

## Софтвер „Лењир и шестар“ и његово коришћење у настави математике

**Дарко Максимовић**

*PTech / Cisco Systems, Београд*

*e-mail: darko.maksimovic@gmail.com*

**Владимир Филиповић**

*Математички факултет, Београд, Студентски трг 16*

*e-mail: vladaf@matf.bg.ac.rs*

**Апстракт.** Анализа текућег стања и потреба школског система у Србији доводи до закључка да је том систему могуће пружити додатну подршку у виду информатичких средстава. За пример је узета област планиметрије за узраст од V до VIII разреда основне школе, где су најпре проучени наставни циљеви, а затим је осмишљен, дизајниран и имплементиран софтверски производ „Лењир и шестар“ за подршку додатној и допунској настави.

„Лењир и шестар“ је сачињен од две компоненте: дизајнера и прегледача. Дизајнер је намењен наставнику, који у њему може описати одређени геометријски поступак (конструкција), сачувати га и те понудити ученицима. Ученицима су на располагању и прегледач и дизајнер: помоћу прегледача они могу учитати поступак на свом рачунару, прегледати га и преслушати (по потреби више пута). Ученици потом могу тај поступак и учитати у дизајнер, модификовати га у циљу увиђања међусобних односа објеката при конструкцији или цели процес урадити самостално од почетка.

Описан је развој комплетног софтверског пакета, почев од анализе захтева, преко планирања, осмишљавања архитектуре и дизајна софтвера, до његове крајње имплементације. Описани су инеки од сценарија коришћења развијеног софтвера у настави.

**Кључне речи:** настава геометрије; лењир; шестар; софтвер; планиметрија.

### 1. Увод

У раду је описан развој софтверског производа који може представљати додатак школској настави планиметрије од петог до осмог разреда основне школе. Аутори су се ослонили на то да је пожељно да се прошири самостални ваннаставни рад ученика код куће и да рачунарске науке могу помоћи наставницима да лакше подстакну ученике на самостални рад. Захтеви који су постављени пред софтвер процењени су након пажљивог проучавања плана и програма наставе математике за поменути узраст, као и основног упознавања са тренутним стањем система образовања у Републици Србији по питању могућности дигитализације наставних средстава и по питању подршке која се у овм тренутку пружа самосталном ваннаставном раду.

Софтверски производ о коме је реч добио је назив „Лењир и шестар“, јер се у овом узрасту два алата највише користе у области планиметрије. Надаље, кориснички интерфејс је конципиран на такав начин да у највећој мери подсећа на коришћење ових алата. Наиме, педагошка вредност овог софтвера треба да лежи управо у допуни класичне наставе.

Софтвер „Лењир и шестар“ се састоји од две компоненте: дизајнера и прегледача. Дизајнер је намењен наставнику, који у њему може описати одређени геометријски поступак и сачувати

га на преносиви медијум или на дељено место на Интернету, те понудити својим ученицима. Ученику су на располагању и прегледач и дизајнер:

- помоћу прегледача он може учитати поступак на свом рачунару, прегледати га и преслушати (софтвер садржи аудио компоненту како би наставник могао да сними гласовни коментар који прати поступак-конструкцију);
- поступак добијен од наставника се може учитати у дизајнер и модификовати у циљу увиђања међусобних односа објеката или покушати да (у циљу увежбавања) цеопроцес самостално уради од почетка.

Делокруг развијеног софтвера је свесно ограничен на уско подручје:

1. Обухваћено је наставно градиво само из области планиметрије.
2. Обухваћен је само узраст од петог до осмог разреда основне школе.
3. Сâм кориснички интерфејс има ограничен скуп алата (мада се он, у случају потребе, може проширити).

Пројекат развоја софтвера „Лењир и шестар“ треба да послужи првенствено као смерница и илустрација како може да тече свеукупни развој софтверског система – како проучити потребе, начине њихових задовољења, затим одабрати методологију рада и реализовати производ. У овом раду имплементација је потом описана до крајњег стадијума реализације.

## **2. Анализа текућег стања**

У делу Стратегије развоја образовања у Србији до 2020. који се односи на тренутно стање кључних обележја система образовања у Србији, као један од главних изазова наводи се да постоји „изузетно мала заступљеност модерних облика рада у школи; наставници нису обучени за примену модерних концепата учења/наставе и нове улоге која следи из њих“ [1]. Иако с правом можемо претпоставити да се у овом контексту под модерним концептима учења/наставе на првом месту подразумевају повезивање теорије и праксе, експеримент, активно учење и друга достигнућа модерне педагогије, данас се у модерне концепте учења/наставе незаобилазно сврстава и примена рачунара и рачунарских технологија у процесу унапређења школске наставе.

