

## Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) põhikooli matemaatikaõppes

Allar Veelmaa, Loo Keskkool

Kui eelmise sajandi lõpus ja selle sajandi esimestel aastatel pöörati põhitähelepanu koolide varustamisele IKT vahenditega (arvutid, projektorid, interaktiivsed tahvlid jms), siis nüüd on põhiprobleem selles, kuidas tehnilisi vahendeid õppetöös efektiivselt kasutada. Arengufondi raportis „IT+haridus“ märgitakse: „Suurimad probleemid, mida IKT abil saab lahendada, on õpihuvi suurendamine õpitava huvitavamaks muutmise kaudu ning koolides pakutava hariduse kvaliteedierinevuste vähendamine. ... Eesti laste teadmised (sh ennekõike loodusteadustes ja matemaatikas) on rahvusvahelises võrdluses üsna head, samas kui laste huvi õppida on väike.“

Probleeme, mida rakendatav õppekava seab koolide ja kohalike omavalitsuste ette, on mitmeid – õpetajate koolitamine IKT valdkonnas ning füüsilise õpikeskkonna kaasajastamine (arvutite hankimine vastavalt uue õppekava nõuetele, tehniliste abivahendite soetamine ning tarkvara muretsemine).

Arvuti kasutamine matemaatikaõppes on õigustatud vaid juhul, kui õpetajal on selge ettekujutus, mida ta lastele arvuti abil õpetab (mille võrra lapsed kogenenumaks, targemaks saavad?); kuidas saavad lapsed arvutiklassis omandatud vilumusi ja teadmisi kasutada ka teistes õppeainetes (või igapäevases elus) ning kas sama teemaga on lapsel võimalik iseseisvalt tegeleda (näiteks kodutöid tehes või lihtsalt kõrgendatud huvi tõttu).

### IKT-st põhikooli riiklikus õppekavas

Põhikooli riikliku õppekava üldosa §6 alapunktis 4 kirjutatakse:

*füüsilist keskkonda kujundades jälgib põhikool, et:*

- 1) kasutatavate rajatiste ja ruumide sisustus ning kujundus on õppe seisukohast otstarbekas;
- 2) õppes on võimalused kasutada internetiühendusega arvutit ja esitlustehnikat ning õpilastel on võimalus kasutada kooliraamatukogu;
- 3) kasutatavate rajatiste ja ruumide sisustus on turvaline ning vastab tervisekaitse- ja ohutusnõuetele;
- 4) ruumid, sisseseade ja õppevara on esteetilise väljanägemisega;
- 5) kasutatakse eakohast ning individuaalsele eripärale kohandatavat õppevara, sealhulgas nüüdisaegseid info- ja kommunikatsioonitehnoloogiatel põhinevaid õppematerjale ja –vahendeid.

Alapunktidest (2) ja (5) ilmneb, et matemaatikaklassis peab olema võimalus kasutada nii internetiühendusega arvutit kui ka esitlustehnikat (videoprojektor, interaktiivne tahvel, dokumendikaamera jms). Senine praktika, kus matemaatikatunde viiakse läbi arvutiklassides, on kaheldav. Klassi ettevalmistamine tunniks, programmide töövalmiduse kontrollimine igas arvutis jms kulutab tarbetult osa õppeks ettenähtud ajast. Arvutiklassi kasutamine õigustab end siis, kui õpilased täidavad mahukamaid tööülesandeid, milleks kulub terve koolitund.

Õpetajaarvuti ja projektori olemasolu on triviaalne eeldus õppekava nõuete täitmiseks. Õpetajal on kasutada mitmeid õppe ilmestamiseks mõeldud demomaterjale, mida võib leida nii internetist kui ka matemaatikaõpetajate kogukonna veebilehelt <http://mott.edu.ee>. Sellelt lehelt on võimalik edasi liikuda mottwiki veebilehele <http://mott.edu.ee/mottwiki/index.php/Esileht>, kus on kogu ainekava lahti kirjutatud teemade kaupa ning nende teemade juurde lisatud ka viited

olemasolevatele õppematerjalidele. Kasulikke materjale leiab õppematerjalide lehelt, mille aadress on [http://mott.edu.ee/component/option,com\\_remository/Itemid,28/](http://mott.edu.ee/component/option,com_remository/Itemid,28/).

