

## Matemaatikaõppe kirjeldus

### III kooliaste (455 tundi, neist 7. klass 175 tundi, 8. klass 140 tundi ja 9. klass 140 tundi)

- A. Matemaatika on eriline aine oma hierarhilise olemuse tõttu. Matemaatikaõpet korraldades tuginetakse III kooliastmes matemaatikas I ja II kooliastmes saavutatud õpitulemustele ning gümnaasiumiastmes põhikoolis omandatud teadmistele. Nädalatundide jagunemine kooliastme sees määratakse klasside kaupa kindlaks kooli õppekavas arvestusega, et taotletavad õpitulemused ja õppe-eesmärgid on saavutatavad. Õppesisu käsitleb aineõpetaja arvestusega, et III kooliastmes kirjeldatud õpitulemused ja pädevused on saavutatavad. Põhikooli viimases kooliastmes jätkub matemaatika-, loodusteaduste- ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse kujundamine. Õpitakse tundma andmete töötlemise, mõõtmise, võrdlemise, liigitamise ja süstematiseerimise meetodeid ning tehnikat. Tähtsal kohal on õpilaste uurimuslik tegevus: praktilised tööd klassis, õuesõpe jm. Arendatakse õpilaste loovust, toetatakse nende initsiatiivi valida ise ainealane loovtööteema. Tähelepanu pööratakse õpilaste väljendusoskustele nii kõnes kui ka kirjas, matemaatilise sümbolkeele kasutamisele. Koostööskused on eelduseks meeskonnatööle, võimaldades nii tööd plaanida ja teha kui ka esitada tulemusi ning arendada õpilaste oskust enda ja teiste tööd analüüsida. Kujundatakse õpilaste oskusi kasutada digitaalseid õppevahendeid ning pööratakse suuremat tähelepanu teabeallika usaldusväärsuse hindamisele. Rõhutatakse täpsuse, järjepidevuse ja õpilaste aktiivse mõttetöö olulisust kogu õppeaja vältel, kuna matemaatika ülesehitus on hierarhiline.

Õpihuvi ärgitamiseks rakendatakse õpilasi aktiveerivaid õppemeetodeid (rühmatöö, paaritöö, iseseisev töö, arutelu, projektõpe, aardejaht jm). Et suurendada õpimotivatsiooni, kasutatakse diferentseeritud õppeülesandeid. Suuremat tähelepanu pööratakse mitteharjumuspärase ülesannete lahendamisele. Taotletakse, et õpilaste õpikoormus jaotub õppeaasta jooksul ühtlaselt, kodutööde maht on mõõdukas ning jätab neile piisavalt aega puhata ja huvialadega tegelda. Igapäevaelu probleemide lahendamisega toimetulekuks kujundatakse ja arendatakse matemaatika õppimise kaudu õpilastes kõiki riiklikus õppekavas kirjeldatud üldpädevusi, käsitletakse läbivaid teemasid ning viidatakse teemat käsitledes selle lõimingu teiste õppeainetega. Eeldatakse, et õppes on võimalik kasutada nüüdisaegset eakohast õppevara. Tublimatele leiab õppematerjali (olümpiaadid, Känguru võistlus jm) Tartu Ülikooli Teaduskooli kodulehelt. Õpetamisest ja õppimisest kolmandas kooliastmes ning üldpädevuste arendamisest võib lugeda Eve Kikase ja Aaro Toomela toimetatud raamatust „Õppimine ja õpetamine kolmandas kooliastmes. Üldpädevused ja nende arendamine“, mis on ilmunud ka veebis. Lõimingu võimalustest saab lugeda Juta Jaani ja Liisa Aru koostatud kogumikust „Lõimingu võimalusi põhikooli õppekavas“. Metoodilist tuge ainedidaktikas pakub matemaatika didaktika nimeline veebileht. Matemaatika õpetamise metoodikast on juttu ka veebilehel „Põhikooli valdkonnaraamat MATEMAATIKA“. Õppekava portaal on muu hulgas õppematerjale õpiraskustega 7.–9. klassi õpilastele.

## **Lõiming teiste ainevaldkondadega**

### **Loodusained**

Lõiming loodusainetega realiseerub matemaatika ja loodusainete ühiste mõistete (nt ühikud, protsent, sõltumatu muutuja, sõltuv muutuja, funktsioon, võrdeline sõltuvus, arvu standardkuju, kaardimõõt, aritmeetiline keskmine jt) ning oskuste (arvutamine, k.a ligikaudsete arvudega, tabelite ja graafikute koostamine) rakendamise kaudu. Toetudes matemaatikale, pööratakse tähelepanu mõõtühikute tajumisele ja teisendamisele ning suuruste avaldamisele võrdustest.

### **Tehnoloogiaõpe**

Õpilastel kujundatakse arusaam matemaatika ja tehnoloogia omavahelistest seostest ning sellest, kuidas matemaatika mõjutab tehnoloogia arengut ning vastupidi. Olulisel kohal on tehnoloogiavaldkonna tundides nii klassikaliste mõõteriistade kui ka nüüdisaegsete tehnoloogiliste abivahendite kasutamine, arvutamine ning jooniste tegemine töid kavandades (nt raskuskeskme leidmine). Kokanduse tundides määratakse toiduainete koguseid toiduretseptist lähtudes sööjate arvu järgi.

### **Keeled**

Tekstülesandeid lahendades arendatakse tundides funktsionaalse lugemise oskust, sh visuaalselt esitatud infot arusaamist. Selgitatakse võõrkeelse algupäraga matemaatilisi mõisteid ning arendatakse võõrkeeleoskust lisamaterjali otsides ja kasutades. Õpilasi julgustatakse otsima infot nii eesti kui ka võõrkeeles, leidma sobivaid märksõnu ja otsingusõnu, võrdlema erinevatest allikatest saadud infot ning viitama korrektselt. Ettekandeid tehes ja kirjalikke tekste vormistades pööratakse ühtlasi õpilaste tähelepanu õigekeelele ja korrektsele keelekasutusele. Teoreeme sõnastades on vaja väljendada oma mõtet selgelt, lühidalt ning täpselt.

### **Sotsiaalsained**

Nii matemaatika kui ka inimeseõpetuse eesmärk on kujundada vastutustundlikku kodanikku ja teadlikku tarbijat, kes märkab erinevaid probleeme ning näitab kodanikuaktiivsust neid lahendades (nt hindab tervisliku toitumise põhimõtteid, peab lugu tervislikest eluviisidest). Lõiming ajalooga realiseerub teemade kaudu, kus on võimalik näidata inimeste loodud teadmiste muutumist sajandite vältel ning uue tehnoloogia mõju inimühiskonna arengule (arvusüsteemid, püramiidide rajamine Egiptuses jm). Lõiming ühiskonnaõpetusega väljendub töös statistiliste andmetega järgmiste teemade kaudu: tulude ja kulude arvutamine, üksikisiku ja riigi eelarve, palk ja maksud, intressid, kiirraened, promill ja protsent jm.

### **Kunst**

Kunst ja geomeetria (joonestamine, mõõtmine) on tihedalt seotud. Kunstipädevuse kujunemist saab toetada geomeetria rakendusi demonstreeriva materjaliga sellistest kunstivaldkondadest nagu arhitektuur, ruumikujundus, ornamentika, disain jne. Geomeetriamõisted võivad olla aluseks kunstiõpetuses vaadeldavaid objekte analüüsid. Kujundite oluliste tunnuste liigitamine ja sümbolite kasutamine on kunsti lahutamatu osa, nagu on ka piltidel olevate esemete-nähtuste tunnuste võrdlemine ja liigitamine. Lõimingu tulemusel oskavad õpilased märgata digivahenditega joonistatud graafikute ilu, näha erinevate geomeetriliste kujundite ilu oma kodus ja looduses, vajaduse korral leida tuttavate kujundite pindala ja ruumala.

### **Muusika**

Muusikas väljendatakse intervalle, taktimõõtu ja noodivältust harilike murdudena. Võimalik on kuulata matemaatikateemalisi laule, nt arvu *pii* teemalisi räppe, klaveripalasisid, orkestriteoseid, džassi jne.

### **Kehaline kasvatus**

Arvandmete tõlgendamise oskus väljendub sporditulemuste võrdlemises ja edetabelites esitatava info mõistmises. Tekstülesandeid lahendades selgitatakse tervislike eluviiside, liikumise ja sportimise tähtsust inimese tervisele, samuti meditsiinisaavutuste olulisust. Objektivsete arvandmete alusel saab hinnata oma tervisekäitumist, nt suhkru kogust toiduainetes, liikluskäitumist (kiirus, pidurdusteed, nähtavus) jm. Füüsiline tegevus ja liikumine aitavad omandada ühikute ning mõõtmisüsteemidega seotud põhimõisteid. Ühe matemaatikas käsitletava tegelikkuse mudeli ehk kaardi järgi orienteerumise oskust õpitakse kehalise kasvatus tundides. Järjepidevus, täpsus ning kõige lihtsama ja parema lahenduskäigu leidmine on nii matemaatika kui ka spordi lahutamatu osa.

### **Üldpädevuste kujundamine**

Matemaatika õppimise kaudu kujundatakse ja arendatakse matemaatilise pädevuse kõrval kõiki riiklikus õppekavas kirjeldatud üldpädevusi.

### **Matemaatika-, loodusteaduste ja tehnoloogiapädevus**

Matemaatikas arendatakse oskusi, mis on aluseks tõenduspõhiste otsuste tegemisel. Õpitakse tundma andmete töötlemise, mõõtmise, võrdlemise, liigitamise ning süstematiseerimise meetodeid ja tehnikat. Õpilased harjuvad kasutama sümboleid, mõistma mudelite olulisust ning uute tehnoloogiasuundade rakendamise võimalusi. Loodusseadusi käsitletakse matemaatiliste mudelite kaudu.

## **Digipädevus**

Matemaatikat õppides kasutatakse digivahendeid info leidmiseks, töötlemiseks ja säilitamiseks, hinnates info usaldusväärsust; koostöök erinevates digikeskkondades; probleemülesannete lahendamiseks, sh loovate ja alternatiivsete lahenduskäikude leidmiseks ja vormistamiseks. Pööratakse tähelepanu interneti turvalisusele ning igapäevaelu väärtuspõhimõtete järgimisele.

## **Ettevõtlikkuspädevus**

Ettevõtlikkuspädevust arendatakse eluliste andmetega ülesandeid lahendades. Erinevate lahenduste leidmine arendab paindlikku mõtlemist ning ideede genereerimise oskust.

## **Kultuuri- ja väärtuspädevus**

Matemaatika on erinevaid kultuure ühendav teadus, milles õpilased saavad tutvuda eri maade ja ajastute matemaatiliste avastustega. Õpilasi suunatakse tunnetama loogiliste mõttekäikude elegantsi ning õpitavate geomeetriliste kujundite ilu ja seost arhitektuuri ning loodusega. Matemaatika õppimine arendab õpilastes selliseid iseloomuomadusi nagu sihikindlus, püsivus, visadus, täpsus ja tähelepanelikkus, samuti õpetab järgima distsipliini. Õpilased õpivad märkama matemaatika seotust igapäevaeluga ja aru saama, et matemaatika alusteadmised aitavad paremini mõista teisi teadusi. Arendatakse võimet kaasa tunda ning austust kõigi elusolendite vastu.

## **Sotsiaalne ja kodanikupädevus**

Vastutustunnet ühiskonna ja kaaskodanike ees kasvatatakse selleteemalisi ülesandeid lahendades. Paaris- ja rühmatöödega arendatakse õpilastes koostöö- ja vastastikuse abistamise oskusi, kasvatatakse sallivust erinevate matemaatiliste võimetega õpilaste suhtes. Sotsiaalset ja kodanikupädevust arendatakse matemaatikatundides õppetegevuste kaudu, mis võimaldavad õpilastel näidata loovust, ettevõtlikkust ja kodanikuaktiivsust, pakuvad valikuvõimalusi ning õpilaste seisukohtade aktseptimist. Õpilased saavad valida uurimisprobleemi ja töö esitamise vormi.

## **Enesemääratluspädevus**

Matemaatikas on tähtsal kohal õpilaste iseseisev töö. Iseseisvalt ülesandeid lahendades saavad õpilased hinnata ja arendada oma matemaatilisi võimeid. Enesemääratluspädevust edendatakse põhiliselt kujundava hindamise kaudu. Nii sisukas tagasiside õpetajalt kui ka õpilase enesehindamine aitab õpilasel analüüsida oma töö tugevusi ja nõrkusi ning oma tööd parendada. Eelkõige tähendab see, et vastutus õppimise eest peaks nihkuma õpetajalt õpilasele. Enesehindamiseks sobivad uuenduslikud hindamismudelid, digitaalsed õpiprogrammid või ülesanded, mis annavad infot vastuste õigsuse kohta.

## **Õpipädevus**

Matemaatikat õppides on väga oluline järjepidevus ning uute teadmiste ja oskuste seostamine varem õpituga. Matemaatika on eriline aine hierarhilise iseloomu tõttu. Kuna hilisem õpitu toetub varasemale, on uue õppimise edukus tugevalt seotud eelnevate teadmistega. Probleemülesandeid lahendades arendatakse analüüsimise, erinevate ja ratsionaalsete võtete otsimise ning tulemuste kriitilise hindamise oskust. Tähtis on ka üldistamise ja analoogia kasutamise oskus, samuti oskus kanda õpitud teadmised üle elus ettetulevatesse olukordadesse. Ühtlasi julgustatakse õpilasi küsima abi ja esitama küsimusi ning luuakse selleks avatud õhkkond.

## **Suhtluspädevus**

Matemaatikas arendatakse suutlikkust väljendada oma mõtet selgelt, lühidalt ja täpselt. Eelkõige toimub see hüpoteese sõnastades ning ülesande lahendust vormistades. Tekstülesannete lahendamise kaudu areneb oskus teksti mõista: eristada olulist ebaolulisest ja otsida välja etteantud suuruse leidmiseks vajalik info. Matemaatika oluline roll on kujundada valmisolek eri viisidel (tekst, graafik, tabel, diagramm, valem) esitatud infot mõista, seostada ja edastada. Oma töö vormistamine, esitlemine ja põhjendamine annab esinemiskogemusi ning arendab suulist ja kirjalikku eneseväljendusoskust. Rühmas töötamine õpetab arvestama kaaslaste seisukohti.

## **Läbivate teemade rakendamine**

### **Elukestev õpe ja karjääri planeerimine**

Tähtsal kohal on huvi tekitamine matemaatika ja teiste reaalinete seotud karjäärivalikute vastu. Selleks loovad eelduse nii teadusuudiste ja rakenduste tutvustamine kui ka oma võimete realistlik hindamine. Matemaatikatundides kujundatakse võimet abstraktselt ja loogiliselt mõelda. Õpilasi suunatakse arendama oma õpi-, suhtlemis-, koostöö-, otsustamis- ja infoga ümberkäimise oskusi, mis loovad eelduse elukestvaks õppeks. Õppetegevuses tutvustatakse erinevaid ameteid ning erialasid, võimaldatakse võimaluse korral vahetult kokku puutuda töömaailmaga, nt ettevõtetes käimine, õpilasfirmade loomine.

### **Keskkond ja jätkusuutlik areng**

Matemaatikaülesannetes kasutatakse reaalseid andmeid keskkonnaressursside kasutamise kohta. Neid analüüsides arendatakse säästvat suhtumist keskkonnasse ning õpetatakse seda väärtustama. Soositud on õuesõppetunnid, võimaluse korral ettevõtetes käimine (nt veepuhustusjaam) ning erinevad teemapäevad (vesi, õhk). Õpilased õpivad arvestama inimtegevuse mõjusid keskkonnale ning omandavad sellekohaseid väärtushinnanguid ja käitumisnorme. Kujundatakse objektiivsele informatsioonile rajatud kriitilist mõtlemist ning probleemide lahendamise oskust. Faktidele toetudes hinnatakse ja muudetakse oma tarbimisvalikuid ning otsustatakse tehnoloogia arengu plusside ja miinuste üle. Seda teemat käsitledes on tähtsal kohal protsentarvutus, statistikaelemendid ning muutumist ja seoseid kirjeldav matemaatika.