Доминантно услед материјалних разлога, у Србији овај вид наставног средства још није узео пуног маха. Наиме, многе школе, посебно у неразвијеним крајевима, још увек немају ни рачунаре, ни везу са Интернетом, а то исто важи и за ученике код куће [1]. Ипак, посматрајући извештаје Републичког завода за статистику за 2010. годину, долазимо до охрабрујућег податка да је тренд снабдевања школа и домаћинстава рачунарским средствима у Србији узлазан, па је тако 2010. године 50,4% домаћинстава поседовало рачунар, што је за 3,6% више у односу на 2009. годину. Такође, у истом извештају сазнајемо да је 39% домаћинстава поседовало интернет-прикључак, што је за 2,3% више у односу на 2009. годину. Надаље, владине и невладине организације позитивно утичу на овај тренд. Тако је, на пример, у току школске 2008/2009. године Министарство за телекомуникације и информатичко друштво организовало акцију поклањања рачунара школама и повезивања тих рачунара на Интернет. Ови подаци наводе нас на закључак да ће у будућности број домаћинстава и школа у Србији који поседују рачунарска средства бити све већи, те да је држава постала довољно зрела да отпочне озбиљније напоре у унапређењу школства користећи се информационим технологијама и да развије или подржи развој неопходних софтверских пројеката који би то омогућили.

Наставни план и програм предвиђа да ученици **петог разреда** основне школе стичу знања неопходна за разумевање квантитативних и просторних односа и законитости у разним појавама у природи, друштву и свакодневном животу[2].Задатак наставе математике у овом разреду, по питању планиметрије и геометрије уопште, јесте да се ученици упознају са најважнијим равним геометријским фигурама и њиховим узајамним односима.Напоследку, ученици овог разреда треба да буду оспособљени за прецизност у мерењу, цртање и геометријске конструкције.

У оквиру скупа оперативних задатака наставе математике у **шестом разреду** основне школе [3], нагласак је стављен на усвајање скупова целих и рационалних бројева, као и на стицање потребних знања и вештина потребних за решавање једначина и неједначина. Међутим, и у овом разреду се изучавају основе геометрије равни, па тако план и програм за овај разред садржи следеће:

- Класификација троуглова и четвороуглова и њихова основна својства
- Релација подударности и њена основна својства
- Једнакост површи геометријских фигура и правила о израчунавању површина троуглова, паралелограма и других четвороуглова

У **седмом разреду**[4] ученици се упознају с концептом степена броја, те основама полиномског рачуна, што ће интензивно користити у средњој школи и у наставку школовања.У истом разреду упознаје се једна од најважнијих теорема геометрије, Питагорина теорема, која ће у каснијим разредимазаједноса поменутиим степенима и полиномима створити основу за упознавање са тригонометријом. Следи потпун списак оперативних задатака везаних за планиметрију у седмом разреду:

- Питагорина теорема и њена примена код свих изучаваних геометријских фигура у којима се може уочити правоугли троугао
- Најважнија својства многоугла и круга
- Приближна конструкција ма ког правилног многоугла и геометријска конструкција појединих правилних многоуглова (са 3, 4, 6, 8 и 12 страница)
- Најважнији обрасци у вези са многоуглом и кругом који се могу применити у одговарајућим задацима
- Појам размере дужи и својства пропорције
- Појам сличности троуглова и њена примена у једноставнијим случајевима

Геометрија у**осмом разреду**обухвата тродимензионални простор и тродимензионалне фигуре (тачка, права и раван у простору, затим призма, пирамида, ваљак, купа, лопта), те представља посебан изазов за израду софтвера.Важно је напоменути, међутим, да се у свакодневной школској настави и ова област покрива коришћењем дводимензионалних наставних средстава, попут свеске и табле, при чему се ослања на ефекте перспективе и пројекције коју ђаци прилично лако препознају.На тај начин, иако пројекат који ће се развити не покрива тродимензионалне просторе и фигуре, у њему ће свакако бити могуће симулирати их одговарајућим дводимензионалним фигурама.

### 3. Захтеви који се постављају пред софтвер

Допунска и додатна настава у класичном смислу уобичајено се спроводе „лицем у лице“, било тако што наставник у склопу наставног програма добровољно реализује ту наставу за оне којима је потребна, било тако што за допунску наставу родитељи/старатељи ученика плаћају за

приватне часове стручним лицима. И у једном и у другом случају отежавајуће околности су простор и време. Тај проблем се може превазићи уз помоћ рачунарског софтвера. Прво, наставник може користити одређени софтвер да осмисли и опише одређени математички поступак, сачува га и потом препусти ученицима на коришћење. Друго, ученици овакав производ (како софтвер, тако и поступак који је у њему приказао наставник) могу користити у произвољном тренутку, онда када су расположени, а такође и бесплатно, или у најмању руку (ако рачунамо трошкове рачунара) по знатно нижој цени од оне која се плаћа за приватне часове.