Enamkasutatavaid õpiprogramme (*Wiris, GeoGebra, T-algebra* vms) on õpetajal soovitatav tutvustada õpilastele, nii et nad oleksid võimelised neid iseseisvalt kasutama nii koduste tööde tegemisel (lahenduste kontrollimisel), kui ka teistes õppeainetes (näiteks füüsika ja keemia) antud ülesannete lahendamisel.

### **IKT vahendite kasutamisest I kooliastme matemaatikaõppes**

**Esimeses klassis** tegeleb laps arvudega saja piires (tunneb arve, loeb ja kirjutab neid, võrdleb, järjestab neid). Võimaluse korral tasub siin kasutada interaktiivse tahvli võimalusi (Smart, Cleverboard vms). Ühelt poolt saab õpetaja arvuti ja projektori abil muuta tunni ja teema lastele huvitavamaks võrreldes „kriidi-tahvli“ meetodiga, teiselt poolt on võimalik laps haarata aktiivselt õppesse.

Arvutamisesannete puhul (liitmine ja lahutamine 20 piires, arvutamine täiskümnetega kuni sajani) võib õpetaja koostada HotPotatoes´e abil valikvastustega teste või kasutab interaktiivse tahvli testide koostamise võimalusi (näiteks Cleverboard tahvilil on selleks WordWall).

Geomeetriliste kujundite õpetamiseks on kõigile kättesaadav programm GeoGebra, mille abil on võimalik kujundeid joonestada, neid suurendada ja vähendada, muuta külgede pikkusi jms.

Arvutamisõskuse lihvimiseks on loodud mitmeid *T-algebra* ülesannete kogusid (neid saab alla laadida aadressilt

[http://mott.edu.ee/component/option,com\\_remository/Itemid,28/func,select/id,95/orderby,3/](http://mott.edu.ee/component/option,com_remository/Itemid,28/func,select/id,95/orderby,3/)

Märkimata ei saa jätta ka interneti võimalusi õpivara leidmiseks. Kirjutades Google´i otsingusse märksõnad „math games“ saame hulgaliselt vasteid, õpetaja ülesandeks on nende hulgast sobivad välja valida.

**Teises ja kolmandas klassis** tegeletakse juba tõsise arvutamisega ja siit ka soovitus: võimaluse korral kasutada peastarvutamise harjutamiseks Miksikese keskkonnas *Pranglimist*. Korrutustabeli harjutamiseks sobib näiteks Anti Teepere pisiprogramm „Korratabel“. Harilike

murdude  $(\frac{1}{5}; \frac{1}{4}; \frac{1}{2}; \frac{1}{3})$  tutvustamiseks on üheks võimaluseks Smart Notebook Math Tools´i

võimaluste kasutamine (siin on võimalik tervik jagada osadeks ja osadest kokku panna terve jms). Tasandi- ja ruumikujundite õpetamisel võib kasutada programmi GeoGebra või mõnda selle analoogi (näiteks Euklid). Programmi HotPotatoes abil võib koostada lastele erineva tasemega teste (valikvastused, lünktekst, vastavusse seadmine, ristsõna lahendamine vms), küsimuste koostamisel võib inspiratsiooni saada veebilehelt <http://www.ixl.com/>. Kella tundmaõppimisel on oluline, et lapsed määravad aega nii osutitega kellalt kui ka digitaalkellalt. Siin soovitame kasutada näiteks Smart tahvli tarkvara, kuid töötavaid kellade simulaatoreid võib leida ka internetist.

Õppematerjalide lehelt võib teise klassi jaoks leida *liitmise- lahutamise mängu* ([http://mott.edu.ee/component/option,com\\_remository/Itemid,28/](http://mott.edu.ee/component/option,com_remository/Itemid,28/)).