### **Teabekeskond**

Teabekeskonnaga seondub oskus esitada ja mõista eri vormis infot (joonis, pilt, valem, mudel). Meediamanipulatsioonide adekvaatset tajumist toetatakse matemaatikakursuse ülesannetega, milles kasutatakse statistilisi protseduure ja protsentarvutust. Õpilasi juhitakse teavet kriitiliselt analüüsima, ent ka teabeallika usaldusväärsust hindama. Õpilastes kujundatakse oskusi kasutada erinevaid teabeotsingumeetodeid. Neid innustatakse huvituma matemaatikaalastest populaarteaduslikest telesaadetest (nt „Rakett 69“). Kasutades internetti või paberil teavikuid, omandab õpilane arusaama autoriõigustest ja teadvustab korrektse viitamise vajalikkust.

### **Tervis ja ohutus**

Matemaatikaõpetuses lahendatakse ohutus- ja tervishoiuandmeid sisaldavaid ülesandeid (nt liikluskeskkonna, liiklejate ja sõidukite liikumisega seotud tekstülesandeid ning teisi riskitegureid sisaldavate andmetega ülesandeid). Lahendatakse toitumisega seotud ülesandeid, pöörates tähelepanu toiduainete tervislikkusele ja söömiskogustele, ning väärtustatakse füüsilise aktiivsuse tähtsust igapäevaelus. Jälgitakse tundides digiseadmeid kasutades õpilaste silmade tervishoidu ja istumisasendit. Õuesõppes, õppekäikudel jm pööratakse tähelepanu ohutusnõuete täitmisele. Õppes väärtustatakse turvalist käitumist, tuntakse ära ja analüüsitakse riskiolukordi.

### **Tehnoloogia ja innovatsioon**

Matemaatikaõpetusega taotletakse tänapäevase tehnoloogia eesmärgipärast kasutamist. Tegevuste kavandamise ja elluviimise järel hinnatakse tehnoloogiliste uuenduste positiivseid ning negatiivseid külgi. Probleemülesandeid lahendades kasutatakse mitmesugust õpitarkvara, et arendada õpilastes loovmõtlemist ja koostööoskusi. IT-vahendeid kasutatakse tööde ning esitluste vormistamiseks, andmete kogumiseks, animatsioonide jälgimiseks jne. Tehnoloogia ja loodusainete kaudu tutvustatakse tehnoloogilisi protsesse ning modelleerimist.

### **Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus**

Matemaatikat ja teisi õppeaineid lõimivate ühistegevuste (nt uurimistöode, rühmatööde, projektide) kaudu arendatakse õpilastes koostöövalmidust ning sallivust teiste inimeste tegevuste ja arvamuste suhtes. Protsentarvutuse ja statistikaelementide käsitlemine võimaldab õpilastel aru saada ühiskonna ning selle arengu kirjeldamiseks kasutatavate arvnäitajate tähendusest. Matemaatikatundides kujundatakse õpilastes oskust kaaluda poolt- ja vastuargumente ning aktsepteerida erinevaid arvamusi. Taotletakse õpilaste kujunemist kodanikeks, kellel on valmidus väljendada isiklike seisukohti, võtta vastutust ja kohustusi. Juhitakse tähelepanu heategevuslike projektide algatamise ning õpilasfirmade loomise võimalustele. Ideede loomine ja elluviimine on oluline erinevaid matemaatikaülesandeid lahendades.

### **Kultuuriline identiteet**

Matemaatika on nii maailma- kui ka rahvuskultuuri osa. Tänapäevane elukeskkond ei saa eksisteerida matemaatikata. Sellele juhitakse tähelepanu matemaatika ajaloo tutvustamise, ühiskonna ja matemaatikateaduse arengu seostamise kaudu jne. Protsentarvutuse ja statistika

abil kirjeldatakse mitmekultuurilises ühiskonnas toimuvaid protsesse (erinevad rahvused, usundid, erinev sotsiaalne positsioon ühiskonnas jne). Taotletakse, et õpilased väärtustaksid kultuurilist mitmekesisust, hooliksid kaasõpilaste väärtushinnangutest ja hoiakutest ning oleksid valmis koostööks.

### **Väärtused ja kõlblus**

Matemaatika õppimisel arendatakse õpilastes süstemaatilisust, järjekindlust, püsivust, täpsust, korrektsust ja kohusetunnet ning ausust. Õpetaja eeskujul kujundatakse sallivat suhtumist erinevate võimetega kaaslastesse. Matemaatika õppimine ja õpetamine peab pakkuma õpilastele võimalikult palju positiivseid emotsioone, et hoida õpimotivatsiooni.

### **Hindamine**

Õpitulemuste hindamise aluseks on õppekava üldosas sätestatud hindamise põhimõtted. Hindamise täpsem korraldus määratakse kooli õppekavas. Hinnates kasutatakse kujundavat ja kokkuvõtvat hindamist. Kujundava hindamise puhul keskendutakse eelkõige õpilase arengu võrdlemisele tema varasemate saavutustega. Kokkuvõtvalt hinnates võrreldakse õpilase saavutusi taotletavate õpitulemustega. Praktiliste tööde ja ülesannete puhul hinnatakse nii tulemust kui ka protsessi. Kasutatakse asjakohaseid hindamisvahendeid, -viise ja -meetodeid. Hindamisel on oluline, et õpilane kogeks eduelamust.

Enne uue teema juurde asumist tuleks välja selgitada õpilaste eelteadmised, igapäevaeluga seotud kogemused ning uue teemaga seotud väärarusaamad. Selleks sobivad suulised küsitlused, arutelud, õpilaste endi esitatud küsimused ning ka lühitesti korraldamine. Õpilaste (väär)arusaamade ja eelteadmiste mõistmine annab õpetajale infot järgnevate tegevuste planeerimise kohta. Eelkõige tuleks õpetajal mõista, et õpilased julgevad ja tahavad arvamust avaldada ainult siis, kui neil lubatakse eksida ja nad ei pea tundma häbi vale vastuse pärast. Oskuste kujundamise faasis on tähtis õpetaja toetav juhendamine ning sisukas tagasiside. Nõudeid aitavad õpilaste jaoks läbipaistvamaks muuta nn hindamismudelid, mida õpilased saavad kasutada ka enesehindamiseks (kui kaugel ma olen seatud eesmärgist) ja vastastikuseks hindamiseks. Lisaks hindamismudelitele aitavad õpilasi enesekontrollis mitmesugused tarkvaralahendused, mis annavad neile kohest tagasisidet ning juhivad neid vale vastuse korral oma teadmisi täiendama. Kirjalikke ülesandeid hinnates parandatakse ka õigekirjavead, mida hinnates ei arvestata.

Rahuldava taseme puhul on õpilane omandanud ainekavas esitatud õpitulemused teadmise ja rutiinsete ülesannete lahendamise tasemel. Hea taseme puhul teab ja kasutab õpilane õppekavas toodud mõisteid ning põhiseoseid. Väga hea taseme puhul teab ja kasutab õpilane õppekavas toodud mõisteid ning põhiseoseid ja lahendab mittestandardseid ülesandeid.

## Matemaatikaõppe eesmärgid põhikoolis

Matemaatikaõpetajal on õpetamise eesmärk, et õpilased omandaksid ainekohast ülevaate. Põhikooliõpilastes kujundatakse eakohast matemaatikapädevust, st suutlikkust kasutada matemaatikale omast keelt, sümboleid ja meetodeid erinevates ülesannetes nii matemaatikas kui ka teistes õppeainetes ja eluvaldkondades ning mõista matemaatika sotsiaalset, kultuurilist ja personaalset tähendust. Arendatakse oskust püstitada probleeme, leida erinevaid lahendusstrateegiaid ja neid rakendada, analüüsida lahendusideed ning kontrollida tulemuse tõesust. Õpitakse loogiliselt arutlema, andmeid esitama erinevatel viisidel, põhjendama ja tõestama.

Matemaatika õpetamise kaudu taotletakse, et põhikooli lõpuks õpilane:

- 1) tuleb toime kiiresti muutuvas maailmas ja kasutab matemaatilist kirjaoskust loovalt, sh digitaalselt;
- 2) suudab lahendada igapäevaelu erinevates valdkondades tekkivaid küsimusi, mis nõuavad matemaatiliste mõttemetodite (loogika ja ruumilise mõtlemise) ning esitusviiside (valemite, mudelite, skeemide, graafikute) kasutamist;
- 3) väljendab oma arvamust aruteludes, teeb koostööd ülesandeid lahendades, sh veebipõhistes keskkondades;
- 4) oskab hankida teavet erinevatest allikatest ja kasutada seda kriitiliselt;
- 5) suudab oma arvamust põhjendada ja saab hakkama ülesande esitlemisega;
- 6) kasutab õppides nüüdisaegseid info- ja kommunikatsioonitehnoloogia vahendeid;
- 7) valib ja analüüsib lahendusi ning kogeb eduelamusi ideede elluviimisest;
- 8) esitab infot teksti, graafiku, tabeli, diagrammi ja valemina, sh digitaalselt sobivat tarkvara kasutades;
- 9) oskab lugeda ja koostada lihtsamaid jooniseid ning juhendeid;
- 10) valdab edasiarendatud ruumikujutlust;
- 11) valdab ülevaadet ainevaldkonnaga seotud erialade ja ametite kohta ning hindab oma võimeid ja huvi siduda tulevased õpingud matemaatikaga seotud valdkondadega.

## Matemaatikaõppe eesmärgid III kooliastmes

9. klassi lõpetaja:

- 1) koostab ja rakendab eri eluvaldkondade ülesandeid lahendades sobivaid matemaatilisi mudeleid;
- 2) püstitab hüpoteese ja kontrollib neid, üldistab ning arutleb loogiliselt, kasutab julgelt loovust;
- 3) kasutab matemaatiliste seoste uurimiseks arvutiprogramme ja muid abivahendeid;
- 4) näeb seoseid erinevate matemaatiliste mõistete vahel ning loob neist süsteemi;
- 5) hindab oma matemaatilisi teadmisi ja oskusi ning arvestab neid edasist tegevust kavandades.



## Matemaatika õpitulemused ja õppesisu III kooliastmes lähtuvalt riiklikust õppekavast

### 7. klass

Teemad: 1. Ratsionaalarvud (u 25 tundi); 2. Astendamine (u 20 tundi); 3. Protsent. Statistika (u 25 tundi); 4. Võrdeline ja pöördvõrdeline sõltuvus. Lineaarfunktsioon (u 30 tundi); 5. Võrrand (u 25 tundi); 6. Hulknurk (u 25 tundi); 7. Üksliikmed (u 20 tundi).

Ajavaru 5 tundi. Kokku 175 tundi

**NB!** Tabelisse on lisatud näiteid tasemetel A (algfase), B (kesktase) ja C (kõrgem tase).

1. Ratsionaalarvud	
Õpitulemused	Õppesisu
<p><b>Õpilane:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) kasutab ratsionaalarvudega arvutades õigesti märgireegleid;</li><li>2) hindab eri liiki murdude korral, mil viisil arvutades saab täpse vastuse ja kuidas on otstarbekas arvutada;</li><li>3) selgitab, missugused murrud teisenevad lõplikeks kümnendmurdudeks (näide 1) ning missugused mitte (näide 2);</li><li>4) teab, et täpse arvutamise korral pole lubatud hariliku murru väärtust asendada lähiväärtusega (näide 3);</li><li>5) kasutab mitme tehete ülesandes vastand arvude summa omadust ja liitmise seadusi (näide 4);</li><li>6) korrutab ning jagab positiivseid ja negatiivseid harilikke murde (ka segaarve);</li><li>7) arvutab mitme tehete ülesandeid, milles on kuni neli tehet ja ühed sulud (näide 5);</li><li>8) oskab lahendada nelja tehet ratsionaalarvudega.</li></ol>	<p>Arvuhulgad, ratsionaalarvud. Tehed ratsionaalarvudega. Tehete järjekord. Arvutamine kalkulaatoriga. Kahe punkti vaheline kaugus arvteljel.</p> <p><b>Põhimõisted:</b> ratsionaalarv, arvu absoluutväärtus, vastandarv, tehete järjekord. Kahe punkti vaheline kaugus.</p>

## Näited

1)  $\frac{11}{25}; \frac{17}{64}$  jne

2)  $\frac{1}{3}$  jne

3)  $\frac{1}{3} \neq 0,33$

4)  $-13 + 18 + 13 - 21; -8,9 - 4,6 + 3,5 + 1,1 + 8,4; -3\frac{1}{3} + (-5) + 3 + \frac{3}{4}$

5)  $(3 - 1\frac{1}{3}) : 2\frac{2}{9} + 4,25; 5,5 + (2\frac{1}{6} + \frac{5}{6})^2 \cdot 1\frac{1}{18}$

A:  $-48,6 - (-5,8); 7\frac{5}{6} + 1,5; -8 + (-2); -8\frac{4}{7} \cdot (-0,24); -2\frac{1}{13} : \frac{21}{26}; -14,2 \cdot 0$

Ühe muutujaga avaldise väärtuse arvutamine

B:  $-64 + 13 + (-12) + 52 + (-36); -8,1 - (-2\frac{1}{2}); 8\frac{1}{3} \cdot (1,8) \cdot 2\frac{2}{5} \cdot (-4,2); -4\frac{1}{2} \cdot (-\frac{14}{27}) - 8\frac{1}{6} : 4\frac{2}{3}$

Kahe muutujaga avaldise väärtuse arvutamine

Arvuta avaldise  $-17,6x + y : 0,8$  väärtus, kui  $x = 3,05$  ja  $y = -5,24$ .

C:  $(3\frac{3}{4} : 2\frac{5}{8} - 2) \cdot (-4\frac{3}{8}); \frac{3,5 \cdot (-1,6) - 2,6}{-8,12 - 0,88}$

## Õppimine ja õpetamine

### Märkused

Õpilased võivad koostada matemaatika ajaloost referaadi „Sündmused eKr erinevates maades“ ning iseseisva töö „Minu elu arvutel“ või „Kalorite kulu ühe nädala jooksul“. Info otsimisel, tulemuste vormistamisel ja esitamisel kasutada digivahendeid.

## **Lõiming läbivate teemadega**

### **Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus. Elukestev õpe ja karjääri planeerimine**

Targo Tennisbergi artikli „Milleks mulle seda matemaatikat tarvis on?“ tutvustamine.

### **Tehnoloogia ja innovatsioon**

Info otsimiseks, ülesannete lahendamiseks ja vastuste kontrollimiseks digivahenditekasutamine (nt leida internetist mingi tegevuse kohta kalorige kulu ühes tunnis).

### **Teabekeskond**

Informatsiooni kvaliteet. Teabeallika usaldusväarsus.

### **Väärtused ja kõlblus. Elukestev õpe ja karjääri planeerimine**

Usalda, kuid kontrolli. Vastastikuse hindamise oskus. Tagasiside hindamisel.

Tekstülesannete kaudu kajastuvad kõik läbivad teemad.

## **Õppeainete lõiming**

### **Eesti ja inglise keel**

Sõna *number* kaks tähendust eesti keeles: arv ja number. Korrektne keelekasutus.

### **Ajalugu**

Erinevad arvusüsteemid eri aegadel erinevates maades. Huvi mineviku vastu.

### **Inimeseõpetus**

Tervisliku toitumise põhimõtted.

### **Kehaline kasvatus**

Kehalise aktiivsuse põhimõtted.

## Bioloogia

Lindude lennukiirused.

## Geograafia

Plaanimõõt ja mõõtkava, ajavööndid, kellaajad nendes; õhutemperatuuri graafikud.