У контексту планиметрије и Плана и програма за основну школу, софтвер који би се користио мора задовољити следеће захтеве:

1. Лако и прецизно цртање основних равних геометријских фигура: тачка, дуж, троугао, правоугаоник, произвољан многоугао, затим круг, угао и, за потребе обележавања и коментара, текст.
2. Промена већ нацртаних објеката: промена параметара (трансформација), померање (транслација) и окретање (ротација).
3. Памћење појединачних корака одређеног поступка, у оном редоследу којим се постиже решење одређеног задатка, да би се исти доцније могли репродуковати.
4. Део пројекта у којем наставник описује жељени поступак мора бити једноставан, не само зато што је потребно да се наставник у њему лако снађе, већ и зато што би било добро да наставник може препустити ученику да сам дефинише одређени поступак, било за вежбу, било за домаћи рад, чиме ученик излази из искључиво пасивне улоге посматрача и преузима иницијативу за креирање сопственог решења.
5. За ученике се мора направити и транспарентни део пројекта, прегледач (енг. player), у ком ће они моћи да посматрају резултат рада наставника и да тако усвоје потребно знање. Ово је потребно да би се ученици у одговарајућим тренуцима могли усредсредити само на дотични задатак, не улазећи у појединости самог програма за цртање и његовог окружења.
6. Како су одређени геометријски поступци или појединачни кораци поступка такве природе да захтевају усмено објашњење наставника, пројекту је и поред свих наведених ставки потребна компонента снимања гласа, као незаменљив фактор преношења знања. Наставник треба бити у стању да дефинише тачан тренутак у којем ће се његов гласовни коментар репродуковати у току презентације.

Остваривање софтвера који поседује поменуте особине омогућило би циљним ученичким групама да у тренутку кад им највише одговара, ван наставе или током ње, надокнаде пропуштене лекције или стекну допунска знања, са скоро свим елементима које добијају у настави уживо: цртеж је јасан и прецизан, поступак се спроводи у правом редоследу и у кључним тренуцима чуће се гласовно објашњење наставника. Надаље, ученик ће имати и једну могућност коју нема ни у једном облику директне комуникације са наставником: да се позиционира на произвољан тренутак у току поступка, врати се неколико секунди или минута уназад ако му нешто није било јасно или жели да утврди знање, или да прескочи део поступка с којим је већ упознат, у циљу уштеде времена.

#### 4. Дизајн и имплементација софтвера

При изради софтверског пројекта неопходно је одабрати одговарајућу методологију развоја. С обзиром да су потребе корисника унапред познате, изабрана је „традиционална“ методологија рада, која дозвољава правилан дизајн и која не захтева вођење бриге о сталним променама захтева клијента - „водопад“ (енг. waterfall)[7].



Слика 1. Методологија „водопад“

Модел водопада представља секвенцијални дизајн у којем се напредак пројекта, док пролази кроз различите фазе развоја, приказује у строго силазној путањи, као водопад. Према [6], ове фазе су:

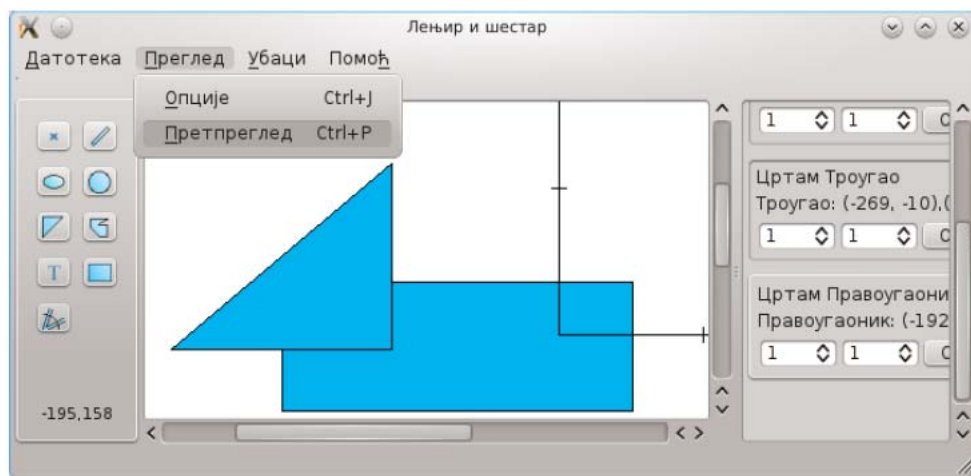
1. Анализа – целокупан опис функционалности које пројекат треба да омогући.
2. Дизајн – на основу потреба наведених у претходној фази долази се до општег дизајна пројекта у смислу архитектуре софтверских компонената и корисничког интерфејса.
3. Имплементација – потребно је уложити конкретан труд на изради појединачних компонената дизајна.
4. Провера – по завршетку развоја, проверава се функционална исправност засебних компонената система и пројекта у целини.
5. Одржавање – потребно је пратити функционалност система у пракси и излазити у сусрет корисницима, у смислу решавања проблема на које корисници наиђу и додатних захтева који се од њих могу појавити.

##### 4.1. Анализа

У фази анализе треба разрадити одговоре на захтеве 1-6 који су дефинисани у претходном поглављу. Посебну пажњу треба обратити на изглед корисничког окружења дизајнера и прегледача.