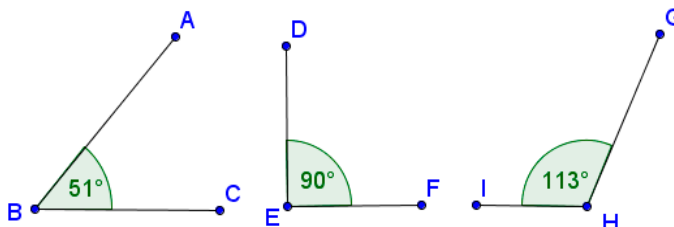
## IKT vahendite kasutamisest II kooliastme matemaatikaõppes

**Neljandas klassis** õpib laps tundma ning liitma ja lahutama naturaalarve kuni miljonini. Peast tuleb osata liita ja lahutada kuni kolmekohalisi arve. Peastarvutamise harjutamiseks on soovitatav kasutada *Pranglimist* kui kõige kättesaadavamat vahendit (lapsed saavad ka kodus ise pranglida, eelduseks on internetiühenduse olemasolu).

Neljanda klassi jaoks on õppematerjalide leheküljel veebipõhine *harjutus kirjaliku liitmise kohta, Powerpointi esitlus kujundi ümbermõõdu ja pindala kohta ning kordamiseks mõeldud ristsõna* (vt [http://mott.edu.ee/component/option,com\\_remository/Itemid,28/func,select/id,92/](http://mott.edu.ee/component/option,com_remository/Itemid,28/func,select/id,92/)).

**Viiendas klassis** on hea peastarvutamise harjutamiseks kasutada *Pranglimise* võimalusi. Kui on vaja leida arvu tegureid ja kordseid, määrata kindlaks, kas arv on algarv või mitte, leida suurimat ühistegurit ja vähimat ühiskordset, siis on võimalik kasutada programmi Wiris (vt joonis 1). Nurkade ja sirgete käsitlemisel saab kasutada programmi GeoGebra (vt joonis 2).

SÜT(12,44) → 4  
VÜK(12,44) → 132  
tegurda(44) →  $2^2 \cdot 11$   
tegurda(12) →  $2^2 \cdot 3$



Joonis 1

Joonis 2

Mõõtühikute teisendamise tulemuste kontrollimiseks võib kasutada mitmesuguseid veebipõhiseid kalkulaatoreid (näiteks <http://www.kalkulaator.ee/?lang=1&page=12>). Ülesanded võib koostada õpetaja ise, kuid on võimalik kasutada ka töölehti, mis paiknevad Miksike keskkonnas (vt <http://www.miksike.ee/documents/main/lisa/6klass/1eesti/matem/6-1-5.htm>).

Statistika elementide õpetamisel (*Arvandmete kogumine ja korrastamine. Sagedustabel. Skaala. Diagrammid: tulpdiaagramm, sirglõikdiaagramm. Aritmeetiline keskmine*) on otstarbekas kasutada *MS Excelit* või *Open Office* tabelarvutusprogrammi.

**Kuuendas klassis** pühendatakse suur osa ajast tehetele harilike murdudega. Siin on võimalik kasutada nii *T-algebrat* kui ka *Wirist* (peab arvestama, et Wiris ei tunne segaarve, seepärast on vaja neid nüansse õpilastele tutvustada). Wirisega puhul on hea see, et programmiga saab laps kontrollida oma koduse töö lahenduse õigsust (vt joonis 3). Mitme tehete ülesannete puhul saab leida koha, kus on viga tehtud.

Ülesanne : leia avaldise  $\left(2\frac{2}{3} - 1,5 \cdot \frac{3}{4}\right) : 0,55$  täpne väärtus.