2. Astendamine	
Õpitulemused	Õppesisu
<p><b>Õpilane:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) selgitab naturaalarvulise astendajaga astendamise tähendust;</li><li>2) teab peast (lisaks 4. ja 5. klassis õpitule) astmete väärtust (näide 1);</li><li>3) astendab negatiivset arvu naturaalarvuga, teab sulgude tähendust (näide 2);</li><li>4) teab, kuidas astme <math>(-1)^n</math> ja <math>-1^n</math> väärtus sõltub astendajast <math>n</math>;</li><li>5) tunneb tehete järjekorda, kui arvutustes on astendamistehteid;</li><li>6) sooritab kalkulaatoriga, veebipõhiselt või arvutialgebra süsteeme kasutades tehteid ratsionaalarvudega (näide 3);</li><li>7) toob näiteid igapäevaelu olukordadest, kus kasutatakse täpseid, kus ligikaudseid arve;</li><li>8) ümardab arve etteantud täpsuseni;</li><li>9) ümardab arvutuste (ligikaudseid) tulemusi mõistlikult;</li><li>10) teab, et arvutamise lõpptulemus ei saa olla täpsem võrreldes algandmetega.</li></ol>	<p>Naturaalarvulise astendajaga aste. Astme mõiste. Tehted astmetega.</p> <p>Arvu <i>kümme</i> astmed; väikeste ja suurte arvude kirjutamine kümne astmetega ning nendega arvutamine.</p> <p>Täpsed ja ligikaudsed arvud, arvutustulemuste otstarbekohane ümardamine.</p> <p><b>Põhimõisted:</b> naturaalarvulise astendajaga aste; arvu aste, astendaja, astme alus, astendamine, tehted astmetega; tehete järjekord seoses astendamisega, suurte ja väikeste arvude kirjutamine kümne astmetega. Täpne ja ligikaudne arv, tüvenumber, ümardamine.</p>
<p><b>Näited</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) <math>10^4</math>; <math>10^5</math>; <math>10^6</math></li><li>2) <math>(-2)^6 \approx -2^6</math></li></ol>	

3) Ilma vahetulemusi kirja panemata arvuta  $\frac{12-0,5^2}{12+0,5^3}$  või  $\frac{4 \cdot 10^7}{2,25 \cdot 10^5}$

**A:**  $0,1^2; (-\frac{1}{2})^3$

**B:**  $\frac{2^3}{5} - (\frac{3}{5})^2 - 10$

**C:**  $(0,01^2 \cdot 10^5 - 2^6); 4^3$

$\frac{2}{5} \cdot 8\frac{1}{2} + 2^3; 8\frac{1}{3} - (-\frac{2}{5})^2$

### Õppimine ja õpetamine

Kui auto liigub maanteel, mõõdame kahe punkti vahelise läbimise aega minutites, F1 auto puhul aga tuhandiksekundites. Ristkülikukujulise põranda pikkust ja laiust mõõdame 1 sentimeetri täpsusega, pindala väljendame ruutmeetrites ühe kohaga pärast koma jms.

### Õppeainete lõiming

#### Keemia, füüsika ja loodusõpetus

Arvu 10 astmed, arvu standardkuju. Eesliited ja nende lühendid.

#### Geograafia

Pindalad, rahvaarv.

3. Protsent. Statistika	
Õpitulemused	Õppesisu
<b>Õpilane:</b> 1) selgitab protsendi tähendust ja leiab osa tervikust (kordavalt);	Promilli mõiste (tutvustavalt). Arvu leidmine tema osamäära ja protsendimäära järgi. Jagatise

- 2) selgitab promilli tähendust (näide 1);
- 3) leiab antud osamäära järgi terviku;
- 4) väljendab kahe arvu jagatist ehk suhet protsentides;
- 5) leiab, mitu protsenti moodustab üks arv teisest, ja selgitab, mida tulemus näitab;
- 6) määrab suuruse kasvamist ja kahanemist protsentides kui kahe arvu muudu ja algväärtuse suhet (näide 2);
- 7) eristab muutust protsentides muutusest protsendipunktides (näide 3); oskab erinevatest tekstidest (nt ajaleheartikkel) leida mõistete *protsent* ja *protsendipunkt* väärkasutust;
- 8) tõlgendab reaalsuses esinevaid protsentides väljendatavaid suursi, lahendab kuni kahesammulisi protsentülesandeid;
- 9) rakendab protsentarvutust reaalse sisuga ülesandeid lahendades (näide 4);
- 10) arutleb ühishüve ja maksude olulisuse üle ühiskonnas;
- 11) selgitab laenudega seotud ohte ja kulutusi ning oskab etteantud lihtsa juhtumi varal hinnata laenamise eeldatavat otstarbekust (näide 5);
- 12) koostab isikliku eelarve;
- 13) teab, kuidas tekivad tulud ja mis on inimese võimalikud tuluallikad, ning oskab reaalselt hinnata võimalikke ja ootamatuid kulusid;
- 14) hindab kriitiliselt manipuleerimisvõtteid (nt laenamisel);
- 15) selgitab mõne konkreetse näite põhjal, kuidas on inimest ahvatletud laenu võtma ja mis juhtub, kui laen jääb õigel ajal tasumata;
- 16) oskab koguda andmeid, neid korrastada ja töödelda digitaalselt;
- 17) oskab arvutada statistilise kogumi karakteristikuid, sh kasutades sobivat tarkvara;
- 18) oskab joonestada sektordiagrammi, sh digitaalselt;
- 19) selgitab tõenäosuse tähendust;
- 20) oskab arvutada tõenäosuse väärtust lihtsamatel juhtudel;
- 21) teeb vahet klassikalisel ja statistilisel tõenäosusel (näide 6).

väljendamine protsentides. Protsendipunkt. Suuruse muutumise väljendamine protsentides. Andmete kogumine ja korrastamine. Statistilise kogumi karakteristikud (aritmeetiline keskmine). Sektordiagramm. Tõenäosuse mõiste. Statistiline kogum, valim, aritmeetiline keskmine, sektordiagramm, tõenäosus.

**Põhimõisted:** protsent, promill, protsendipunkt. Arvu leidmine tema osamäära ja protsendimäära järgi. Jagatise väljendamine protsentides, suuruse muutumise väljendamine protsentides. Statistiline kogum, valim, sagedus, suhteline sagedus, aritmeetiline keskmine, klassikaline tõenäosus, sektordiagramm.

## Näited

1. Promilli (‰) kasutamist selgitab eluliste näidete järgi (alkoholi sisaldus veres, soola sisaldus merevees, toimeaine hulk ravimis jms).
2. Juku kaalus kevadel 55 kg, sügisel 58 kg ja järgmisel kevadel 57 kg. Leida kaalu muutus protsentides.
3. Erakonna X toetus suurenes 20%-lt 25%-le. Kas sel juhul toetus kasvas 5%?
4. Õpilane arutleb ühishüve ja maksude olulisuse üle ühiskonnas. Oskab välja arvutada kauba lõpphinna, kui algul tõstetakse hinda  $n\%$  ja seejärel tõstetakse (langetatakse)  $k\%$ , oskab mingil tootel (nt leib või vorst) etiketil olevate andmete põhjal välja arvutada, kui palju erinevaid toiduaineid (emulgaatoreid) selles tootes on.
5. SMS-laenu puhul tuleb ühes kuus maksta intresse 60%. Kui palju tuleb tagasi maksta, kui laenatakse 500 eurot 6 kuuks? Kui palju tuleks pangale tagasi maksta, kui aastane intressimäär on 22%?
6. Mängija leiab täringul 6 silma tulemise tõenäosuse ning teeb seda katseliselt, heites näiteks 4 täringut 25 korda, ja arvutab, kui suur oli 6 silma esinemise tõenäosus.

## Õppimine ja õpetamine

### Märkused

Õpilane kogub andmed, töötleb neid digitaalselt, koostab kogutud andmete põhjal tarkvara kasutades ühe kuu kohta sektordiagrammi (nt keskmine kulu ühes päevas).

**Praktiline töö.** Isikliku eelarve koostamine ühe kuu kohta, andes sektordiagrammiga ülevaate kululiikidest ja otsustades, milline oli tema eelarve (positiivne, negatiivne või tasakaalus). Andmeteks võivad olla ka klassi poiste ja tüdrukute pikkused, õppeveerandi jooksul saadud hinded, kolme minuti jooksul mööda sõitnud autode värv, mark vms – mida nendega teha? Õpilane kirjeldab ajalehest välja lõigatud, internetist otsitud või ette antud sektordiagrammi.

### Lõiming läbivate teemadega

#### Väärtused ja kõlblus. Tervis ja ohutus

Lahused ja nende kontsentratsioon. Alkohol.

**Tehnoloogia ja innovatsioon**

Õpilane kasutab digivahendeid ülesannete lahendamiseks ja vastuste kontrollimiseks. Joonestab sektor- ja tulpdiaagrammi sobivat tarkvara kasutades; otsib teavet internetist ning analüüsib seda.

**Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus**

Finantsteadlikkus.

**Tervis ja ohutus**

Riskitegureid käsitlevate andmetega protsentülesanded, ülesanded tervisliku toidu kohta. Toiduainete koostis. Õpilane leiab sõiduki kiiruse muutuse, kui sõiduks vajaminevat aega vähendada (suurendada), ning teeb selle põhjal olulised järeldused.

**Kultuuriline identiteet**

Ülesanded seoses erinevate rahvuste ja erinevate usunditega.

**Teabekeskond**

Manipulatsioonid meedias – kriitiline teabe analüüsimine. Õpilane hangib statistilisteks arvutusteks vajalikku infot teabekanalitest (meediast, teatmikest, internetist) ja teeb õigeid järeldusi.

**Keskond ja ühiskonna jätkusuutlik areng**

Vastavasisuliste ülesannete lahendamine. Protsentiarvutust kasutades uurib õpilane, missugune on meie elanikkonna vanuseline koosseis, kui suure osa moodustab mittetöötav elanikkond (alla 18aastased, pensioniealised ning töötud) ning mis võib meid ees oodata.

**Väärtused ja kõlblus**

Vastutustunde kasvatamine rühmatöö kaudu, andmete mittevõltsimine.

**Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus**

Ideede genereerimine ja nende headuse kontrollimine – andmed ning ideed.

**Kultuuriline identiteet**

Eri rahvused mitmekultuurilisuse teemaga seotud ülesannetes.



## **Õppeainete lõiming**

### **Keemia**

Protsentülesannete lahendamine. Ainete koostis. Väärismetalli osakaal sulamis.

### **Geograafia**

Merevee soolsus.

### **Inimeseõpetus**

Inimese joobe tase, alkoholimürgitus. Õpilane kasutab vajaduse korral diagramme, koostab ja tõlgendab neid.

### **Loodusõpetus**

Õpilane kasutab protsentarvutust liikumiskiiruse muutumist kirjeldades, leiab toote (eseme) koostise, kasutab korrektselt ligikaudse arvutamise reegleid ning annab vajaduse korral vastuse standardkujul.

### **Bioloogia, geograafia, loodusõpetus**

Protsentülesannete lahendamine (nt loomade arvukus, liikide paiknemise tihedus, toidupüramiid, maismaa ja maailmameri, liikumisülesanded). Aritmeetiline keskmine (nt keskmine haudumisaeg, munade arv pesas, poegade toitmise aeg päevades, keskmine tiinuse kestus päevades, keskmine sademete hulk, keskmine temperatuur).

### **Geograafia**

Rahvastikuandmed.

### **Loodusained ja inimeseõpetus**

Andmete analüüs, diagrammide koostamine ja tõlgendamine. Vajaduse korral loovtöös andmete analüüsimine.

### **Kehaline kasvatus**

Korvpalli visketabavuse protsent; andmete kogumine ja nende töötlemine.

#### 4. Võrdeline ja pöördvõrdeline sõltuvus. Linearfunktsioon

Õpitulemused	Õppesisu
<p><b>Õpilane:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) arvutab ühetähelise tähtvaldise väärtuse (näide 1);</li><li>2) koostab lihtsamaid avaldisi (nt pindala ja ruumala);</li><li>3) selgitab näidete põhjal muutuva suuruse ja funktsiooni olemust;</li><li>4) selgitab võrdelise sõltuvuse tähendust eluliste näidete põhjal (nt teepikkus ja aeg; rahasumma ja kauba kogus);</li><li>5) kontrollib tabelina antud suuruste järgi, kas on tegemist võrdelise sõltuvusega;</li><li>6) otsustab graafiku põhjal, kas on tegemist võrdelise sõltuvusega;</li><li>7) toob näiteid võrdelise sõltuvuse kohta;</li><li>8) leiab võrdeteguri;</li><li>9) joonestab võrdelise sõltuvuse graafiku nii käsitsi kui ka digivahendiga (nt GeoGebra);</li><li>10) selgitab pöördvõrdelise sõltuvuse tähendust eluliste näidete põhjal (näide 2);</li><li>11) kontrollib tabelina antud suuruste järgi, kas on tegemist pöördvõrdelise sõltuvusega (näide 3);</li><li>12) saab graafiku põhjal aru, kas on tegemist pöördvõrdelise sõltuvusega;</li><li>13) joonestab pöördvõrdelise sõltuvuse graafiku nii käsitsi kui ka digivahendiga (nt GeoGebra);</li><li>14) oskab tõlgendada võrdelise ja pöördvõrdelise seose kordajaid;</li><li>15) teab, mis on lineaarne sõltuvus; eristab lineaarliiget ja vabaliiget;</li><li>16) joonestab lineaarfunktsiooni avaldise põhjal graafiku nii käsitsi kui ka digivahendiga (nt GeoGebra);</li><li>17) otsustab graafiku põhjal, kas funktsioon on lineaarne või ei ole.</li></ol>	<p>Tähtvaldise väärtuse arvutamine. Lihtsamate tähtvaldiste koostamine.</p> <p>Ühtlase liikumise graafik. Võrdeline sõltuvus, võrdelise sõltuvuse graafik (sirge), võrdeline jaotamine.</p> <p>Pöördvõrdeline sõltuvus, pöördvõrdelise sõltuvuse graafik (hüperbool).</p> <p>Linearfunktsioon, selle graafik (sirge).</p> <p>Linearfunktsiooni rakendamise näiteid.</p> <p><b>Põhimõisted:</b> funktsiooni graafik.</p> <p>Võrdeline sõltuvus, võrdelise sõltuvuse graafik, sirge, võrdeline jaotamine.</p> <p>Pöördvõrdeline sõltuvus, pöördvõrdelise sõltuvuse graafik, hüperbool.</p> <p>Linearfunktsioon, lineaarliige, vabaliige, lineaarfunktsiooni graafik (sirge).</p> <p>Sõltuv ja sõltumatu muutuja, võrdetegur.</p>
<b>Näited</b>	

1.  $2b + b^2$ , leia antud avaldise väärtus, juhul kui  $b \in \{-2,5; 0; \frac{1}{3}\}$
2. Ühe kilogrammi kauba hind ja teatud rahasumma eest saadava kauba kogus; kiirus ja aeg: Tallinnast Tartusse sõites on auto keskmine kiirus 80 km/h. Kui palju väheneb (suureneb) sõiduks kuluv aeg, kui keskmist kiirust suurendada (vähendada) 10% võrra?
3. Kas sõltuvused  $y = 3x$ ,  $xy = 3$ ,  $x + y = 3$ ,  $y = 3 : x$  esitavad pöördvõrdelise sõltuvuse? Miks?

**A:** Joonesta lineaarfunktsiooni  $y = -3x + 6$  graafik.

**B:** Joonist tegemata vasta seose  $y = -\frac{8}{x}$  kohta järgmistele küsimustele.

1. Kuidas nimetatakse esitatud seost?
2. Kuidas nimetatakse selle funktsiooni graafikut?
3. Kuidas paikneb graafik teljestikus?
4. Kas graafik läbib punkte  $(2; -4)$  ja  $(0; 0)$ ? Põhjenda vastust?
5. Mille poolest erineb selle funktsiooni graafik  $y = \frac{8}{x}$  graafikust?

**C:** On antud funktsioon  $y = ax^2 + c$ , kus  $a \neq 0$ . Selle funktsiooni graafiku haripunkt on  $H(0; -2)$  ning punkt  $A(2; 6)$  asuvad selle funktsiooni graafikul.