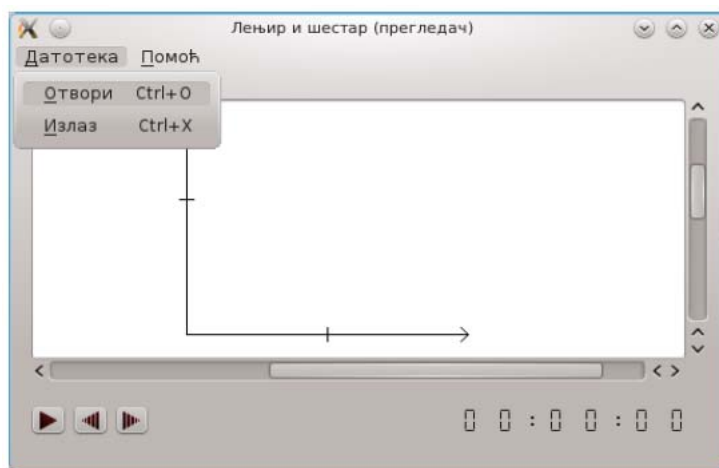
Највећи део главног прозора **апликације за цртање** заузима простор за цртање, односно главни простор. Он се растеже и скупља у складу са величином корисничког прозора тако да увек заузима највећи његов део, по водоравном и по усправном правцу. Лево од простора за цртање је уска секција са по једним дугметом за цртање сваког типа објекта. Десно од простора за цртање је потпрозор „историја анимација“. Пример изгледа радног простора може се видети на слици 2.

Изнад простора за цртање је уска трака коју различити видови формирања анимације користе као контекстуалну палету параметара: док се будецртао објекат, ту ће бити представљене графичке контроле за нумерички и текстуални унос параметара тог објекта.



Слика 2. Главни прозор: главни мени у врху, лево алатке за цртање, потом у средини главни простор и десно историја извршених акција поступка

У прозору **прегледач** неће постојати палета за цртање, историја извршених акција поступка и контекстуална палета, као нивећи део команди главног менија - биће задржане само команде за отварање документа и излаз из апликације, као и команда за приступ прозору са основним информацијама о програму/прегледачу. На дну апликације прегледача биће дугмад за пуштање снимка, паузирање, померање за неколико секунди унапред и уназад, те приказ протеклог времена од почетка снимка (слика 3).



Слика 3. Прегледач, главни прозор са менијем и командама за руковање снимком

У дизајнеру постоји укупно осам врста **објеката за цртање**: тачка, дуж, троугао, правоугаоник, елипса, многоугао и текст. Сваки од њих има себи својствене улазне параметре и помоћна средства, али све врсте објеката имају и одређена заједничка својства. Ова заједничка својства су:

1. Сваки објекат има своје име (текстуални параметар) и боју.
2. При цртању, за сваки објекат ће бити доступна пречица уз помоћ тастера „контрол“; ако се држи притиснутим током дефинисања било које тачке објекта, дефинисана тачка ће „скакати“ до најближе тачке најближег суседног објекта, ако је та тачка удаљености мањој

од Л пиксела од текуће позиције курсора миша. У литератури на енглеском језику ова могућност се уобичајено зове „пуцкање прстима“ (енг. *snap, snapping*).

Параметри за различите врсте објеката, поред имена и боје који су заједнички за све врсте објеката, биће следећи:

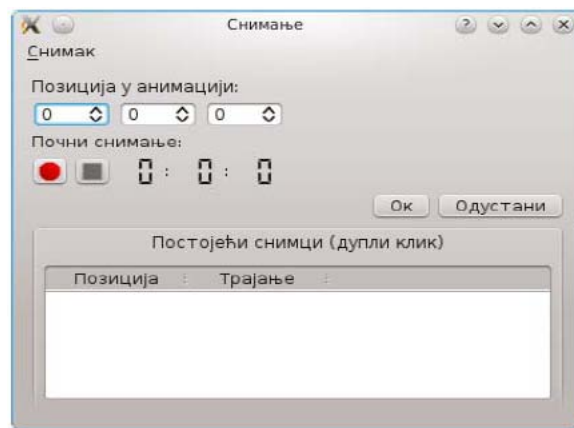
- Тачка: тачка
- Дуж: две тачке (почетак и крај)
- Троугао: три тачке (темена)
- Правоугаоник: тачка и два реална броја, (горње лево теме, дужина и висина)
- Кружница: тачка и реалан број (центар и полупречник)
- Елипса: тачка и два реална броја (центар и два полупречника)
- Многоугао: тачке (темена)
- Текст: ниска (садржај), тачка (горњи леви угао), ниска (име фонта), један од бројева из скупа {8, 10, 12, 14, 16, 18, 22, 26, 32} (величина фонта) и једна од вредности из скупа {подебљано, искошено, подвучено} (стил фонта).

**Анимације** се користе да би се приказао одређени геометријски поступак. Све анимације имају време трајања у секундама, које ће диктирати брзину исцртавања при репродукцији.