$\frac{3}{2} \cdot \frac{3}{4} \rightarrow \frac{9}{8}$   
 $\frac{8}{3} - \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{4} \rightarrow \frac{37}{24}$   
 $\left(\frac{8}{3} - \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{4}\right) : \frac{55}{100} \rightarrow \frac{185}{66}$

Joonis 3

Murdude kohta on mitmeid huvitavaid *GeoGebra* töölehti (viited nendele töölehtedele on aadressil <http://web.zone.ee/math/geogebra.html>). Õppematerjale võib leida ka aadressidelt: [http://mott.edu.ee/component/option,com\\_remository/Itemid,28/func,select/id,4/](http://mott.edu.ee/component/option,com_remository/Itemid,28/func,select/id,4/), [http://mott.edu.ee/mottwiki/index.php/Materjalid\\_6\\_klassile](http://mott.edu.ee/mottwiki/index.php/Materjalid_6_klassile).

Tähelepanu tuleb pöörata taskuarvuti kasutamisele, et lapsed omandaksid õiged arvutamisevõtted. Paljudel taskuarvutitel on olemas klahv **a b/c**, mille kohal INS (või SHIFT, 2nd, 2ndF vms.) abil kasutatav ka klahv **d/c**. Sisestades murru  $3\frac{4}{7}$  saab selle hõlpsasti teisendada liigmurruks ( $3 \mathbf{a b/c} \mathbf{4 a b/c} \mathbf{7} =$  ning nüüd **SHIFT d/c**). Taskuarvuti abil saab ka murdu taandada, selleks sisestame murru ja vajutame võrdusmärgile (murru  $\frac{128}{1024}$  taandamiseks sisestame  $128 \mathbf{a b/c} 1024 =$ ). Kui tehetes on nii harilikud murrud kui ka kümnendarvud, siis tulemus antakse kümnendarvuna (nii teeb ka *Wiris*). Juhul, kui soovime vastust hariliku murruna, tuleb tehetes olevad kümnendarvud eelnevalt teisendada harilikeks murdudeks.

Suur osa protsentarvutusest on õppekavas viidud 7. klassi, 6. klassis käsitletakse vaid protsendi mõistet ja protsendi leidmist tervikust. Nende teemade kohta on võimalik abimaterjale leida aadressidelt <http://elvag.edu.ee/~pihlap/protsent/> ja <http://zope.eenet.ee/mmmprojekt/materjalid-teemade-jaergi-1/protsent/>.

Geomeetria teemade puhul (ringjoon ja ring, telg- ja tsentraalsümmeetria, kolmnurk) on kõige otstarbekam kasutada *GeoGebrat*. Nende teemade jaoks on valmis tehtud mitmeid dünaamilisi töölehti (vt [http://mott.edu.ee/mottwiki/index.php/Materjalid\\_6\\_klassile#Kolmnurk](http://mott.edu.ee/mottwiki/index.php/Materjalid_6_klassile#Kolmnurk), <http://web.zone.ee/math/geogebra.html>).

Positiivsete ja negatiivsete täisarvude käsitlemisel on abiks programm *Wiris*, kasutada saab ka *GeoGebra* dünaamilisi töölehti ning õppematerjale mottwikist ja õppematerjalide leheküljelt (vt [http://mott.edu.ee/mottwiki/index.php/Materjalid\\_6\\_klassile#Ratsionaalarvud](http://mott.edu.ee/mottwiki/index.php/Materjalid_6_klassile#Ratsionaalarvud)).

### **IKT vahendite kasutamisest III kooliastme matemaatikaõppes**

Kolmandas kooliastmes (7.–9. klass) võib pidada arvuti kasutamist matemaatika õpetamisel iseenesest mõistetavaks. See ei tähenda, et peastarvutamise ja kirjaliku arvutamise oskused pole olulised. Peame arvestama sellega, et keemia- ja füüsikaõppes on tundide arv väga väike ning kui sellest vähesest ajast lõviosa kulutada mehaanilise arvutamise peale, siis sisuliste küsimuste jaoks aega ei jäägi.

Arvutiprogrammide kasutamine on otstarbekas ka matemaatika lõimimisel teiste õppeainetega (keemia, füüsika, geograafia jt).