1. Arvuta selle funktsiooni ruutliikme kordaja  $a$  ja vabaliige  $c$ .
2. Kirjuta selle funktsiooni valem.
3. Arvuta selle funktsiooni nullkohad.
4. Joonesta selle funktsiooni graafik.
5. Kas sirge  $y = 2x - 4$  lõikab selle funktsiooni graafikut? Põhjenda oma vastust.

Matemaatika põhikooli lõpueksam 2015

## Õppimine ja õpetamine

### Märkused

Digivahendeid kasutades ning sobivat tarkvara programmi valides (nt GeoGebra, Wiris, WolframAlpha) joonestatakse võrdelise sõltuvuse ja pöördvõrdelise sõltuvuse graafik, lineaarfunktsiooni graafik kahe punkti järgi ning väga hea taseme puhul ka tõusu ja algordinaadi järgi.

## **Lõiming läbivate teemadega**

### **Väärtused ja kõlblus**

Hoolsuse ja püsivuse arendamine jooniste valmistamisega seoses (joonestamisvahendite olemasolu igas tunnis). Korralike jooniste valmistamine. Püsivuse arendamine käsitsi jooniseid tehes. Täpsuse kasvatamine.

### **Tehnoloogia ja innovatsioon**

Digivahenditekasutamine joonestatud graafikute kontrollimiseks.

### **Elukestev õpe ja karjääri planeerimine**

Tagasiside hindamise kohta.

## **Õppeainete lõiming**

### **Loodusõpetus**

Ühtlase liikumise kirjeldamine, liikumise kiirus, liikumisgraafikud. Teepikkuse graafik sõltuvalt ajast, seosed.

### **Füüsika**

Voolutugevus, pinge, takistus.

### **Keemia ja füüsika**

Võrdest liikme avaldamine (ristkorrutis). Võrde põhiomaduse rakendamine.

### **Tööõpetus**

Toiduretseptid.

Ainesisene lõiming algebra ja geomeetria vahel.

## 5. Võrrand

Õpitulemused	Õppesisu
<p><b>Õpilane:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) tunneb ära võrrandi;</li> <li>2) tunneb võrrandi põhiomadusi;</li> <li>3) lahendab lineaarvõrrandeid (näide 1), sh graafiliselt arvutiprogrammi kasutades;</li> <li>4) avaldab võrdest liikme;</li> <li>5) lahendab võrdekujulisi võrrandeid (näide 2);</li> <li>6) koostab lihtsamate tekstülesannete lahendamiseks võrrandi, lahendab selle;</li> <li>7) kontrollib tekstülesande lahendit; tekstülesande lahendit kontrollides hindab lahendi reaalsust, st kas leitud tekstülesande lahend on mõistlik (näide 3);</li> <li>8) lahendab (tekst)ülesandeid protsentarvutuse kohta;</li> <li>9) koostab lineaarvõrrandi etteantud teksti järgi, lahendab tekstülesandeid lineaarvõrrandiga;</li> <li>10) modelleerib õpetaja juhendamisel lihtsamas reaalses kontekstis esineva probleemi ja tõlgendab saadud tulemusi õpetaja juhendamisel.</li> </ol>	<p>Võrrandi mõiste. Võrrandite samaväärsus. Võrrandi põhiomadused. Ühe tundmatuga lineaarvõrrand, selle lahendamine.</p> <p>Võrre. Võrde põhiomadus.</p> <p>Võrdekujulise võrrandi lahendamine.</p> <p>Lihtsamate (sh igapäevaeluga seonduvate) tekstülesannete lahendamine võrrandiga.</p> <p><b>Põhimõisted:</b> võrrand, võrrandi lahend, võrrandi lahendamine. Võrrandi põhiomadused. Ühe tundmatuga lineaarvõrrand.</p> <p>Võrre. Võrde põhiomadus. Võrdekujuline võrrand.</p> <p>Võrdekujulise võrrandi lahendamine.</p>
<p><b>Näited</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lahenda lineaarvõrrandid <math>2x + 1 = x + 3</math>; <math>2(3x - 1) = 3x - 4</math>;</li> <li>2. Lahenda võrdekujuline võrrand <math>\frac{2x}{3} = \frac{3}{4}</math>; <math>\frac{3x-1}{3} = \frac{-x+1}{4}</math>;</li> <li>3. Vanaisa vanus ei ole 13 aastat või 133 aastat, jalgrattur ei sõida kiirusega 288 km/h jms.</li> </ol>	

## **Õppimine ja õpetamine**

### **Märkused**

1. Korraldatakse projektipäev teemal „Vesi“ või „Õhk“ koostöös loodusainete jt õpetajatega.
2. Õpilane koostab tekstülesande, mida saab lahendada võrrandiga. Võrdekujulise võrrandi ja lineaarvõrrandi lahendit kontrollitakse sobiva tarkvaraga.

### **Lõiming läbivate teemadega**

#### **Tehnoloogia ja innovatsioon**

Digivahendite kasutamine võrrandite lahendamiseks sammhaaval ning võrrandite lahendite kontrollimiseks.

#### **Teabekeskond**

Matemaatika roll fundamentaalteadusena: teema rakendused on (näiteks) füüsikas ja keemias ning võrrandeid lahendatakse ühtemoodi, olenemata sellest, kas muutuja tähis on  $x$  või näiteks  $v$ . Õpilane hangib tekstülesande koostamiseks vajalikku infot meediast, teatmikest ja internetist ning teeb õigeid järeldusi.

#### **Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus**

Reaalsete andmete kogumine tekstülesannete koostamiseks, eluliste andmetega ülesannete lahendamine.

#### **Tervis ja ohutus**

Liiklejate ja sõidukite liikumisega seotud tekstülesanded, mis toetavad arusaamist ohutust liiklemisest. Helkur – elupäästja.

#### **Keskkond ja jätkusuutlik areng**

Ülesanded projektipäeval seostatuna loodusega. Vee säästmine, õhu saastamine.

#### **Elukestev õpe ja karjääri planeerimine**

Varem õpitud protsenditeema iseseisev rakendamine uut teemat omandades.

## Õppeainete lõiming

### Keemia

Ainete koguse leidmine võrdkujulise võrrandiga.

### Füüsika

Suuruste avaldamine võrdustest, võrdkujulise võrrandi lahendamine.

### Eesti keel

Õpilane mõistab tekstülesande teksti, arvestab kirjavahemärke; kasutab tekstülesannet koostades, lahenduskäiku selgitades ja vastust tõlgendades korrektset keelt.

### Kodundus

Ainete kogused toiduretseptides sööjate arvu järgi.

6. Hulknurk	
Õpitulemused	Õppesisu
<p><b>Õpilane:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) teab, mis on hulknurk, näitab hulknurga tippe, külgi ja nurki ning lähiskülgi ja lähisnurki (näide 1);</li><li>2) saab aru mõistest <i>korrapärane hulknurk</i>;</li><li>3) arvutab hulknurga ümbermõõdu, sisenurkade summa ja korrapärase hulknurga ühe nurga (näide 2);</li><li>4) joonestab etteantud külgede ja nurgaga rööpküliku, tema diagonaalid ja kõrguse;</li><li>5) teab rööpküliku külgede, nurkade ja diagonaalide omadusi ning kasutab neid ülesandeid lahendades;</li><li>6) mõõdab rööpküliku küljed ja kõrguse, arvutab ümbermõõdu ja pindala;</li><li>7) joonestab etteantud külje ja nurga järgi rombi;</li></ol>	<p>Hulknurk, selle ümbermõõt. Hulknurga sisenurkade summa. Rööpkülik, selle omadused. Rööpküliku pindala. Romb, selle omadused. Rombi pindala. Korrapärased hulknurgad. Püstprisma, selle pindala ja ruumala.</p> <p><b>Põhimõisted:</b> hulknurk, selle küljed, tipud, nurgad, lähisküljed, lähisnurgad, ümbermõõt, diagonaal, kumer hulknurk, sisenurkade summa. Rööpkülik, rööpküliku pindala. Romb ja rombi pindala.</p>

<p>8) teab rombi diagonaalide ja nurkade omadusi, kasutab neid ülesandeid lahendades;</p> <p>9) joonestab ja mõõdab rombi külgi, kõrgust ja diagonaale, arvutab übermöödu ja pindala;</p> <p>10) eristab korrapäraseid ja korrapäratuid hulknurki;</p> <p>11) tunneb kehade hulgast kolmnurkse ja nelinurkse püstprisma;</p> <p>12) näitab ning nimetab kolmnurkse ja nelinurkse püstprisma põhitahke, näitab selle tippe, külgservi, põhiservi, prisma kõrgust, külgtahke ning põhja kõrgust;</p> <p>13) arvutab kolmnurkse ja nelinurkse püstprisma pindala ning ruumala;</p> <p>14) märkab igapäevaelus matemaatilisi kujundeid (näide 3); oskab lahendada ülesandeid erinevate geomeetriliste kujundite kohta.</p>	<p>Korrapärased hulknurgad.</p> <p>Kolmnurkne ja nelinurkne püstprisma, nende põhitahud, külgtahud, tipud, põhiservad, külgservad, kõrgus, põhja kõrgus, pinnalaotus, põhjapindala, külgpindala, täispindala.</p> <p>Püströöptahukas.</p>
<p><b>Näited</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Joonesta digivahendit kasutades suvaline hulknurk ja leia eespool nimetatud hulknurga elemente.</li> <li>2. Leia korrapärase 12-nurga sisenurkade summa ja ühe sisenurga suurus; kontrolli, kas on olemas korrapärase hulknurk, mille sisenurk on <math>100^\circ</math>.</li> <li>3. Vaata kõnniteel erikujulisi tänavakive, prismakujulist reklaamtulpa jne.</li> </ol>	

## Õppimine ja õpetamine

### Märkused

Tehakse praktilisi töid. Õpitakse tundma rööpküliku- ja rombikujulisi ning korrapärase hulknurga kujulisi esemeid, pildistades neid igapäevaelust. Kujunditele fotodel lisatakse värvilised piirjooned (nt Paint). Tunnis antakse suuliselt fotodel olevaile kujunditele nimetused.

### Lõiming läbivate teemadega

#### Tehnoloogia ja innovatsioon

Õpilane teab hulknurgakujuliste konstruktsioonelementide kasutamise võimalusi erinevates ehituskonstruktsioonides. Kasutab digivahendeid hulknurka, rööpkülikut ja rombi joonestades ning nende omadusi uurides ja geomeetriat õppides seoses igapäevaeluga: fotod ning nende



esitlemine arvuti- ja suurel ekraanil, ruumilised joonised ja tehnoloogia võimalused, võimaluse korral digitahvli tarkvara ja/või programmi. Kasutab GeoGebraga tehtud püstprismade jooniseid ülesandeid lahendades.

### **Väärtused ja kõlblus**

Hoolsuse ning püsivuse arendamine rööpküliku ja rombi jooniseid ning ruumilisi mudeleid valmistades (joonestamisvahendite olemasolu igas tunnis). Korralike jooniste valmistamine käsitsi. Geomeetriliste kujundite ilu ja seos arhitektuuriga.

### **Suhtluspädevus**

Õpilane selgitab tasandiliste ja ruumiliste kujundite kasutamist praktikas (nt kõnnitee ehitamine erikujulistest tänavakividest).

### **Elukestev õpe ja karjääri planeerimine**

Mis ametites läheb vaja käsitsi/digitaalset joonestamist? Tänapäevased nõuded joonistele.

### **Matemaatiline pädevus**

Tunneb kujundite seast ära eespool nimetatud tasandilised ja ruumilised kujundid, teab nende omadusi ning oskab neid omadusi rakendada ülesandeid lahendades.

### **Õppeainete lõiming**

#### **Kunstiõpetus**

Ornamendid, arhitektuur, erinevad mustrid, sümmeetria, mudelite valmistamine ja voltimine. Värvide sobivus. Kontrastvärvid. Maa-alade kujundamine.

#### **Tehnoloogiaõpetus**

Hulknurgakujuliste konstruktsioonelementide kasutamine tänapäevastes ja ajaloolistes ehitistes.

#### **Füüsika**

Kehade massi leidmise jt elulised ülesanded tasandiliste ja ruumiliste kujunditega seoses.

#### **Keemia, loodusõpetus**

Aine tihedus.

## 7. Üksliikmed

Õpitulemused	Õppesisu
<p><b>Õpilane:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) teab mõisteid <i>üksliige ja selle kordaja</i>;</li> <li>2) teab, et kordaja 1 jäetakse kirjutamata ning miinusmärk üksliikme ees tähendab kordajat (-1);</li> <li>3) viib üksliikme normaalkujule ja leiab selle kordaja;</li> <li>4) koondab sarnaseid üksliikmeid;</li> <li>5) korrutab ühe ja sama alusega astmeid <math>a^m \cdot a^n = a^{m+n}</math> (näide 1);</li> <li>6) korrutab üksliikmeid;</li> <li>7) astendab korrutise <math>(a \cdot b)^n = a^n \cdot b^n</math> (näide 2);</li> <li>8) astendab astme <math>(a^m)^n = a^{m \cdot n}</math> (näide 3);</li> <li>9) astendab üksliikmeid;</li> <li>10) jagab võrdsete alustega astmeid <math>a^m : a^n = a^{m-n}</math> (näide 4);</li> <li>11) jagab üksliikmeid;</li> <li>12) astendab jagatise <math>(a : b)^n = a^n : b^n</math> (näide 5);</li> <li>13) teab, et <math>a^0 = 1, a \neq 0</math>;</li> <li>14) teab, et <math>10^{-1} = 0,1</math>  <math>10^{-2} = 0,01</math>  <math>10^{-3} = 0,001</math>  <math>10^{-4} = 0,0001</math> jne;</li> <li>15) kirjutab kümnendmurru 10 astmete abil (näide 6);</li> <li>16) kirjutab suuri ja väikseid arve standardkujul, selgitab standardkujuliste arvude kasutamist teistes õppeainetes ja igapäevaelus;</li> <li>17) oskab tehteid üksliikmetega;</li> <li>18) kirjutab arve standardkujul.</li> </ol>	<p>Üksliige. Sarnased üksliikmed. Naturaalarvulise astendajaga astmed.</p> <p>Võrdsete alustega astmete korrutamine ja jagamine. Astendaja <i>null</i>, negatiivse täisarvulise astendajaga astmete näiteid.</p> <p>Korrutise astendamine. Jagatise astendamine. Astme astendamine.</p> <p>Üksliikmete liitmine ja lahutamine. Üksliikmete korrutamine.</p> <p>Üksliikmete astendamine. Üksliikmete jagamine.</p> <p>Ülesandeid tehetele naturaalarvulise astendajaga astmetega.</p> <p>Arvu 10 negatiivse täisarvulise astendajaga aste. Arvu standardkuju, selle rakendamise näiteid.</p> <p><b>Põhimõisted:</b> üksliige, üksliikme normaalkuju, üksliikme kordaja, sarnased üksliikmed.</p> <p>Astendamise reeglid.</p> <p>Arvu standardkuju.</p>

## Näited

- 1)  $2^2 \cdot 2$ ;  $2^4 \cdot 2^3 \cdot 2^7$
- 2)  $(22 \cdot 32)^3$ ;  $(-32 \cdot 0,12)^5$
- 3)  $(2^3)^4$ ;  $(-2^3)^5$
- 4)  $22^7 : 2^5$  või  $\frac{32^2 \cdot 2^4}{0,522^4}$
- 5)  $\left(\frac{222}{52}\right)^3$
- 6) Esita arvu 10 astmete abil arvud 2,5; 0,98; 12,007 jms.

## Õppimine ja õpetamine

### Märkused

Tehetes üksliikmetega kasutatakse ülesannete vastuste kontrollimiseks arvutiprogramme (nt Wiris). Õpilane teab, et arvu 10 astmeid läheb vaja edaspidi erinevaid loodusteadusi õppides.