- Исцртавање; Основна врста анимације представља само исцртавање објекта. Кроз дефинисање новог објекта на сцени, корисник имплицитно додаје и нову анимацију у процесу описивања дотичног математичког поступка.
- Промена параметара објекта; Потребно је обезбедити постепени приказ промене параметара или параметра из старевредности у нову, у оном временском року који корисник одреди за трајање те анимације.
- Ротација; Анимација омогућава да број степени буде преко 360°, да би се објекат евентуално ротирао и више пута око центра ротације. Надаље, иницијални центар ротације је центар објекта, који је дефинисан онако како захтева врста тог објекта, али могуће га је померити (мишем) и затим извршити ротацију око те тачке.
- Померање; Потребно је обезбедити да се објекат континуално помери из почетног у крајњи положај.

Одабиром неке од команди за додавање анимације (цртање новог објекта или трансформација постојећег), корисник улази у режим дефинисања анимације. То значи да су му изнад простора за цртање доступне графичке контроле за прецизно дефинисање анимације и да се кликом на десни тастер миша добија контекстни мени који се односи на анимацију која је у току.

Програм ће бити снабдевен могућношћу снимања **звуча**. Звук ће бити могуће само снимити, тј. неће бити подржан увоз произвољне постојеће аудио датотеке, из разлога што подршка за звук постоји у циљу снимања гласовног коментара наставника, а не из естетских разлога. Звук се може снимити и поставити између две анимације, пре прве анимације или након последње (слика 4).



Слика 4. Дијалог за снимање звука. Позиција у анимацији означава тренутак када звук који се снима отпочиње с репродукцијом

Десно од простора за цртање налазиће се **сеисторија анимација**, одељак где је приказана листа досадашњих анимација. То обухвата и креирање објеката и трансформације извршене над њима. Последња ставка у листи (која је на врху) имаће у контекстуалном менију ставку "Измени", која ће дозволити да се та последња анимација врати у режим дефинисања. На преостале ставке моћи ће се кликнути левим тастером миша, чиме ће се узроковати да се уклоне анимације које су направљене после ње, односно да се сцена врати у стање када је изабрана анимација била последња која је додата.

Програм омогућава кориснику да **сачува** текући документ и отвори неки постојећи. Датотеке ће имати екстензију HWD (скраћеница за енгл. HomeWork Document, изабрали аутори). Подаци ће се чувати у формату XML [8]. Овај формат омогућава запис произвољног пакета података у проширеном формату, безбедно за мрежни пренос и омогућава кодирање по редослед Unicode. Звучни запис, у циљу безбедног преноса у оквиру XML документа, биће кодиран помоћу алгорита Base64, чиме ће цео пакет имати текстуални формат. Моћи ће се отворити уз помоћ једноставног едитора текста. Пошто је XML интуитиван, корисник ће моћи одабрати и да ручно уређује документ или да едитором генерише процес.

## 4.2. Дизајн

У фази дизајна се доносе одлуке које дају печат на укупан успех предузетог софтверског пројекта.

За развој овог софтверског пакета одабран је програмски језик C++. У развоју је коришћена једна од најпознатијих мултиплатформских библиотека за развој Qt (чита се „кјут“, „кјути“, или једноставно: „ку-те“), слободна за коришћење (лиценца ЛПГЛ [9]), доступна за C++ и таква да подржава лак развој графичког корисничког интерфејса.

Библиотеку Qt је развила норвешка компанија „Trolltech“, а власништво над њом и даљи развој 2008. године је преузела компанија „Nokia“, куповином компаније „Trolltech“. Читав низ високо-комерцијалних програма развијен је користећи ову библиотеку, попут: „Autodesk Maya“, „Adobe Photoshop Elements“, „Skype“, „VLC media player“ и „Mathematica“. Програм