**Seitsmendas klassis** hakatakse arvutama ratsionaalarvudega (sh erimärgilised arvud). Liitmise, lahutamise, korrutamise ja jagamise õpetamisel on võimalik kasutada programmi *T-algebra*. Kasutada saab olemasolevaid ülesannete kogusid, kuid oma klassi taset arvestades on õpetajal võimalik kokku seada meelepäraseid ülesandekogusid.

Soovitus: kasutage ka internetis olevaid teste (<http://www.mathema.ee/testid/7/ arvudA.html> ja <http://www.mathema.ee/testid/7/ arvudE.html>) ning mottwikis olevaid harjutusi (mõned neist on küll saksakeelsed, kuid see ei sega oluliselt nende kasutamist (erinevad harjutused asuvad aadressil [http://mott.edu.ee/mottwiki/index.php/Materjalid\\_7\\_klassile#Ratsionaalarvud](http://mott.edu.ee/mottwiki/index.php/Materjalid_7_klassile#Ratsionaalarvud)).

Programmiga *Wiris* on võimalik kontrollida tehete tulemuste õigsust (vt joonis 4) või asendada lünk sobiva arvuga nii, et võrdus oleks õige (vt joonis 5).

$$\begin{aligned} & \boxed{4 \cdot (-2) = -8?} \rightarrow \text{tõene} \\ & \boxed{-6 + (-5.1) = 0.9?} \rightarrow \text{väär} \\ & \boxed{-(-2) = +2?} \rightarrow \text{tõene} \\ & \boxed{3 - 4 - 5 - 6 + 7 + 8 = 3?} \rightarrow \text{tõene} \end{aligned}$$

Joonis 4

Tähe asemele kirjuta õige arv, vastuse õigsuse kontrollimiseks vajuta võrdusmärgile =

$$\begin{aligned} & \boxed{4 \cdot 1.5 = 6?} \rightarrow \text{tõene} \\ & \boxed{-3.3 \cdot 3 = \boxed{b} ?} \\ & \boxed{0 \cdot (12.6) = \boxed{b} ?} \\ & \boxed{2.5 \cdot (-2.5) = \boxed{a} ?} \\ & \boxed{2 \cdot (-3) \cdot (+3) = \boxed{y} ?} \end{aligned}$$

Joonis 5

Tähelepanuta ei tasu jätta ka *Pranglimist* (vt joonis 6). Joonisel on pilt täisarvudega arvutamise kohta. Siin võib tulemus olla positiivne, negatiivne või null. Kui teha tehteid kümne murdudega, siis on tulemuseks alati positiivne arv või null.

Soovi korral võib õpetaja kasutada programmi *HotPotatoes* ning koostada ise testi (kas valikvastustega või vastavusse seadmisega).