### Lõiming läbivate teemadega

#### Tehnoloogia ja innovatsioon

Digivahendite kasutamine algebra õppimiseks ja vastuste kontrollimiseks, tehes tehteid üksliikmetega. Õpilane saab aru suurte ja väikeste arvude tähtsusest looduses toimuvate protsesside kirjeldamisel, teab väikeste arvude kasutusvaldkondi tehnikas.

#### Väärtused ja kõlblus

Vastutustunde kasvatamine rühmatöö kaudu. Täpsuse arendamine viit reeglit koos kasutades.

## **Õppeinete lõiming**

### **Eesti keel**

Arvu 10 astmete korrektselt lugemine ning arvu 10 astmete kasutamisest arusaamine erinevates tekstides (nt teatmeteosed).

### **Tehnoloogiaõpetus**

Väikeste arvude kasutamine täppismõõtmisel.

### **Loodusõpetus**

Suured arvud planeetide masside ja kauguste väljendamisel, väikesed arvud aine osakeste mõõtmete ja masside kirjeldamisel.

### **Füüsika**

Arvu standardkuju. Suured kiirused, massid, kaugused jne.

### **Keemia**

Arvu standardkuju. Aine osakeste suurused jne.

## **8. klass**

**NB!** Tabelisse on lisatud näiteid tasemetel A (algtase), B (kesktase) ja C (kõrgem tase).

**Teemad: 1. Kordamine (5 tundi); 2. Hulkliikmed (40 tundi); 3. Kahe tundmatuga lineaarvõrrandisüsteem (25 tundi); 4. Geomeetria (62 tundi, sh 1. Defineerimine ja tõestamine. Kolmnurk, u 24 tundi; 2. Ringjoon ja korrapärane hulknurk, u 18 tundi; 3. Kujundite sarnasus, u 20 tundi). Ajavaru 8 tundi. Kokku 140 tundi**

Näidetena on kasutatud Tiiu Kaljase, Madis Lepiku, Enn Nurga, Aksel Telgmaa ja August Unduski õpikust „Matemaatika 8. klassile“ 1. ja 2. osa enesekontrolli ülesandeid (Koolibri, 2013).

Erineva tasemega ülesannete näited on Maie Koiksoni väljaandest „Matemaatika kontrolltööd 8. klassile“ (Avita, 2008).

## 1. Kordamine

Õpitulemused	Õppesisu
<p>Õpilane:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) tunneb ja oskab kasutada märgireegleid;</li><li>2) oskab astendada, ka <math>(-1)^n</math> ja <math>-1^n</math> ning <math>a^0</math>;</li><li>3) tunneb tehete järjekorda ja kasutab seda avaldiste väärtusi arvutades;</li><li>4) oskab ümardada;</li><li>5) oskab mõistlikult kasutada digivahendeid tehete tegemisel;</li><li>6) oskab lahendada kuni kahesammulisi reaalse sisuga protsentülesandeid;</li><li>7) tunneb ära erinevad sõltuvused, ka graafiku põhjal;</li><li>8) oskab joonestada sõltuvuste graafikud nii käsitsi kui ka sobivat tarkvara kasutades (nt GeoGebra);</li><li>9) oskab lahendada ülesandeid korrapärase hulknurga kohta;</li><li>10) oskab kasutada rööpküliku omadusi ülesandeid lahendades ning leida rööpküliku ümbermõõdu ja pindala;</li><li>11) oskab kasutada rombi omadusi ülesandeid lahendades ja leida rombi ümbermõõdu;</li><li>12) oskab tuua lineaarse ja pöördvõrdelise sõltuvuste kohta elulisi näiteid;</li><li>13) oskab lahendada võrdekujulist võrrandit;</li><li>14) oskab lahendada lineaarvõrrandit;</li><li>15) oskab koostada lihtsama tekstülesande lahendamiseks võrrandi ja hinnata lahendi reaalsust;</li><li>16) oskab rakendada õpitud viit astendamise reeglit, tehes tehteid üksliikmetega;</li><li>17) oskab koondada sarnaseid üksliikmeid;</li><li>18) oskab kirjutada suuri ja väikseid arve standardkujul.</li></ol>	<p>Mitme tehtega arvutusülesanded. Astendamine. Protsentülesanded (protsendipunkt). Võrdeline, pöördvõrdeline ja lineaarne sõltuvus. Lineaarvõrrand. Võrdekujuline võrrand. Hulknurk. Rööpkülik ja romb. Tehted üksliikmetega. Arvu standardkuju.</p>
<p><b>Näited</b></p> <p>Vt 7. klassi kirjeldust.</p>	

2. Hulkliikmed	
Õpitulemused	Õppesisu
<p><b>Õpilane:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) teab mõisteid <i>hulkliige, kakslige, kolmlige ja nende kordajad</i>;</li> <li>2) oskab korrastada hulkliikmeid;</li> <li>3) oskab arvutada hulkliikme väärtuse; teeb arvutusi täisarvudega, kümnendmurdudega ja ka harilike murdudega;</li> <li>4) liidab ja lahutab hulkliikmeid, kasutab sulgude avamise reeglit;</li> <li>5) oskab korrutada ja jagada hulkliikmeid üksliikmega;</li> <li>6) oskab tuua ühise (ka suurima) teguri sulgudest välja;</li> <li>7) oskab korrutada kaksligeid;</li> <li>8) oskab leida kahe üksliikme summa ja vahe korrutise, kasutades valemit;</li> <li>9) oskab leida kakslige ruudu;</li> <li>10) leiab kahe üksliikme summa ja vahe korrutise, kasutab valemeid mõlematpidi;</li> <li>11) korrutab hulkliikmeid (märkus: piirduda juhtumiga, kus kolmliget on vaja korrutada kolmligega);</li> <li>11) tegurdab avaldist, kasutades ruutude vahe ning summa ja vahe ruudu valemeid;</li> <li>12) teisendab ja lihtsustab algebralisi avaldisi, kasutades ruutude vahe, vahe ruudu ja summa ruudu valemeid sulge avades ning hulkliiget tegurdades (soovitus: kasutada selliseid avaldisi, kus tuleb rakendada kõiki varem õpitud valemeid; kõik ei pea olema ühes ülesandes).</li> </ol>	<p>Hulkliige. Hulkliikme väärtuse arvutamine.  Hulkliikmete liitmine ja lahutamine.  Hulkliikme korrutamine ja jagamine üksliikmega.  Hulkliikme tegurdamine ühise teguri sulgudest väljatoomisega.  Kaksligeite korrutamine.  Kahe üksliikme summa ja vahe korrutis.  Kakslige ruut.  Hulkliikmete korrutamine.  Kuupide summa ja vahe valemid, kakslige kuup tutvustavalt. Hulkliikme tegurdamine valemite kasutamisega.  Algebralise avaldise lihtsustamine.</p> <p><b>Põhimõisted:</b> hulkliige, kakslige, kolmlige, hulkliikme kordaja, korrastatud hulkliige, sulgude avamine, hulkliikme tegurdamine, ruutude vahe, kakslige ruut, summa ruut, vahe ruut.</p>
<p><b>Näited</b></p> <p><b>A:</b> Lihtsusta avaldised:</p>	

$$9u - 7v + 2v - 2u - 7v$$

$$-3a^2c^2 + 4a^2c - ac + 4a^2c^2 + 5ac$$

$$(4a + b) - (5b - a) + (3b - 5a)$$

$$a^2 - 9b^2 = (a + 3b)(a - 3b)$$

$$(4x + 7)^2$$

$$(3x + 5)(3x - 5)$$

$$4b^2 - 9a^2 = (2b + 3a)(2b - 3a)$$

**B:** Kasuta valemeid.

$$(a - 2)^2 - (2 + a)^2 - (a - 2)(a + 3)$$

**C:** Lihtsusta avaldis ja arvuta selle väärtus.

$$(4c + 1)^2 - (3 + 4c)(3 - 4c), \text{ kui } c = -1\frac{1}{2}$$

**C:** Kahe järjestikuse naturaalarvu ruutude vahe on 81. Leia need arvud.

Soovitus: lisaks summa ja ruudu valemitele näidata ka, et

$$(-a - b)^2 = (a + b)^2$$

$$(a - b)^2 = (b - a)^2$$

$$(-a + b)^2 = (b - a)^2$$

Rühmitamisülesandeid

## Õppimine ja õpetamine

Ülesanded tehetele hulkliikmetega (liitmine, lahutamine, hulkliikmete korrutamine) on soovitatav valida nii, et lihtsamate ülesannetega saavad kõik õpilased hakkama, edasijõudnud võivad lihtsustada avaldise, kus on vaja kasutada kuupide summa ja vahe valemeid (summa ja vahe kuubi valemeid). Õpilased lihtsustavad avaldise ja arvutavad lihtsustatud avaldise väärtusi. Avaldise lihtsustades kasutavad nad arvutialgebra programme (T-algebra, Wiris vms).

## **Lõiming läbivate teemadega**

### **Elukestev õpe ja karjääri planeerimine**

Varem õpitud teemade iseseisev rakendamine uute teemade omandamisel. Tagasiside hindamine. Oma vigade analüüsimine. Õpimapi täitmine, eneseanalüüs – mina matemaatika õppijana.

### **Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus**

Õpilane kasutab varem õpitut algebraliste avaldiste lihtsustamisel, leiab õpikust, teatmikest või internetist ülesannete lahendamiseks vajalikud valemid.

### **Teabekeskond**

Leiab ülesannete lahendamiseks vajaliku info avalikest teabeallikatest (teatmikud, entsüklopeediad, internet).

### **Tehnoloogia ja innovatsioon**

Digivahendite kasutamine õppes.

### **Tervis ja ohutus**

Teab ja tunneb elektroonikaseadmete kasutamise ohutuse nõudeid.

### **Väärtused ja kõlblus**

Järjepidevuse, sihikindluse ja täpsuse arendamine.

## **Õppeainete lõiming**

### **Füüsika**

Kahe või enama valemi kombineerimisel tekib konkreetse ülesande lahendamiseks vajalik valem.



### 3. Kahe tundmatuga lineaarvõrrandisüsteem

Õpitulemused	Õppesisu
<p>Õpilane:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) tunneb ära kahe tundmatuga lineaarvõrrandi;</li> <li>2) tunneb ära kahe tundmatuga lineaarse võrrandisüsteemi;</li> <li>3) oskab avaldada kahe tundmatuga lineaarvõrrandist ühe tundmatu teise kaudu;</li> <li>4) oskab viia kahe tundmatuga lineaarvõrrandi normaalkujule;</li> <li>5) teab, tunneb ja oskab kolme erinevat võtet LVSi lahendamiseks;</li> <li>6) oskab lahendada kahe tundmatuga lineaarvõrrandisüsteemi graafiliselt (nii käsitsi kui digivahendeid kasutades);</li> <li>7) oskab kirjeldada kahe tundmatuga lineaarvõrrandi graafilist lahendamist;</li> <li>8) oskab lahendada kahe tundmatuga lineaarvõrrandisüsteemi liitmisvõttega;</li> <li>9) oskab lahendada kahe tundmatuga lineaarvõrrandisüsteemi asendusvõttega;</li> <li>10) oskab lahendada lihtsamaid tekstülesandeid kahe tundmatuga lineaarvõrrandisüsteemi abil.</li> </ol>	<p>Kahe tundmatuga lineaarvõrrand. Lineaarvõrrandi lahendamine. Kahe tundmatuga lineaarvõrrandi graafiline esitus. Kahe tundmatuga lineaarvõrrandisüsteemi lahendamine graafiliselt. Liitmisvõte. Asendusvõte. Lihtsamate (sh igapäevaeluga seonduvate) tekstülesannete lahendamine kahe tundmatuga lineaarvõrrandisüsteemiga.</p> <p><b>Põhimõisted:</b> kahe tundmatuga lineaarvõrrand, selle normaalkuju, lahend, graafiline kujutissirge, kahe tundmatuga lineaarvõrrandisüsteem (LVS), liitmisvõte, asendusvõte.</p>
<p><b>Näited</b></p> <p>Lahenda võrrandisüsteemid.</p> <p><b>A:</b> <math>\begin{cases} 2x + y = 3 \\ 2x - 4y = -1 \end{cases} \begin{cases} 3x + 7y = 1 \\ 7x + 3y = 1 \end{cases}</math>, lahendada ka tekstülesanne</p> <p><b>B:</b> <math>\begin{cases} 2(3x - y) - 3(x + y) = 1 + y \\ y = -x - 3 \end{cases}</math>, lahendada ka tekstülesanne</p>	

$$\text{C: } \begin{cases} x^2 - 3y - 1 \\ 3 \\ 1 - 2y - x \end{cases}$$

Maril ja Toivol on kokku 48 eurot. Kui Mari annab oma rahast 20 eurot Toivole, siis jääb talle niisama palju raha, kui oli enne Toivol. Kui palju raha oli esialgu Maril ja kui palju Toivol?

## Õppimine ja õpetamine

### Soovitused

1. Võrrandisüsteemide lahendamisel vaadelda kindlasti ka selliseid, kus lahendid puuduvad või on lahendeid lõpmata palju.
2. Lahendada võrrandisüsteeme, mida on enne lahendamist vaja korrastada või mis sisaldavad murde.
3. Lahendada ka selliseid võrrandisüsteeme, kus ühe tundmatu avaldamisel tekivad murrud (ja neid ei saa asendada kümnendmurdudega).
4. Vältida seda, et kõikide lahendatud võrrandisüsteemide lahendid on täisarvud.
5. Valikuliselt anda lahendada ülesandeid, kus võrrandisüsteemis olevaid võrrandeid on vaja lihtsustada (kaotada murrud, kasutada korrutamise abivalemeid).
6. Kui võrrandisüsteemis olevaid võrrandeid saab lahutada, siis on soovitatav seda ka teha.
7. Lahendada lineaarvõrrandit ja võrrandisüsteemi programmidega Wiris, GeoGebra, T-algebra, Desmos, WolframAlpha.
8. Võimaluse korral kasutada puutetundliku tahvli tarkvara kordamiseks ning LVSi lahendamisel õpilaste tehtud vigade analüüsimiseks.

### Lõiming läbivate teemadega

#### Elukestev õpe ja karjääri planeerimine

Varem õpitud teemade iseseisev rakendamine uute teemade omandamisel. Tagasiside hindamine. Oma vigade analüüsimine. Õpimapi täitmine, eneseanalüüs – mina matemaatika õppijana.

#### Keskkond ja jätkusuutlik areng

Vastavasisuliste tekstülesannete lahendamine.

**Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus**

Otstarbeka võtte leidmine võrrandisüsteemi lahendamiseks, reaalse andmete kogumine tekstülesannete koostamiseks, eluliste andmetega ülesannete lahendamine.

**Teabekeskond**

Ülesannete lahendamiseks vajalike valemite leidmine teatmikest, õpikutest, internetist jne.

**Tehnoloogia ja innovatsioon**

Digivahendite kasutamine õppes ülesannete lahendamiseks ja vastuste kontrollimiseks.

**Tervis ja ohutus**

Liiklejate ja sõidukite liikumisega seotud tekstülesanded.

**Väärtused ja kõlblus**

Järjepidevuse, sihikindluse ja täpsuse kasvatamine ning arendamine, varem õpitud oskuste ja meetodite rakendamine uue materjali omandamisel; alustades lihtsamast ning liikudes edasi keerulisemale. Täpsuse kasvatamine. Rühmatööd.

**Õppeainete lõiming****Bioloogia**

Tekstülesannete lahendamine (nt ülesanded põllumajandusest).

**Keemia**

Tekstülesannete lahendamine (nt sulamite ülesanded).

**Füüsika**

Kahe keha sirgjoonelisel liikumisel kohtumispunkti või kohtumiseks kulunud aja leidmine (nt tigude liikumisülesanne), kiiruste leidmise ülesanded.