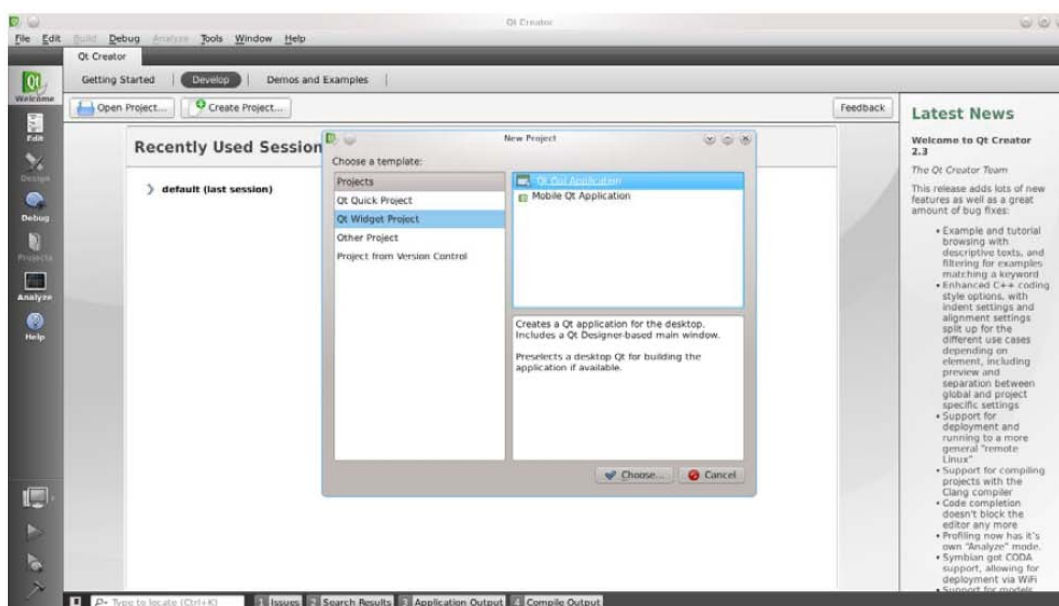


писан коришћењем овог софтверског пакета може се компајлирати и извршити на различитим оперативним системима: постоји подршка за Windows, Linux, Mac OS, као и за различите мобилне платформе [10].

Програмирање у библиотеци Qt је вођено догађајима. То значи да програмер користи језичка проширења библиотеке да дефинише догађаје које објекти могу дашиљати (сигнале) и функције које ће реаговати на те догађаје (слотове).

У основи Qt-а и постоји низ уграђених графичких алата који помажу развоју:

- Qt Designer; програм који омогућава „цртање“ графичких контрола и прозора
- Qt Linguist; програм који омогућава локализацију графичког интерфејса
- Qt Creator; интегрише претходне алатке, уз текстуални едитор и интегрисано компајлирање и организовање пројекта



Слика 5. Qt Creator; приказан је дијалог за прављење новог пројекта

#### 4.3. Имплементација

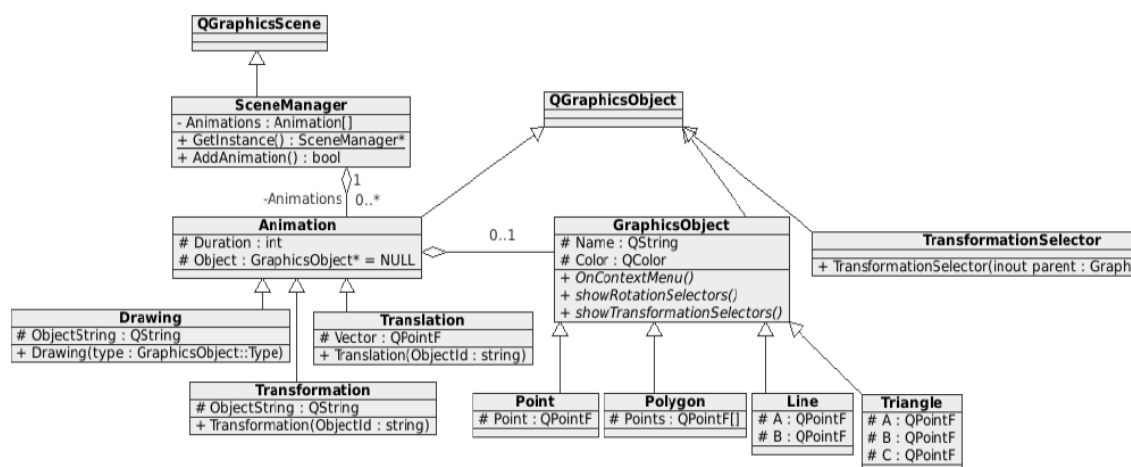
Укупна величина изворног кода пројекта је 588 килобајта, од чега око 350 килобајта отпада на дизајнер, а око 240 килобајта на прегледач, при чему је релативно велики део кода заједнички за оба програма. Мерено у страницама A4 формата, ово износи око 355 страница текста; због тога се у овом раду не приказује изворни код.

Кључне компоненте развијеног система су:

- Менаџер сцене, класа изведена из класе QGraphicsScene; рукује сценом коју обухвата и свим припадајућим објектима. Он врши валидацију додатних објеката, претрагу, образовање XML документа на основу текућег стања сцене и репродукује стање сцене на основу датог XML документа.
- Класе за графичке објекте, које обухватају: угао, круг, елипсу, дуж, тачку, многоугао, правоугаоник, текст и троугао. Оне су изведене из базне класе „графички објекат“, која јесам изведена из класе QGraphicsObject.

