprendinių žymėjimas skaičių tiesėje*

Išsprendus uždavinį, galima grįžti į sprendimo langą, o iš jo - į praktinio sprendimo langą.

### **5.3.5. Išvados**

Priemonė, parengta Delphi programa yra interaktyvi, turi animacinių elementų. Probleminio uždavinio sprendimo vaizdavimas padeda aiškiai ir vaizdžiai įsiminti nelygybės sprendimo algoritmą. Sukurta vaizdinga aplinka skatina motyvaciją.

Šioje interaktyvioje priemonėje pateikta:

- realaus turinio uždavinio praktinis sprendimas;
- nelygybės sprendimo algoritmo vaizdavimas;
- nelygybių savybių taikymas;
- uždavinio sprendinių vaizdavimas.

## **6. PRIEMONĖS PANAUDOJIMO UGDYMO PROCESSE TYRIMAS**

### ***Tyrimo tikslas***

Ištirti mokomosios priemonės vartotojų (mokinių) nuomonę, atspindinčią priemonės panaudojimo efektyvumą ir naudingumą, nustatant pozityvius ir koreguotinus aspektus.

### ***Tyrimo objektas***

Mokomosios priemonės vartotojų - mokinių nuomonė įvertinant mokymo priemonės panaudojimo veiksmingumą.

### ***Tyrimo uždaviniai***

- Išsiaiškinti, ar mokiniai supranta ir moka spręsti tiesines nelygybes bei moka taikyti nelygybių savybes.
- Išsiaiškinti, kaip mokiniams sekasi spręsti realaus turinio (tekstinius) uždavinius.
- Išsiaiškinti, ar sukurta mokomoji priemonė „Sprendimo priėmimas“ turėjo įtakos mokinių žinių formavimui ir gilinimui.

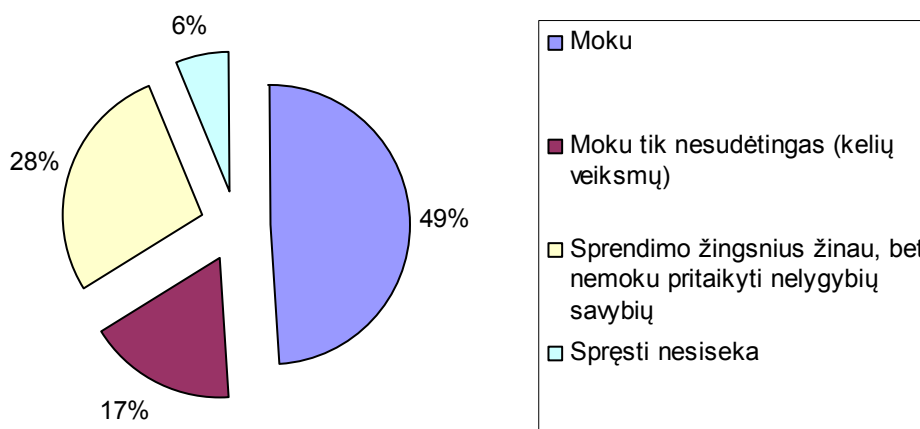
### ***Tyrimo situacijos aprašymas***

Tyrimo dalyvavo keturių Alytaus rajono pagrindinių mokyklų aštuntokai. Iš viso 58 mokiniai. Pirmiausiai mokiniams buvo išaiškinta tema „Tiesinės nelygybės“, sprendžiami nelygybių uždaviniai. Sprendžiant realaus turinio uždavinius, mokiniams buvo pateiktas uždavinys „Sprendimo priėmimas“, ir jį kiekvienas mokinys individualiai sprendė raštu. Tada eksperimento dalyviams buvo pateikta anketa (žr. 1 Priedas). Taip buvo siekiama išsiaiškinti, ar mokiniai jau moka spręsti tiesines nelygybes ir žinias taikyti realaus turinio uždavinių sprendimui. Po to šiems tyrimo dalyviams buvo pateiktas uždavinio kompiuterizuotas variantas. Šį uždavinį mokiniai sprendė taip pat individualiai. Atlikus užduotį, mokiniui buvo pateikta anketa (žr. 2 Priedas). Tada norėta išsiaiškinti, kokią įtaką mokinių matematiniams gebėjimas turėjo sukurta mokomoji priemonė.