#### 4. Geomeetria ( sh 1. Defineerimine ja tõestamine. Kolmnurk; 2. Ringjoon ja korrapärane hulknurk; 3. Kujundite sarnasus)

##### 4.1. Defineerimine ja tõestamine. Kolmnurk.

##### 4.1.1. Defineerimine ja tõestamine

Õpitulemused	Õppesisu
<p>Õpilane:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) oskab selgitada definitsiooni mõistet;</li><li>2) oskab defineerida paralleelseid sirgeid ning teab paralleelide aksioomi;</li><li>3) oskab selgitada teoreemi, eelduse ja väite mõistet;</li><li>4) oskab selgitada mõne teoreemi tõestuskäiku (selgitus: tõestuskäigu selgitamisel peab ilmne, et õpilane on aru saanud, mitte pähe õppinud);</li><li>5) oskab kasutada arvutiprogrammi (nt GeoGebra) seaduspärasusi avastades ja hüpoteese püstitades;</li><li>6) teab, et:<ol style="list-style-type: none"><li>a) kui kaks sirget on paralleelsed kolmandaga, siis on need paralleelsed teineteisega;</li><li>b) kui sirge lõikab ühte kahest paralleelsest sirgest, siis lõikab ta ka teist;</li><li>c) kui kaks sirget on risti ühe ja sama sirgega, siis on need sirged teineteisega paralleelsed;</li></ol></li><li>7) oskab näidata joonisel ja defineerida lähisnurki, kaasnurki ning põiknurki;</li><li>8) teab sirgete paralleelsuse tunnuseid ning oskab kasutada neid ülesandeid lahendades;</li><li>9) oskab rakendada õpitud ülesandeid lahendades.</li></ol>	<p>Definitsioon. Aksioom. Teoreemi eeldus ja väide. Näiteid teoreemide tõestamise kohta. Kahe sirge lõikamisel kolmanda sirgega tekkivad nurgad. Kahe sirge paralleelsuse tunnused.</p> <p><b>Põhimõisted:</b> definitsioon, defineerimine, algmõiste, aksioom, paralleelide aksioom, teoreem, teoreemi eeldus, teoreemi väide, tõestamine, vastuväiteline tõestusviis, lähisnurgad, põiknurgad.</p>
<p><b>Näited</b></p> <p><b>A:</b> Sõnasta paralleelide aksioom. Vasta küsimusele definitsiooniga. 1. Missugust hulknurka nimetatakse rööpkülilikuks?</p>	

2. Missugust hulknurka nimetatakse kumeraks?

**B:** Sõnasta teoreem, mis väljendab mõnda jaguvuse tunnust (nt 9-ga, 15-ga, 6-ga, 18-ga jne); kumera hulknurga sisenurkade summat.

Leia teoreemi eeldus ja väide, sõnastades selle enne kui-siis vormis.

1. Võrdhaarse kolmnurga alusnurgad on võrdsed.
2. Rombi diagonaalid on risti.

Tõesta üht teoreemi (nt kolmnurga sisenurkade summa või kolmnurga kesklõigu kohta).

**C:** Tõesta, et paarisarvu ja paaritu arvu korrutis on paarisarv.

## Õppimine ja õpetamine

### Soovitused

1. Õpilane peab vahet tegema defineerimisel (mõiste sisu lühike ja täpne avamine) ning kirjeldamisel.
2. Kasutada dünaamilise geomeetria programmi seaduspärasusi avastades ja hüpoteese püstitades; soovitus: kasutada programmi GeoGebra või mõnda selle analoogi.
3. Näiteks teoreemid:
  - 1) kui kaks sirget on paralleelsed kolmandaga, siis on need paralleelsed teineteisega;
  - 2) kui sirge lõikab ühte kahest paralleelsest sirgest, siis lõikab ta ka teist;
  - 3) kui kaks sirget on risti ühe ja sama sirgega, siis on need sirged teineteisega paralleelsed.
4. Võimaluse korral rakendada puuetundliku tahvli tarkvara võimalusi: geomeetriliste kujundite õpetamisel on väga kasulik. [TÜ LoTe koolifüüsika keskus](#) -> Meelelahutus -> Optilised illusioonid ([www.physic.ut.ee/kfk](http://www.physic.ut.ee/kfk)).

### Lõiming läbivate teemadega

#### Elukestev õpe ja karjääri planeerimine

Varem õpitud teemade iseseisev rakendamine uusi teemasid omandades. Tagasiside hindamine. Oma vigade analüüsimine. Õpimapi täitmine, eneseanalüüs – mina matemaatika õppijana. Kuulamisoskus, tähelepanelikkus, detailide märkamise oskus, olulise ja ebaolulise eristamine.

**Keskkond ja jätkusuutlik areng**

Oma mõtte selgelt, lühidalt ja täpselt väljendamine (teoreeme sõnastades, ülesandeid vormistades). Vastutustunde kasvatamine rühmatöö kaudu.

**Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus**

Loovus, seoste nägemine erinevate valdkondade vahel.

**Kultuuriline identiteet**

Loogiliste mõttekäikude elegants teoreeme tõestades.

**Tehnoloogia ja innovatsioon**

IKT-vahendite kasutamine õppes ja ilusaid jooni demonstreerides.

**Väärtused ja kõlblus**

Geomeetriliste kujundite ilu ja seos igapäevaeluga. Korralikkuse, hoolsuse ja püsivuse arendamine ning täpsuse kasvatamine jooniseid tehes, joonestusvahendite olemasolu. Kriitika, selle eiramine ning vastuvõtmine.

**Õppeainete lõiming****Eesti keel**

Eneseväljendusoskus. Oma mõtte selgelt, lühidalt ja täpselt väljendamine teoreeme sõnastades.

**Kunstiõpetus**

Kuldloige, et tagada harmoonilisi proportsioone. Ilumeele arendamine.

**Muusikaõpetus**

Harilikud murrud kui noodivältsused, kuldne suhe muusikas, intervallid, taktimõõt jne.

**Inglise keel**

Matemaatilise sisuga luuletuste või laulude tõlkimine eesti keelde.

#### 4.1.2. Kolmnurk, trapets

Õpitulemused	Õppesisu
<p>Õpilane:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) oskab joonestada ja defineerida kolmnurga välisnurka;</li> <li>2) oskab kasutada kolmnurga välisnurga omadust ülesandeid lahendades;</li> <li>3) oskab leida kolmnurga puuduva nurga kahe etteantud nurga järgi,</li> <li>4) oskab leida võrdhaarse kolmnurga tipunurga alusnurga järgi ja vastupidi;</li> <li>5) oskab joonestada ning defineerida kolmnurga kesklõiku;</li> <li>6) teab kolmnurga kesklõigu omadusi ja oskab kasutada neid ülesandeid lahendades;</li> <li>7) oskab leida kesklõigud kolmnurga külgede järgi ning vastupidi – oskab leida külgi kesklõikude järgi;</li> <li>8) oskab defineerida ja joonestada trapetsit;</li> <li>9) oskab liigitada nelinurki (soovitus: kasutada dünaamilise geomeetria programmi);</li> <li>10) oskab joonestada ja defineerida trapetsi kesklõiku;</li> <li>11) teab trapetsi kesklõigu omadusi ning oskab kasutada neid ülesandeid lahendades;</li> <li>12) oskab leida trapetsi pindala ja übermõõtu;</li> <li>13) oskab defineerida ja joonestada kolmnurga mediaani;</li> <li>14) oskab selgitada mediaanide lõikepunkti omadust;</li> <li>15) oskab leida õpitu toel puuduvad nurgad;</li> <li>16) lahendab ülesandeid kolmnurga ja trapetsi kohta õpitu järgi, sh digitaalselt.</li> </ol>	<p>Kolmnurga välisnurk, selle omadus. Kolmnurga sisenukade summa. Kolmnurga kesklõik, selle omadus.</p> <p>Kolmnurga mediaan. Mediaanide lõikepunkt ehk raskuskese, selle omadus.</p> <p>Trapets. Trapetsi kesklõik, selle omadus.</p> <p><b>Põhimõisted:</b> kolmnurga sisenuk, välisnurk, kolmnurga kesklõik, kolmnurga mediaan, raskuskese, trapets, trapetsi alus, trapetsi haar, võrdhaarne trapets, täisnurkne trapets, trapetsi kõrgus, trapetsi alusnurk, trapetsi kesklõik.</p>
<p><b>Näited</b></p> <p><b>A:</b> 1. Leida trapetsi kesklõik, kui alused on 6 cm ja 8 cm.  2. Kui pikkadeks lõikudeks jaotab kolmnurga mediaanide lõikepunkt mediaani, mille pikkus on 43,2 m?  3. Kolmnurga küljed on 26 cm, 3,8 dm ja 4,6 dm. Arvuta kesklõikude moodustatud kolmnurga übermõõd.</p> <p><b>B:</b> 1. Leia trapetsi alus, kui kesklõik on 6 cm ja üks alus 8 cm (või 4 cm).</p>	

2. Täisnurkse kolmnurga kaatetitega paralleelsed keskloigud on 10 cm ja 16 cm. Arvuta selle kolmnurga pindala.

C: Võrdhaarse kolmnurga alusnurk on  $50^\circ$ . Kui suured nurgad on selle kolmnurga haaradele joonestatud kõrguste vahel? Arvuta.

## Õppimine ja õpetamine

### Soovitused

1. Näidata dünaamilise geomeetria programmiga kõiki trapetsi liike, sh võrdhaarset ja täisnurkset.
2. Kasutada dünaamilise geomeetria programmi; kindlasti rõhutada, et kolmnurga liigist sõltumata lõikuvad mediaanid ühes punktis ning jaotuvad suhtes 2 : 1 tipu poolt lugedes.
3. Rakendada võimaluse korral puutetundliku tahvli tarkvara võimalusi: geomeetriliste kujundite õpetamisel on väga kasulik. **Praktiline töö**, vastastikune hindamine.
4. Pildistada trapetsikujulisi esemeid igapäevaelust.
5. Lisada arvutil õpitud kujundeile värvilisi piirjooni (nt programmis Paint).
6. Panna fotosid veebi [Dropboxi](https://www.dropbox.com) 7. klassis avatud kausta ([www.dropbox.com](https://www.dropbox.com)).
7. Valida lemmikpilte (klassis või FB loodud rühmas).

### Selgitus. Ühistöö

Mõiste ja omadused programmi [GeoGebra](https://www.geogebra.org) abil. NB! Rõhutada, et kolmnurga liigist sõltumata lõikuvad mediaanid ühes punktis ning jaotuvad suhtes 2 : 1 tipu poolt alates.

### Lõiming läbivate teemadega

#### Elukestev õpe ja karjääri planeerimine

Varem õpitud teemade iseseisev rakendamine uusi teemasid omandades. Tagasiside hindamine. Oma vigade analüüsimine. Õpimapi täitmine, eneseanalüüs – mina matemaatika õppijana. Kuulamisoskus, tähelepanelikkus, detailide märkamise oskus, olulise ja ebaolulise eristamine.

### Keskkond ja jätkusuutlik areng



Oma mõtte selgelt, lühidalt ja täpselt väljendamine (teoreeme sõnastades, ülesandeid vormistades). Vastutustunde kasvatamine rühmatöö kaudu.

### Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus

Seoste nägemine erinevate valdkondade vahel.

### Kultuuriline identiteet

Loogiliste mõttekäikude elegants teoreeme tõestades.

### Tehnoloogia ja innovatsioon

IKT-vahendite kasutamine õppes ja ilusaid jooni demonstreerides.

### Väärtused ja kõlblus

Korralikkuse, hoolsuse ja püsivuse arendamine ning täpsuse kasvatamine jooniseid tehes; joonestusvahendite olemasolu. Kriitika, selle eiramine ning vastuvõtmine. Geomeetriliste kujundite ilu ja seos igapäevaeluga.

4.2. Ringjoon ja korrapärane hulknurk	
Õpitulemused	Õppesisu
<p>Õpilane:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) oskab joonestada etteantud raadiuse või diameetriga ringjoone nii sirkli kui ka tarkvaraprogrammiga;</li> <li>2) oskab leida jooniselt ringjoone kaare, kõõlu, kesknurga ja piirdenurga;</li> <li>3) teab seost samale kaarele toetuva kesknurga ja piirdenurga suuruste vahel ning oskab kasutada seda teadmist ülesandeid lahendades;</li> <li>4) oskab joonestada ringjoone lõikaja ja puutuja nii joonestusvahenditega kui ka tarkvaraprogrammi kasutades;</li> <li>5) teab puutuja ja puutepunkti tõmmatud raadiuse vastastikust asendit ning kasutada seda ülesandeid lahendades;</li> </ol>	<p>Kesknurk. Ringjoone kaar. Kõõl. Piirdenurk, selle omadus. Ringjoone lõikaja ja puutuja. Ringjoone puutuja ja puutepunkti joonestatud raadiuse ristseis. Kolmnurga ümber- ja siseringjoon. Kõõl- ja puutujahulknurk, apoteem.</p> <p><b>Põhimõisted:</b> kesknurk, kõõl, kaar, piirdenurk; lõikaja, puutuja, puutepunkt;</p>

<p>6) teab, et ühest punktist ringjoonele joonestatud puutujate korral on puutepunktid võrdsetel kaugustel sellest punktist, ning oskab kasutada seda ülesandeid lahendades;</p> <p>7) teab, et kolmnurga kõigi külgede keskristsirged lõikuvad ühes ja samas punktis (sõltumata kolmnurga liigist), mis on kolmnurga ümberringjoone keskpunkt;</p> <p>8) oskab joonestada kolmnurga ümberringjoone (nii joonestusvahenditega kui ka tarkvaraprogrammiga);</p> <p>9) teab, et kolmnurga (sõltumata kolmnurga liigist) kõigi nurkade poolitajad lõikuvad ühes ja samas punktis, mis on kolmnurga siseringjoone keskpunkt;</p> <p>10) oskab joonestada kolmnurga siseringjoone (nii käsitsi joonestusvahenditega kui ka tarkvaraprogrammiga);</p> <p>11) oskab joonestada korrapäraseid hulknurki (kolmnurk, kuusnurk, nelinurk, kaheksanurk) nii käsitsi joonestusvahenditega kui ka tarkvaraprogrammiga;</p> <p>12) oskab selgitada, mis on apoteem, ja seda joonestada;</p> <p>13) oskab arvutada korrapärase hulknurga übermõõtu.</p>	<p>ümberringjoon, siseringjoon, korrapärane hulknurk, kõõlhulknurk, kõõlkolmnurk, puutujahulknurk, puutujakolmnurk, hulknurga apoteem.</p>
<p><b>Näited</b></p> <p><b>A:</b> 1. Ühele ja samale kaarele toetuvad kesknurk <math>\alpha</math> ja piirdenurk <math>\beta</math>. Leia kesknurk, kui piirdenurk on <math>30^\circ</math>, ja leia piirdenurk, kui kesknurk on <math>82^\circ</math>. 2. Joonesta vabalt teravnurkne, täisnurkne ja nürinurkne kolmnurk ning nende sise- ja ümberringjooned.</p> <p><b>B:</b> Ringjoone välispunktist on tõmmatud ringjoonele kaks puutujat, mille vaheline nurk on <math>62^\circ</math>. Puutepunktide vahelisele väiksemale kaarele on joonestatud kesknurk ja piirdenurk. Leia nende nurkade suurused.</p> <p><b>C:</b> 1. Joonesta korrapärane kuusnurk, mille külg on 5,5 cm. Mõõda kuusnurga apoteem ja arvuta pindala. 2. Võrdhaarse kolmnurga ABC ümber on joonestatud ringjoon. Arvuta kolmnurga nurgad, kui alus AB toetub kaarele, mille suurus on <math>136^\circ</math>.</p>	

## Õppimine ja õpetamine

### Soovitused

1. Õpilane joonestab ringjoone nii sirkliga kui ka tarkvaraprogrammiga.
2. Demonstreerida seost piirdenurga ja kesknurga vahel dünaamilise geomeetria programmiga.
3. Kasutada puutuja ja raadiuse ristseisu demonstreerimiseks dünaamilise geomeetria programmi.
4. Demonstreerida programmiga [GeoGebra](#) puutuja ja raadiuse ristseisu.
5. Demonstreerida programmiga [GeoGebra](#) kolmnurga liigist sõltumata lõikuvaid külgede keskristsirgeid ühes punktis ning ka nurgapoolitajaid ühes punktis.