- Руковаоци трансформације објеката (при процесу ротације, трансформације итранслације) такође су графички објекти. Графички објекти на које се односе ови руковаоци прате њихово кретање и реагујуодговарајућом трансформацијом.
- Анимације су такође имплементирани као графички објекти. Наиме, свакаанимација садржи, поред саме референце на објекат који се мења, и другепратеће декорације, почев од споменутих руковалаца. Анимација за цртање јевласник датог графичког објекта, а друге анимације садрже референцу на тај графички објекат у циљу упућивања инструкција за трансформацију.
- Главни прозор је централни ентитет апликације, који спаја све наведене иненаведене елементе дизајна: у његовом средишту је графички преглед у чијојпозadini ради менаџер сцене; клик мишем на алатку за цртање узрокује да сена сцену дода анимација цртања оног објекта на које се односи дотично дугме;историја анимација посматра стање сцене и одражава га графички; главнипрозор води рачуна о звуцима убаченим у текући документ и захтева одменаџера сцене да обави интеракцију са садржајем датотеке коју корисник изабереу циљу чувања, отварања или репродукције.
- Постоје два додатна прозора са сопственом логиком: прозор за снимање звука,који користи модул за рад са улазним и излазним аудио уређајима, те прозор за подешавање корисничких опција, који чувају задата подешавања у иницијализационудатотеку, регистар или трећи ентитет зависан од конвенције оперативног система.

На слици 6.је приказан UML дијаграм основних класа [11] које су коришћене у програму.



Слика 6.UML дијаграм основних компоненти система

#### 4.4. Провера

У пројекту креирања софтверског производа провера заузима скоро исти временски период и уложени труд као и сам развој.У случају овог софтвера, спроведена је детаљна провера задовољења првобитно постављених циљева, уклоњене су бројне грешке(багови) које су се појавиле у току имплементације, тако да су преостале неке суптилнегрешке чије ће исправљање бити размотрено у каснијим фазама.За потребе овог рада илустроваће се корисност пројекта на једном реалном примеру.

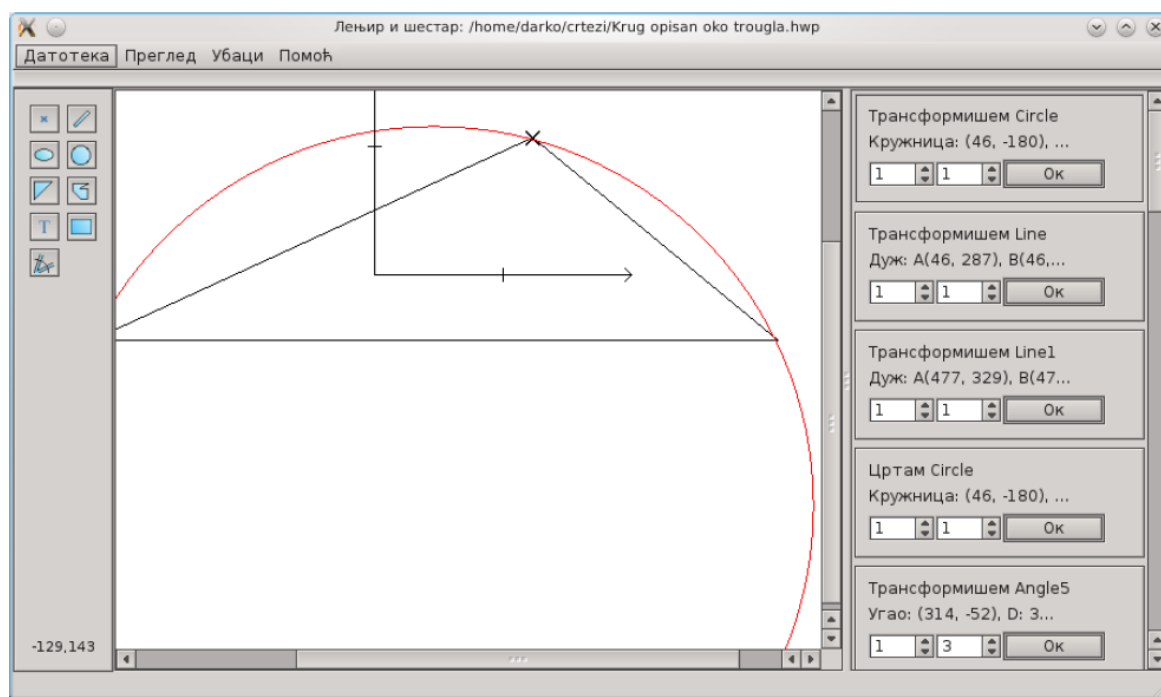
**Пример.** Описати конструкцију кружнице описане око троугла.

Решење: Процес ћемо описати корак по корак:

1. Отварамо главни прозор дизајнера и бирамо алат „троугао“
2. Кликнемо по једном на три различита положаја на екрану да бисмо добили троугао ABC
3. Кликнемо „готово“ да бисмо означили да смо задовољни датим троуглом
4. Бирамо алат „лук“ и цртамо по два лука истог пречника са центрима у А и В, такода се пресецају (након цртања сваког лука, кликнемо на дугме „готово“)
5. Бирамо алат „дуж“ и цртамо дуж MN која спаја пресеке лукова из корака 5.
6. Понављамо корак 4 за тачке В и С и корак 5 да бисмо добили дуж OP
7. Бирамо алат „круг“
8. Цртамо кружницу са центром на пресеку дужи MN и OP, која пролази кроз темена троугла
9. Снимамо датотеку

Добијену датотеку можемо пустити како помоћу дизајнера, тако и уз помоћ прегледача.