### ***6.5. Tyrimo rezultatai***

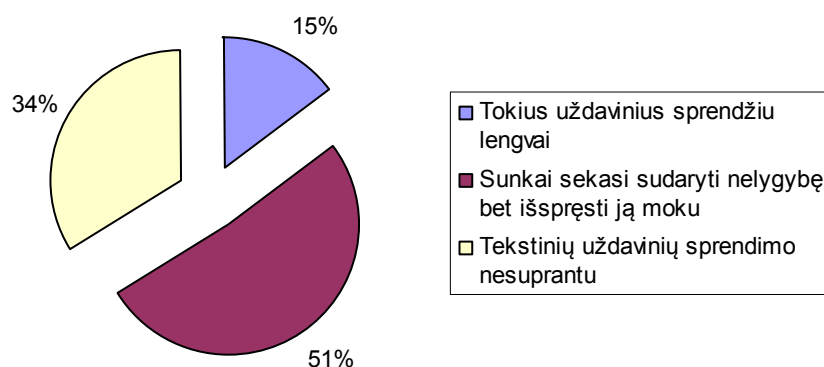
Mokiniai į pateiktą anketos klausimą „Ar mokate spręsti tiesines nelygybes?“ teigiamai atsakė 49 % , kad moka tik nesudėtingas nelygybes spręsti atsakė 17 %, 28 % respondentų daro klaidas taikydami nelygybių savybes, ypatingai daugindami ar dalindami

abi nelygybės puses iš neigiamo skaičiaus. Nelygybių sprendimo algoritmo nepavyko įsisavinti 6 % mokinių. Šio anketos klausimo rezultatų duomenys pavaizduoti 40 pav.



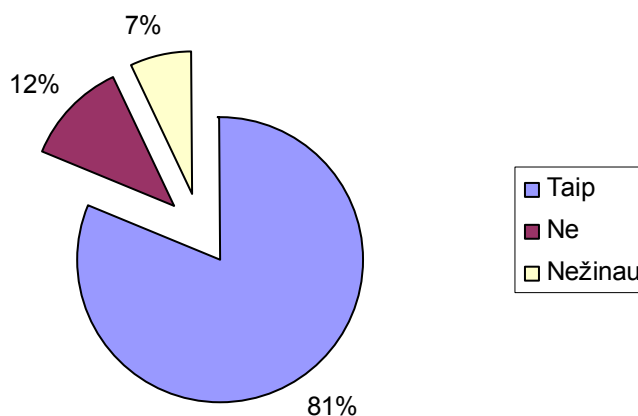
40 pav. Klausimo „Ar mokate spręsti tiesines nelygybes?“ rezultatų diagrama

Į anketos klausimą „Kaip mokate spręsti tekstinius uždavinius, kurių sprendimui reikalinga nelygybės sudarymas?“ tik 15 % mokinių atsakė teigiamai (41 pav.). Nemoka spręsti realaus turinio uždavinių net 34 %. 51 % mokinių sunku sudaryti nelygybę pagal pateiktą sąlygą, tačiau išspręsti ją mokiniai moka.



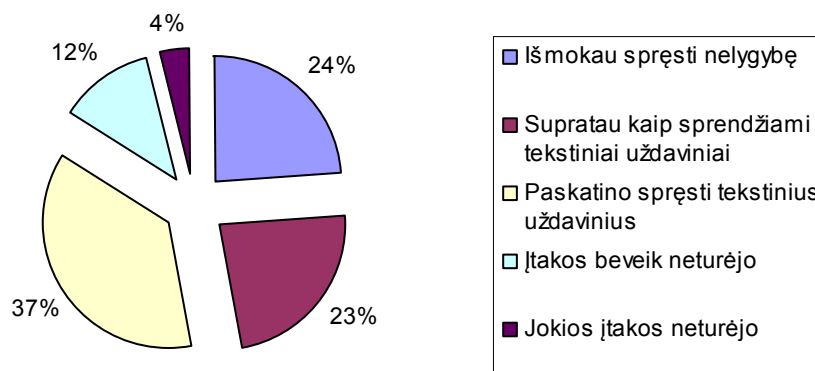
41 pav. Klausimo „Kaip mokate spręsti tekstinius uždavinius, kurių sprendimui reikalinga nelygybės sudarymas?“ rezultatų diagrama

Atliekant apklausą po kompiuterizuotos priemonės vartojimo, mokiniams buvo pateiktas klausimas „Ar patiko mokomoji priemonė „Sprendimo priėmimas“?“. Šią priemonę teigiamai įvertino 81 % respondentų. Tačiau buvo ir neigiamų nuomonių – 12 %. Rezultatų duomenys pateikti 42 pav.



42 pav. Klausimo „Ar patiko mokomoji priemonė „Sprendimo priėmimas“?“ rezultatų diagrama

Į anketos klausimą „Ar turėjo įtakos jūsų žinioms mokomoji priemonė „Sprendimo priėmimas“?“ net 84 % mokinių atsakė teigiamai (43 pav.). Iš jų 24 % išmoko spręsti tiesines nelygybes, 23 suprato, kaip sprendžiami tekstiniai uždaviniai, o 37 % mokinių paskatino domėtis ir spręsti realaus turinio uždavinius. 16 % respondentų priemonė naudojimas įtakos žinioms neturėjo.