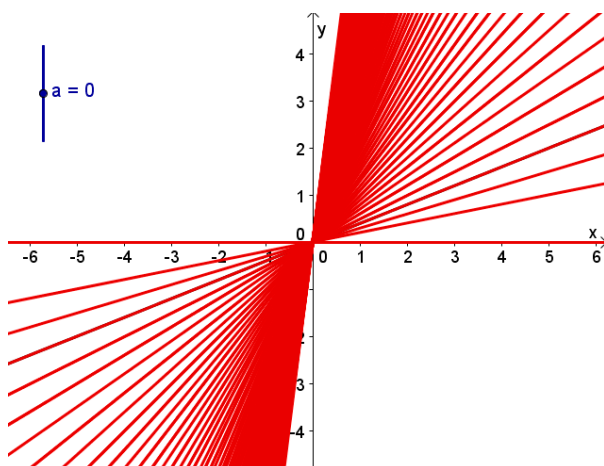


Joonis 6

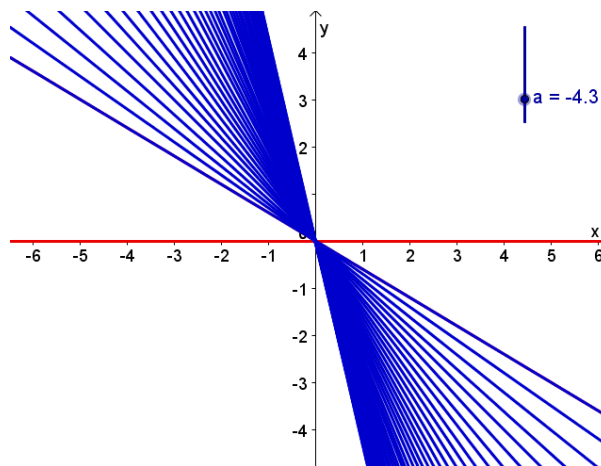
**Protsentaruutuse** õppimisel (õpetamisel) on soovitus kasutada mottwikis olevaid õppematerjale, Allar Veelmaa teste (need on 6.kl testiloendis), veebilehelt <http://mott.edu.ee> kuuenda ja seitsmenda klassi alt abimaterjale protsentaruutamise kohta.

**Statistika** teemade (*Andmete kogumine ja korrastamine. Statistilise kogumi karakteristikud: aritmeetiline keskmine. Sektordiagramm.*) puhul saab nii arvutiklassis kui ka kodus kasutada MS Excelit (või mõnda teist tabelarvutusprogrammi). Exceliga saab joonestada lisaks sektordiagrammile teistsuguseid diagramme (tulpdiaagramm, sirglõikdiaagramm jms), seega saab programmi kasutada ka varemõpitud teemade kordamiseks.

**Funktsioone** (võrdeline sõltuvus, lineaarfunktsioon ja pöördvõrdeline sõltuvus) saab hästi illustreerida programmi *GeoGebra* abil. Võrdelise sõltuvuse  $y = ax$  graafiku kuju sõltuvust arvust  $a$  saab demonstreerida liuguri abil (vt joonis 7 ja joonis 8).



Joonis 7



Joonis 8

**Lineaarfunktsiooni**  $y = ax + b$  graafiku konstrueerimisel kasutame võrdelise sõltuvuse graafiku joonestamisel saadud teadmisi. Esmalt tuleb selgeks õpetada, kuidas graafikut joonestada paberil, ning siis võib arvutiprogrammi abiks võtta. Sirge võime joonestada, kasutades kahte punkti, kuid sama võib teha ka tõusu ja algordinaadi abil. Programm *GeoGebra* toetab mõlemat varianti. Funktsioonide käsitlemist arvuti abil vaatleme põhjalikumalt artiklis „Funktsioonid.“

**Võrrandite** lahendamisel on kõigile kättesaadavad programmid *Wiris* ja *T-algebra*. Esimene neist ei anna samm-sammulist lahendust, vaid ainult lõpptulemuse. Teise programmiga saab lineaarvõrrandi järk-järgult lahendada ning iga lõpetatud sammu järel antakse ka teavet (kui on viga, siis saab teada, milles eksiti).

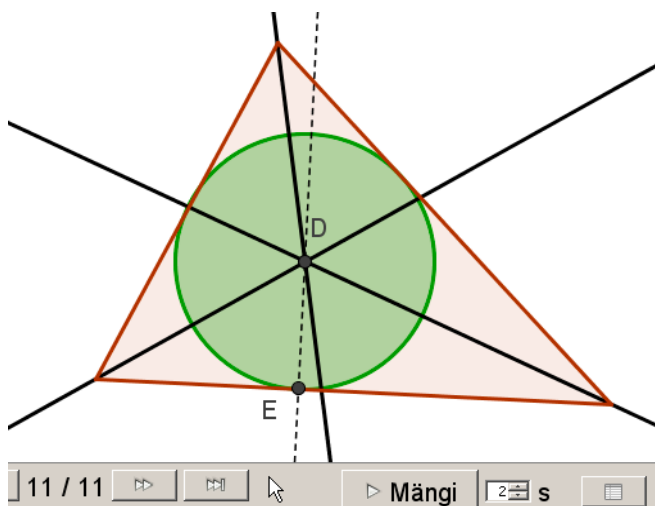
**Tasandi- ja ruumikujundite** puhul saab kasutada programme *GeoGebra* ja *Wiris*. Võimaluse korral on otstarbekas kasutada interaktiivse tahvli tarkvara (pildigaleriides on olemas kõik kujundid ja mitmeid rakendusi igapäevaelus).