### Lõiming läbivate teemadega

#### Elukestev õpe ja karjääri planeerimine

Varem õpitud teemade iseseisev rakendamine uusi teemasid omandades. Tagasiside hindamisel. Oma vigade analüüsimine. Õpimapi täitmine, eneseanalüüs – mina matemaatika õppijana. Kuulamisoskus, tähelepanelikkus, detailide märkamise oskus, olulise ja ebaolulise eristamine.

#### Kultuuriline identiteet

Oma mõtte selgelt, lühidalt ja täpselt väljendamine (teoreeme sõnastades, ülesandeid vormistades). Vastutustunde kasvatamine rühmatöö kaudu.

#### Teabekeskond

Tööjuhendite kasutamine, teabe otsimine.

#### Tehnoloogia ja innovatsioon

IKT-vahendite kasutamine õppes ja ilusaid jooni demonstreerides.

#### Väärtused ja kõlblus

Korralikkuse, hoolsuse ja püsivuse arendamine ning täpsuse kasvatamine jooniseid tehes; joonestusvahendite olemasolu. Kriitika, selle eiramine ning vastuvõtmine. Geomeetriliste kujundite ilu ja seos igapäevaeluga.

## Õppeainete lõiming

### Kunstiõpetus

Ilumeele arendamine, kunstiline kujundamine, töö planeerimine.

### IKT rakendamine

1. **Materjale** koduse töö abina, nt puudujatele ([www.mathopenref.com](http://www.mathopenref.com) ja [www.zum.de/dwu](http://www.zum.de/dwu))  
[Ümberringjoone joonestamise õpetus](#)  
[Siseringjoone joonestamise õpetus](#)  
[Keskristsirge joonestamise õpetus](#)  
[Nurgapoolitajajoonestamise õpetus](#)
2. **Demonstratsioon** ([www.mathopenref.com](http://www.mathopenref.com))  
[Hulknurk ja tema apoteem](#). Interaktiivne joonis  
[Korrapärase kuusnurga joonestamise õpetus](#). Animatsioon. Võimaluse korral puutetundliku tahvli tarkvara kasutamine
3. Koostöös kunstiõpetajaga ornamentide tegemine, kasutades õpitud geomeetrilisi kujundeid ja nende omadusi. Parimate tööde esitlemine stendil
4. **Ideid**. Matemaatikast enam huvitatud õpilased katavad näiteks põranda korrapäraste hulknurgakujuliste plaatidega. [Põranda plaatimine mathpalette.com](#)

4.3. Kujundite sarnasus	
Õpitulemused	Õppesisu
Õpilane: 1) kontrollib antud lõikude võrdelisust; 2) teab kolmnurkade sarnasuse tunnuseid ja kasutab neid ülesandeid lahendades (soovitus: sarnasuse tunnuste esitamisel kasutada dünaamilise geomeetria programme); 3) teab teoreeme sarnaste hulknurkade übermõõtude ja pindalade kohta ning kasutab neid ülesandeid lahendades (soovitus: ülesandeid lahendades kasutab õpilane ka dünaamilise geomeetria programmi); 4) kasutab kolmnurkade sarnasuse tunnuseid ülesandeid lahendades;	Võrdelised lõigud. Sarnased hulknurgad. Kolmnurkade sarnasuse tunnused. Sarnaste hulknurkade übermõõtude suhe. Sarnaste hulknurkade pindalade suhe. Maa-alade kaardistamise näiteid.

<p>5) kasutab õpitud teoreeme ülesandeid lahendades;  6) selgitab mõõtkava tähendust;  7) lahendab rakendusliku sisuga ülesandeid (pikkuste kaudne mõõtmine; maa-alade plaanistamine; plaani kasutamine looduses) (soovitus: võimaluse korral mõõta ja plaanistada vabas looduses).</p>	<p><b>Põhimõisted:</b> võrdelised lõigud, sarnased hulknurgad, sarnased kolmnurgad, sarnasustegur, mõõtkava, kaardimõõt.</p>
<p><b>Näited</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nurga O haarasid on lõigatud kolme paralleelse sirgega, mis lõikavad nurga üht haara tipu poolt alates punktides A, B ja C ning teist haara vastavalt punktides A', B' ja C'. On teada, et <math>OA = 3</math> cm, <math>A'B' = 4</math> cm, <math>BC = 5</math> cm, <math>B'C' = 8</math> cm. Leia lõikude <math>OC'</math> ja <math>OC</math> pikkused.</li> <li>2. Trapetsi alused on 8 cm ja 12 cm ning haarad 5 cm ja 4 cm. Kui palju on haarasid vaja pikendada, et nad lõikuksid?</li> <li>3. Kolmnurka, mille ümbermõõt on 13,5 cm ja pindala <math>7,5</math> cm<sup>2</sup>, suurendati nii, et uue, eelnevaga sarnase kolmnurga ümbermõõt on 35,1 cm. Kui suur on uue kolmnurga pindala?</li> </ol>	

## Õppimine ja õpetamine

### Soovitused

1. Selgitus ja ülesannete lahendamine programmiga [GeoGebra](#)
2. **Õuesõpe.** Mõõtmised ja plaanistamised vabas looduses. **Rühmatööna** plaani koostamine
3. Kiirteteoreemi on soovitatav käsitleda ülesannetes (õpikus B-osas). Jooniseid tehes kasutada dünaamilise geomeetria programme (Wiris, GeoGebra vms)
4. **Projektipäev** koostöös loodusainete jt õpetajatega (osaliselt **õuesõpe**) teemal „Paepäev“
5. **Tugevamatele** [Fibonacci arvud](#), [kuldlõige jm](#) ([www.ttkool.ut.ee](http://www.ttkool.ut.ee)). [Kuldlõige: biomeetria ja Leonardo da Vinci maal](#) ([www.art-4-home.com](http://www.art-4-home.com))

### Lõiming läbivate teemadega

### Elukestev õpe ja karjääri planeerimine

Varem õpitud teemade iseseisev rakendamine uusi teemasid omandades. Tagasiside hindamine. Oma vigade analüüsimine. Õpimapi täitmine, eneseanalüüs – mina matemaatika õppijana. Kuulamisoskus, tähelepanelikkus, detailide märkamise oskus, olulise ja ebaolulise eristamine.

### **Keskkond ja jätkusuutlik areng**

Oma mõtte selgelt, lühidalt ja täpselt väljendamine (teoreeme sõnastades, ülesandeid vormistades). Vastutustunde kasvatamine rühmatöö kaudu.

### **Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus**

Loovus, seoste nägemine erinevate valdkondade vahel, reaalsete andmete kogumine korteri- või majaplaani joonestamiseks.

### **Tehnoloogia ja innovatsioon**

Digivahendite kasutamine õppes ja ilusaid jooni demonstreerides.

### **Väärtused ja kõlblus**

Geomeetriliste kujundite ilu ja seos igapäevaeluga. Korralikkuse, hoolsuse ja püsivuse arendamine ning täpsuse kasvatamine jooniseid tehes; joonestusvahendite olemasolu. Kriitika, selle eiramine ning vastuvõtmine.

### **Õppeainete lõiming**

#### **Geograafia**

Kaardi kasutamine; õpilane määrab kaardi järgi objektidevahelise tegeliku kauguse.

#### **Tehnoloogiaõpetus**

Õpilane leiab eseme raskuskeskme ning plaani järgi objekti reaalsed mõõtmed.

#### **Kehalise kasvatus**

Orienteerumine õuesõppes kaardi (plaani) järgi.

#### **Eesti keel**

Mõtte ja sõnastuse täpsus mõtet edastades.

Üldine kordamine	
Õpitulemused	Õppesisu
<p>Õpilane:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) teeb valmis matemaatikaga seotud luuletuse;</li> <li>2) nuputab ja avastab seaduspärasusi;</li> <li>3) kordab geomeetrilisi kujundeid;</li> <li>4) mängib matemaatilisi mängu;</li> <li>5) paneb kokku puslesid;</li> <li>6) arendab loovust vastavaid töölehti täites;</li> <li>7) täidab ankeedi: annab tagasisidet lõppeva õppeaasta matemaatikatundide kohta.</li> </ol>	<p>Tehted hulkliikmetega. Abivalemite kasutamine algebraliste avaldiste lihtsustamisel. Võrdeline, pöördvõrdeline ja lineaarne sõltuvus. Lineaarvõrrand. Võrdekujuline võrrand. Hulknurk. Kolmnurk, ristkülik, ruut, rööpkülik ja romb.</p> <p><b>Põhimõisted:</b> kaksliikme summa ja vahe ruut, kaksliikmete summa ja vahe korrutis, võrdeline ja pöördvõrdeline sõltuvus, lineaarne sõltuvus, lineaarvõrrand, võrdekujuline võrrand, hulknurk, kolmnurk, ruut, rööpkülik, romb.</p>

## Õppimine ja õpetamine

**Iseseisev töö.** Matemaatikaga seotud luuletuse kirjutamine. Luuletuste esitamine

**Rühmatöö.** [Valitseomarah.ee](http://Valitseomarah.ee). [Tööjuhend](#). Vanema astme neli missiooni, missioon „Heategevus“

**Iseseisev töö.** Geomeetrilistest kujunditest koosneva pildi joonistamine. [Töölehed, 7. klass](#) -> Matemaatika II p.a (147–183) , töölehed 170 ja 168 ([kke.meis.ee](http://kke.meis.ee))

**Õppekäik** koos loodusainete ja matemaatikaõpetajate koostatud **integreeritud töölehtedega** kohaliku veekogu äärde: erinevad ülesanded kontrollpunktides

### Materjale

[Loovuse töölehed](#). Autor Daire Krabi ([dairekrabi.weebly.com](http://dairekrabi.weebly.com))

**IKT.** Videod, [www.kae.edu.ee](http://www.kae.edu.ee) -> Nuputamisesanded

**IKT.** [www.miksike.ee](http://www.miksike.ee) -> Teadusmiks-> Harjutused-> Matemaatika/7.klass -> Rööpkülik, romb ja trapets (autor Allar Veelmaa, 13.10.2010)

**IKT.** [Mängud \(web.zone.ee/math\)](http://Mängud.web.zone.ee/math)

## 9. klass

Teemad: 1. Kordamine (10 tundi); 2. Ruutvõrrand ja ruutfunktsioon (40 tundi); 3. Ratsionaalavaldised (u 20 tundi); 4. Geomeetrilised kujundid (u 35 tundi); 5. Kordamine (u 35 tundi).

Kokku 140 tundi

NB! Tabelisse on lisatud näiteid tasemetel A (algtase), B (kesktase) ja C (kõrgem tase).

1. Kordamine	
Õpitulemused	Õppesisu
<p>Õpilane:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) tegurdab avaldist, kasutades ruutude vahe ning summa ja vahe ruudu valemeid;</li><li>2) teisendab ja lihtsustab algebraisi avaldise, kasutades ka abivalemeid;</li><li>3) tunneb ära erinevad sõltuvused, ka graafiku põhjal;</li><li>4) oskab joonestada sõltuvuste graafikuid nii käsitsi kui ka tarkvaraprogrammiga;</li><li>5) toob sõltuvuste kohta elulisi näiteid;</li><li>6) oskab lahendada võrdekujulist võrrandit;</li><li>7) oskab lahendada lineaarvõrrandit;</li><li>8) koostab lihtsama tekstülesande lahendamiseks võrrandi ja hindab lahendi reaalsust;</li><li>9) oskab lahendada ülesandeid korrapärase hulknurga kohta;</li><li>10) kasutab hulknurkade omadusi ülesandeid lahendades ning oskab leida hulknurga übermõõtu ja pindala.</li></ol>	<p>Tehted hulkliikmetega. Abivalemite kasutamine algebraiste avaldise lihtsustamisel. Võrdeline, pöördvõrdeline ja lineaarne sõltuvus. Lineaarvõrrand. Võrdekujuline võrrand. Hulknurk. Kolmnurk, ristkülik, ruut, rööpkülik, romb ja trapets.</p> <p><b>Põhimõisted:</b> kaksliikme summa ja vahe ruut, kaksliikmete summa ja vahe korrutis, võrdeline ja pöördvõrdeline sõltuvus, lineaarne sõltuvus, lineaarvõrrand, võrdekujuline võrrand, hulknurk, kolmnurk, ruut, rööpkülik, romb, trapets.</p>

## Õppimine ja õpetamine

### Lõiming


Funktsioonide graafikute ja hulknurkade joonestamise teema kordamine loob eeldused seoste loomiseks **tehnoloogiaõpetusega**.

Nüüdisaegsete tehnoloogiliste abivahendite (nutiseadmed, veebirakendused) kasutamisel on kontrolliv funktsioon. Koduste tööde



kontrollimiseks võivad õpilased kasutada näiteks programmi GeoGebra või Desmos vms. **Teabekeskonna** teema seondub võrrandite teemaga. Õpilane analüüsib teabeallika usaldusväärsust, arendab oskusi kasutada erinevaid teabeotsingumeetodeid. Kasutades veebimaterjale või paberil teavikuid, omandab õpilane arusaama autoriõigustest ning teadvustab korrektse viitamise vajalikkust. Tekstülesandeid lahendades kasutatakse ilusat **emakeelt**. Korrektset keelekasutust on vaja hulknurki defineerides ja tekstülesandeid koostades. Oma mõtte selgelt, lühidalt ja täpselt väljendamine on tähtis erinevate hulknurkade vahelisi seoseid kirjeldades. Reflekteerides tundides omandatut ning saades tagasisidet hindamise kaudu, lõimitakse õppesse läbiv teema **elukestev õpe ja karjääri planeerimine**. Rühmatöodes areneb **suhtluspädevus**. Paaristööna võiks koostada tekstülesandeid.

### IKT rakendamine

1. Üksliikmete korrutamine ja jagamine, <http://mott.edu.ee/mottwiki/index.php/Pilt:YksliigeA.xls>; <http://www.thatquiz.org/> 
2. Graafikute joonestamine programmiga GeoGebra või Desmos (ka äppidena), <http://www.geogebra.org/cms/>; <https://www.desmos.com/> 
3. Võrrandite lahendite leidmine programmiga Wiris (kontrolliks, ent ka tekstülesandeid lahendades), <http://www.wiris.ee/>
4. Hulknurkade joonestamine programmiga GeoGebra, <http://www.geogebra.org/cms/>
5. Geomeetria kordamine, <http://matemaatika.edu.ee/>
6. Algebraaliste murdude liitmine ja lahutamine (video 38 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=6Y6BPBIZTgE>
7. Algebraaliste murdude korrutamine (video 21 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=6Y6BPBIZTgE>
8. Rühmade moodustamine (Teamup), <http://teamup.aalto.fi/>

2. Ruutvõrrand ja ruutfunktsioon	
Õpitulemused	Õppesisu
Õpilane: 1) teab ruutjuure mõistet; 2) oskab leida ruutjuurt korrutisest ja jagatisest; 3) eristab ruutvõrrandit teistest võrranditest; 4) nimetab ruutvõrrandi liikmed ja nende kordajad; 5) viib ruutvõrrandeid normaalkujule; 6) liigitab ruutvõrrandeid täielikeks ja mittetäielikeks;	Arvu ruutjuur. Ruutjuur korrutisest ja jagatisest. Ruutvõrrand. Ruutvõrrandi lahendivalem. Ruutvõrrandi diskriminant. Taandatud ruutvõrrand. Lihtsamate, sh igapäevaeluga seonduvate, tekstülesannete lahendamine ruutvõrrandiga. Taandamata ja taandatud, täielik ja mittetäielik ruutvõrrand.