Резултат конструкције у дизајнеру приказан је на слици7.



Слика 7.Кружница описана око троугла, конструисана и приказана у дизајнеру

## 5. Закључак

У раду се предлажу мере за информатичку подршку школству, у контексту наставе математике (геометрије у основној школи). Прво су проучени наставни циљеви, а затим је описано осмишљавање, дизајнирање и имплементација софтверског производа „Лењир и шестар“ за подршку додатној и допунској настави. У покушају да се илуструје развој овог пројекта, уједно су приказани неки од основних корака које треба предузети да би се организовао и остварио ма који софтверски пројекат, почев од анализе захтева, преко избора технологија и развоја архитектуре, до конкретних корака имплементације у развојном окружењу и изворном коду.

Описанису развој и карактеристике комплетног програма, који може представљати основу за даљи развој, у циљу унапређења наставе математике кроз самостални ваннаставни рад ученика. Даљи развој би могао бити усмерен на бољу подршку за звук (нпр. увоз готових датотека), олакшан кориснички интерфејс, више пречица на тастатури, памћење параметара последње нацртаног објекта да би се употребили у наредном, поновно извршење последњег корака итд.

У овом пројекту је изабрана основно-школска планиметрија у којој је већи део градива усмерен на учење различитих поступака конструкције или начина израчунавања одређених вредности, те су подобни за приказ у форми анимације. Друге области математике захтевале би засебан софтвер, а свакако да посебан изазов представља развој пројеката за подршку другим школским предметима.

Носиоци развоја пројеката везаних за школско градиво у идеалном случају били би сами наставници, који су детаљно упућени у План и програм, имају искуство у раду са децом и евидентно су опредељени за наставни рад, што треба да значи да су обogaћени ентузијазмом за сопствени развој и развој наставе. Истовремено, рад наставника у овом домену није предвиђен Планом и програмом и било би неопходно користити слободно време за развој, а финансијски статус наставника у Србији данас није задовољавајући. Зато је неопходно да се значај тих пројеката препозна, како у Министарству просвете Републике Србије, тако и у ширим круговима нашег друштва, те да се пружи одговарајући подстрек њиховом развоју.

### Библиографија

- [1] **Министарство просвете и науке Републике Србије.** Стратегија развоја образовања у Србији до 2020. године, 2012.
- [2] **Министарство просвете и науке Републике Србије.** Наставни програми за пети разред основног образовања и васпитања, Завод за унапређење образовања и васпитања Републике Србије, 2012. [http://www.zuov.gov.rs/novisajt2012/naslovna\\_nastavni\\_planovi\\_programi.html](http://www.zuov.gov.rs/novisajt2012/naslovna_nastavni_planovi_programi.html)
- [3] **Министарство просвете и науке Републике Србије.** Наставни програми за шести разред основног образовања и васпитања, Завод за унапређење образовања и васпитања Републике Србије, 2012. [http://www.zuov.gov.rs/novisajt2012/naslovna\\_nastavni\\_planovi\\_programi.html](http://www.zuov.gov.rs/novisajt2012/naslovna_nastavni_planovi_programi.html)
- [4] **Министарство просвете и науке Републике Србије.** Наставни програми за седми разред основног образовања и васпитања, Завод за унапређење образовања и васпитања Републике Србије, 2012. [http://www.zuov.gov.rs/novisajt2012/naslovna\\_nastavni\\_planovi\\_programi.html](http://www.zuov.gov.rs/novisajt2012/naslovna_nastavni_planovi_programi.html)
- [5] **Министарство просвете и науке Републике Србије.** Наставни програми за осми разред основног образовања и васпитања, Завод за унапређење образовања и васпитања Републике Србије, 2012. [http://www.zuov.gov.rs/novisajt2012/naslovna\\_nastavni\\_planovi\\_programi.html](http://www.zuov.gov.rs/novisajt2012/naslovna_nastavni_planovi_programi.html)
- [6] **W.W. Royce.** Managing the Development of Large Software Systems, *Proceedings of IEEE WESCON*, pp. 1-9, 1970.
- [7] **I. Sommerville.** Software Engineering, 9<sup>th</sup> edition, *Addison-Wesley Boston, MA, USA*, 2011.
- [8] **M. MacDonald.** Beginning ASP.NET 2.0 in C# 2005, *Apress, New York, NY, USA*, 2006.
- [9] **Nokia.** Комплетни подаци о лиценци за Qt, 2013. <http://qt.nokia.com/products/licensing>
- [10] **Nokia.** Списак подржаних платформи за Qt, 2013. <http://doc.qt.nokia.com/4.7-snapshot/supportedplatforms.html>
- [11] **R. Miles, K. Hamilton.** Learning UML 2.0, *O'Reilly, Cambridge, MA, USA*, 2006.