43 pav. Klausimo „Ar turėjo įtakos jūsų žinioms mokomoji priemonė „Sprendimo priėmimas“?“ rezultatų diagrama

## 6.5. Tyrimo išvados

Mokiniam labiausiai patiko žaisminga realaus turinio uždavinio sprendimo dalis, kurioje panaudota animacija (krentanti moneta). Visi mokiniai sudarė ir išsprendė tiesinę nelygybę. Mokinių žinios ir įgūdžiai pagerėjo. Ši priemonė yra tik vieno realaus turinio uždavinio kompiuterizuotas variantas, tačiau šią idėją galima plėsti ir pritaikyti realaus turinio uždavinių grupei, kadangi informacinių technologijų integravimas į mokomuosius dalykus skatina mokinių mokymosi motyvaciją, didina ugdymo efektyvumą bei leidžia sėkmingiau individualizuoti ir diferencijuoti ugdymo procesą.



## 7. DARBO REZULTATAI IR IŠVADOS

Analizuojant 2003 ir 2005 metų nacionalinių aštuntos klasės mokinių pasiekimų tyrimų išvadas, pastebėta, kad mokiniams sunkiausiai sekasi tiesinių nelygybių sprendimas bei realaus turinio uždavinių sprendimas, kuriame pritaikomas lygčių ir nelygybių sprendimo modelis.

Remiantis mokiniams pateiktų uždavinių sprendimo analize, nustatyta, kad sunkiausiai mokiniai įsisavina nelygybių savybių taikymą, nepakankamai geba žinias taikyti realaus turinio uždavinių sprendimui.

Parengta mokomoji kompiuterinė priemonė „Delphi“ programos pagrindu - interaktyvus realaus turinio uždavinio sprendimas, kuris vaizdžiai parodo nelygybių savybių taikymą, sprendinių vaizdavimą. Kūrybiškas matematinių situacijų modeliavimas skatina mokinių mokymosi motyvaciją, žadina vaizduotę, smalsumą, skatina kiekvieną mokinį mokytis nepriklausomai nuo jo amžiaus, polinkių ir gabumų.

Šiame darbe pateikiama tik dalis idėjos įgyvendinimo. Siūlomu būdu gali būti sukurta mokomoji kompiuterinė priemonė, kurią sudarytų realaus turinio uždavinių grupė, atspindinti nelygybių sprendimo modelį.

## LITERATŪRA

1. Bendrosios programos ir informacinės technologijos, Vainas Brazdeikis, Vilnius, 1999, p.56.
2. Bendrosios programos ir išsilavinimo standartai, Vilnius, 2003, p. 332 – 334.
3. Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosios programos ir bendrojo išsilavinimo standartai. XI - XII klasės. Vilnius: Švietimo plėtotės centras, 2002.
4. Matematika 8. Mokytojų knyga. Autorių kolektyvas (8 klasei), 2003 Vilnius.
5. Matematika 8. II dalis, Autorių kolektyvas (vadovėlis 8 klasei), 2002 Vilnius.
6. Matematika 8. Uždavinynas. Autorių kolektyvas (8 klasei), 2002 Vilnius.
7. Nacionalinis VIII klasės moksleivių pasiekimų tyrimas. Didaktinė ataskaita, Vilnius, 2003, p. 25 - 41.
8. Nacionalinis VIII klasės moksleivių pasiekimų tyrimas. Didaktinė ataskaita, Vilnius, 2005, p. 32 - 42.
9. Programavimas Delphi. Išplėstinis modulis. XI-XII klasėms. Jonas Blonskis, Vytautas Bukšnaitis, Valentina Dagienė, Vacius Jusas, Romas Marcinkevičius. 2003 TEV, 320 p.
10. Programavimo pradmenys. XI-XII klasėms. Jonas Blonskis, Valentina Dagienė. 2001, TEV leidykla, 272 p.
11. Programavimas, vadovėlis. J.Blonskis, K.Baniulis, V.Jusas, R.Marcinkevičius, J.Smolinskas. 2000 Kaunas: KTU, 378 psl.
12. Šiuolaikinis mokymas. Praktinis vadovas. Geoff Petty. 2006 Vilnius, p. 432 – 454.
13. [www.emokykla.lt](http://www.emokykla.lt) (žiūrėta 2007-03-25).
14. [www.delphi.lt](http://www.delphi.lt) (žiūrėta 2007-10-10).
15. [www.matioka.lt](http://www.matioka.lt) (žiūrėta 2007-10-15).
16. [www.matema.tik.lt](http://www.matema.tik.lt) (žiūrėta 2008-02-19).
17. <http://pilis.if.ktu.lt/tt/tt4>; <http://testtool.ktu.lt> (žiūrėta 2007-02- 20).