**Kaheksandas ja üheksandas klassis** on algebra teemade puhul mugav kasutada programmi *Wiris*. Kui õpilasel on vaja kontrollida ülesannete vastuseid (tehted üks- ja hulkliikmetega, arvutamise abivalemid, tehted algebraliste murdudega, ruutvõrrandi lahendamine), siis õpilasel piisab sellest, kui sisestada ülesande tekst *Wirisesse*. Ruutvõrrandit saab lahendada graafiliselt programmi *GeoGebra* abil, samaaegselt võib täpsete lahendite saamiseks võtta appi ka *Wirise*.

**Lineaarvõrrandisüsteemi** algebraliseks lahendamiseks soovitan kasutada *Wirist*, graafiliseks lahendamiseks aga *GeoGebrat*. Tasub meeles pidada, et *Wirise* abil saab lahendada ka mitte-lineaarseid võrrandisüsteeme (põhimõtteliselt sama kehtib *GeoGebra* puhul).

**Tasandi- ja ruumikujundite** (kolmnurk ja trapets ning silinder, koonus ja kera) puhul on korralike jooniste saamiseks mõistlik kasutada *GeoGebrat*. Kolmnurga sise- ja ümberringjoone konstrueerimise õpetamisel saab „Konstruktsiooni protokoll“ kasutades näidata joonise teket (vt joonis 9) samm-sammult, lisades sinna juurde vajalikke selgitusi.





Joonis 9

### Internetiressursid

<http://iktvahendid.wetpaint.com/>, viimati vaadatud 03.10.2010, koostaja Margit Lindau

<http://iktvahendid.wikispaces.com/>, viimati vaadatud 03.10.2010, koostaja Tiia Salm

<http://www.slideboom.com/presentations/41288/IKT-vahendid-algotpetuses>, koostaja Tiia Salm, viimati vaadatud 03.10.2010

<https://allarveelmaa.wikispaces.com/>, viimati vaadatud 03.10.2010, koostaja Allar Veelmaa

<http://kool.minuraha.ee/mangud/>, viimati vaadatud 03.10.2010

<http://www.mathema.ee/testid/>, viimati vaadatud 04.10.2010

<http://mott.edu.ee>, viimati vaadatud 04.10.2010

<http://mott.edu.ee/mottwiki/index.php/Esileht>, viimati vaadatud 04.10.2010

[http://www.arengufond.ee/upload/Editor/Publikatsioonid/IT+Haridus\\_teekaart\\_est.pdf](http://www.arengufond.ee/upload/Editor/Publikatsioonid/IT+Haridus_teekaart_est.pdf) – Arengufondi raport „IT+haridus“, viimati vaadatud 04.10.2010

<http://www.geogebra.org/> - Dünaamilise matemaatika programmi GeoGebra koduleht, viimati vaadatud 04.10.2010

<http://math.ut.ee/T-algebra/> - Õpiprogrammi T-algebra koduleht, viimati vaadatud 04.10.2010

<http://www.wiris.ee/wiris> - Arvutialgebra süsteemi Wiris eestikeelne versioon, viimati vaadatud 04.10.2010

<http://www.miksike.ee/> - õpikeskkonna „Miksike“ veebileht, viimati vaadatud 05.10.2010

[http://abi.rvg.edu.ee/?Tarkvara\\_arvutiklassis](http://abi.rvg.edu.ee/?Tarkvara_arvutiklassis) – Rapla Vesiroosi Gümnaasiumi veebileht, viimati vaadatud 05.10.2010

<http://www.koolielu.edu.ee/koolitused/puutetahvel.htm> - puutetahvli kasutamisest, Türi Gümnaasiumi veebileht, viimati vaadatud 05.10.2010