<p>7) lahendab mittetäielikke ruutvõrrandeid;  8) taandab ruutvõrrandi;  9) lahendab taandamata ruutvõrrandeid ja taandatud täielikke ruutvõrrandeid vastavate lahendivalemitega;  10) kontrollib ruutvõrrandi lahendeid;  11) selgitab ruutvõrrandi lahendite arvu sõltuvust ruutvõrrandi diskriminandist;</p> <p>12) lahendab lihtsamaid, sh igapäevaeluga seonduvaid, tekstülesandeid ruutvõrrandiga;  13) õpetaja juhendamisel modelleerib ja lahendab lihtsaid, reaalses kontekstis esinevaid probleeme ning tõlgendab tulemusi;  14) eristab ruutfunktsiooni teistest funktsioonidest;  15) nimetab ruutfunktsiooni ruutliikme, lineaarliikme ja vabaliikme ning nende kordajad;  16) joonestab ruutfunktsiooni graafiku (parabooli) (käsitsi kui tarkvaraprogrammiga) ning selgitab ruutliikme kordaja ja vabaliikme geomeetrilist tähendust;  17) selgitab nullkohtade tähendust, leiab nullkohad graafikult ja valemist;  18) loeb jooniselt parabooli haripunkti ning arvutab parabooli haripunkti koordinaadid;  19) paraboolide uurimiseks joonestab graafikud tarkvaraprogrammiga (nt GeoGebra; Desmos).</p>	<p>Ruutfunktsioon <math>y = ax^2 + bx + c</math>, selle graafik. Parabool. Parabooli nullkohad ja haripunkt.</p> <p><b>Põhimõisted:</b> ruutjuur, ruutvõrrand, ruutliige, lineaarliige, vabaliige, normaalkujuline ruutvõrrand, lahendivalem, diskriminant, taandatud ja taandamata ruutvõrrand, täielik ja mittetäielik ruutvõrrand, ruutfunktsioon, funktsiooni graafik, parabool, parabooli telg, funktsiooni nullkohad, haripunkt.</p>
<p><b>Märkused</b></p> <p>1. Ruutvõrrandite lahendamise teema õpetamise eeldus on, et õpilased teavad ruutjuure sisulist tähendust ja juurtega arvutamise reegleid.</p> <p>2. Mittetäielik ruutvõrrand lahendatakse lineaarvõrrandi lahendamise võttega, jättes viimaseks tehteks juurimise.</p> <p>Näiteks võrrandid <math>3x^2 = 121</math>; <math>4x + 3x^2 = 0</math>; <math>12x^2 = 0</math></p> <p>3. Ruutvõrrand viiakse normaalkujule, kui on vaja.</p> <p>Näiteks võrrandid <math>3x + x^2 = 16</math> ja <math>(x - 2)^2 + 3(2x + 1) = 121</math></p> <p>4. Ruutvõrrand võimaluse korral taandatakse. Ruutvõrrandeid on soovitatav lahendada lihtsaimal viisil, kuna head ruutvõrrandite lahendamise oskust on vaja edaspidi gümnaasiumiastmes.</p>	

Näiteks võrrandid  $3m^2 - 12m - 15 = 0$  ja  $-0,1x^2 - x - 2,1 = 0$  ning  $\frac{x^2}{2} - 2x + 1,5 = 0$

5. Ruutvõrrandi kontroll tehakse avaldise väärtuse leidmise strateegiaga. Kui kontrollitakse ruutvõrrandi lahendit, siis jälgitakse, et õpilane seda taktikat kasutab, et avastada võimalikke arvutusvigu.

Näiteks võrrandi  $3x + x^2 = 0$  kontrollimiseks arvutatakse järgmiste avaldiste väärtused:  $3 \cdot 0 +$  ja  $3 \cdot (-3) + (-3)^2$

### Näited

**A:** 1. Joonesta ruutfunktsiooni  $y = x^2 - 6x + 8$  graafik ning leia jooniselt nullkohad ja haripunkt.

2. Lahenda võrrand  $3x^2 - 4x - 4 = 0$

**B:** 1. Lahenda võrrandid.

$$(2 + z)^2 + 2(z - 8) = 2z$$

$$\frac{x^2 - 3x}{2} - \frac{x + 2}{3} = 0$$

$$3x^2 = 121; 4x + 3x^2 = 0; 12x^2 = 0$$

$$x^2 - 4x + 3 = 0 \text{ (lihtsaimal viisil)}$$

$$(x + 4)(x - 3) = 0 \text{ Millal on korrutis null?}$$

2. Arvuta funktsiooni  $y = x^2 - 4x + 3$  nullkohad ja haripunkt.

**C:** Ristkülikukujulise toa põrandale suurusega  $4 \times 3$  meetrit osteti ristkülikukujuline vaip pindalaga  $9,36 \text{ m}^2$ . Vaiba mõõtmed võimaldasid paigutada selle nii, et servad jäid toa seintest võrdsele kaugusele. Leia vaiba serva kaugus seinast.

On antud funktsioon  $y = ax^2 + c$ , kus  $a \neq 0$ .

Selle funktsiooni graafiku haripunkt on  $H(0; -2)$  ning punkt  $A(2; 6)$  asub selle funktsiooni graafikul.

1. Arvuta selle funktsiooni ruutliikme kordaja  $a$  ja vabaliige  $c$ .
2. Kirjuta selle funktsiooni valem.
3. Arvuta selle funktsiooni nullkohad.
4. Joonesta selle funktsiooni graafik.
5. Kas sirge  $y = 2x - 4$  lõikab selle funktsiooni graafikut? Põhjenda oma vastust.

Tasemete näiteülesanded: Kersti Kaldmäe, Anneli Kontson, Kärt Matiisen, Enno Pais. *Matemaatika õpik 9. klassile*, I osa. Avita, 2013.

C-taseme ruutfunktsiooni ülesanne on 2015. aasta põhikooli matemaatika lõpueksami üks valikülesannetest.



## Õppimine ja õpetamine


### Lõiming

Lõimingus läbiva teemaga **tehnoloogia ja innovatsiooniga** kasutavad õpilased soovituslikult ruutvõrrandite lahendamise õigsuse kontrolliks erinevaid tarkvaralisi lahendusi. Õpilased hindavad tehnoloogiliste uuenduste positiivseid ja negatiivseid külgi. Lõiming on ka läbiva teemaga **väärtused ja kõlblus, sest võrrandite lahendamise kasvatatakse õpilastes täpsust**, arendatakse süstemaatilisust, järjekindlust ning korrektsust. Ruutfunktsiooni graafikute joonestamisega arendatakse korralike jooniste valmistamise oskust ja püsivust graafikute käsitsi joonestamisel. Õppevideod võimaldavad õpetajal kasutada ümberpööratud klassiruumi võtet. Õpilased koostavad ise ruutvõrrandi lahendamise ülesandeid, nii areneb ka korrektne keelekasutus. Õpilased arendavad loovust, rühmatöös aga koostööoskusi ning **suhtluspädevust**. Tekstülesannete lahendamiseks koostatud ruutvõrrandeid on soovitatav lahendada sobivat tarkvara kasutades, nii areneb ühtlasi **digipädevus**. Lõiming on läbiva teemaga **teabekekkond**, sest vajalikku infot otsitakse erinevatest teabeallikatest. Lõiming **füüsikaga** toimub graafikute valmistamise ja uurimise ning liikumisülesannete lahendamine kaudu. Paaritöös saab lahendada erinevaid töölehti. **Digipädevust** arendatakse ruutfunktsiooni graafikute joonestamise ja uurimisega (nt nullkohad) erinevate programmidega (nt GeoGebra, Desmos) soovitatavalt iseseisva tööna. Nende programmidega demonstreeritakse graafiku kuju sõltuvust ruutliikme kordajast ja vabaliikmest ning lahendatakse graafiliselt ruutvõrrandeid. Õpilastes arendatakse järelduste tegemise oskust, uurides erinevate parameetrite põhjustatud muutusi. Jälgitakse, et õpilane eristaks ruutfunktsiooni graafikult leitud nullkohad lõikepunktidest telgedega. Ruutfunktsiooni väärtuste arvutamisel on oluline kalkulaatori kasutamine

oskus ja ümardamisoskus. Ruutvõrrandite lahendamisel jälgitakse, et õpilased kasutaksid erinevaid lahendusvariante. Ruutfunktsiooni ja ruutvõrrandit on vaja enne käsitleda õpingute jätkamiseks gümnaasiumiastme 2., 7., 8. ja 9. kursusel.

## IKT rakendamine

1. Ruutvõrrandid, <http://opetaja.edu.ee/kyllin/mate.html>
2. Juurte doomino: töölehed 8. klassile, tööleht 67, <http://kke.meis.ee/oppevara/toolehed/8-klass>
3. Äpp PhotoMath, <https://photomath.net/en/>
4. Ruutvõrrandi lahendite kontroll, Wiris, <http://www.wiris.ee/>
5. Taandamata ruutvõrrandid ja mittetäielikud ruutvõrrandid, <http://www.mathema.ee/testid/9/tmataE.html>
6. Mittetäielikud ruutvõrrandid, <http://mott.edu.ee/mottwiki/index.php/Pilt:Mittetrva.xls>
7. Ruutvõrrandite lahendamine, I osa (video 13 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=eLyuDObys-I>
8. Taandatud ruutvõrrand (video 18 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=ZJ8P-9TEcxQ>
9. Mittetäielikud ruutvõrrandid (video 19 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=shvpXmOG04U>
10. Taandatud ruutvõrrandi lahendamine (test), <http://www.zum.de/dwu/depothp/hp-math/hpmgl51.htm> 
11. Tekstülesannete lahendamine ruutvõrrandiga (video 54 min), [https://www.youtube.com/watch?v=Fv\\_Jk5s76UU](https://www.youtube.com/watch?v=Fv_Jk5s76UU)
12. Ruutvõrrandite töölehed 8. klassile, 69–75, <http://kke.meis.ee/oppevara/toolehed/8-klass>
13. Taandatud ruutvõrrandite lahendite omadused (Viète'i teoreem), <http://web.zone.ee/vg12a/testid/viete.htm>
14. Ruutfunktsiooni graafikute joonestamine programmiga GeoGebra või Desmos, <http://www.geogebra.org/cms/>, <https://www.desmos.com/>
14. Ruutfunktsiooni graafik (video 38 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=o8s4yFFjpEM&feature=g-upl>
15. Ruutfunktsiooniga seotud mõisted, <https://sites.google.com/site/kariniabi/Home/ruutfunktsioon>
16. Ruutfunktsioon ja selle graafik – test, <http://www.mathema.ee/testid/9/rfunktsioonE.html>
17. Ruutfunktsiooni graafik – seos meie eluga, [http://mott.edu.ee/index.php?option=com\\_remository&Itemid=28&func=startdown&id=220](http://mott.edu.ee/index.php?option=com_remository&Itemid=28&func=startdown&id=220),  
[http://mott.edu.ee/index.php?option=com\\_remository&Itemid=28&func=startdown&id=221](http://mott.edu.ee/index.php?option=com_remository&Itemid=28&func=startdown&id=221)
18. Näiteid – sillad, <http://passyworldofmathematics.com/sydney-harbour-bridge-mathematics/> 
19. Ruutfunktsiooni graafiku asendi uurimine programmiga GeoGebra,  
[http://mott.edu.ee/index.php?option=com\\_remository&Itemid=28&func=startdown&id=191](http://mott.edu.ee/index.php?option=com_remository&Itemid=28&func=startdown&id=191)
20. Ruutfunktsiooni  $y = ax^2 + c$  graafiku sõltuvus kordajatest a ja c,  
[http://mott.edu.ee/index.php?option=com\\_remository&Itemid=28&func=startdown&id=192](http://mott.edu.ee/index.php?option=com_remository&Itemid=28&func=startdown&id=192)

21. Ruutfunktsiooni  $y = ax^2$  graafiku sõltuvus kordajast  $a$ ,  
[http://mott.edu.ee/index.php?option=com\\_remository&Itemid=28&func=startdown&id=191](http://mott.edu.ee/index.php?option=com_remository&Itemid=28&func=startdown&id=191)
22. E-lehed ruutfunktsiooni kohta, <http://www.miksike.ee/>
23. Valikvastustega test ruutfunktsiooni kohta, [http://www.vkg.werro.ee/aivar/2006/ruutfunk\\_9kl/](http://www.vkg.werro.ee/aivar/2006/ruutfunk_9kl/)
24. Ruutfunktsiooni sõltuvus kordajatest, <http://www.mathopenref.com/quadraticexplorer.html> 
25. Ruutfunktsioon, [http://phet.colorado.edu/sims/equation-grapher/equation-grapher\\_et.html](http://phet.colorado.edu/sims/equation-grapher/equation-grapher_et.html)

3. Ratsionaalavaldised	
Õpitulemused	Õppesisu
<p>Õpilane:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) tegurdab ruutkolmliikme vastava ruutvõrrandi lahendamisega;</li> <li>2) teab, millist võrdust nimetatakse samasuseks, ning teeb vahet absoluutsel ja tinglikul samasusel (teab, et samasus <math>2x = 2x</math> on absoluutne samasus, <math>\frac{x}{x} = \frac{x}{x}</math> aga tinglik samasus);</li> <li>3) teab algebralise murru põhiomadust;</li> <li>4) taandab algebralise murru, kasutades hulkliikmete tegurdamisel korrutamise abivalemeid; sulgude ette võtmist ja ruutkolmliikme tegurdamist;</li> <li>5) laiendab algebralist murdu;</li> <li>6) korrutab, jagab ja astendab algebralisi murde;</li> <li>7) liidab ja lahutab ühenimelisi algebralisi murde;</li> <li>8) teisendab algebralisi murde ühenimelisteks;</li> <li>9) liidab ja lahutab erinimelisi algebralisi murde;</li> <li>10) lihtsustab lihtsamaid kahetehtelisi ratsionaalavaldisi.</li> </ol>	<p>Ruutkolmliikme tegurdamine. Algebraline murd, selle taandamine. Samasus. Murru põhiomadus. Tehted algebraliste murdudega. Ratsionaalavaldise lihtsustamine.</p> <p><b>Põhimõisted:</b> algebraline murd, murru taandamine, murru põhiomadus, ruutkolmliikme, ratsionaalavaldis.</p>

## Näited

A: Taanda murrud:  $\frac{x^2 - 4}{2 + x}$ ;  $\frac{2x + 4}{x + 2}$ ;  $\frac{x^2 - 2x - 3}{(x - 3)(x - 1)}$ .

B: Lihtsusta avaldis.

$$\left( \frac{a^2 + b^2}{a - b} + \frac{2ab}{a - b} \right) \cdot \left( \frac{a^2 - 2ab + b^2}{a + b} \right)$$

## Õppimine ja õpetamine

### Lõiming

Lõiming läbiva teemaga **väärtused ja kõlblus**, sest avaldiste lihtsustamine kasvatab õpilastes sihikindlust, püsivust ning täpsust. Kasulik oleks ratsionaalavaldiste lihtsustamise ülesannete korral arvestada õpilaste võimeid, st ülesandeid diferentseerida. Praktilise tööna arutada tehtest sõltuvalt läbi lahendussammud, ülesannetes esinevad tüüpvead (nt taandamisvead). Soovitav on rakendada digitahvli salvestamisvõimalusi arutelusid korraldades. Teema lõimub **füüsikaga**, sest lihtsustamisülesande lahendamiseks on vaja kombineerida valemeid, oskust näha mitut sammu ette. Iseseisvat tööd õppemeetodina saab rakendada, korrates varem õpitud teemasid, mida on vaja uue teema omandamiseks. Oskus lihtsustada ratsionaalavaldisi on aluseks oskusele lihtsustada irratsionaalavaldisi ning trigonomeetrilisi avaldisi gümnaasiumiastmes (1. ja 4. kursus). Enne ratsionaalavaldiste lihtsustama hakkamist tasub korrata tehete järjekorda ja tehteid harilike murdudega ning rõhutada õpilastele, et tehted algebraliste murdudega on harilike murdudega tehete üldistus.

### IKT rakendamine

1. Algebralised teisendused – test, <http://www.hot.ee/m/matetestid/>
2. Algebraliste murdude korrutamine (video 3 minutit), [https://www.youtube.com/watch?v=HTVetz\\_wnFs](https://www.youtube.com/watch?v=HTVetz_wnFs)
3. Algebraliste murdude taandamine, tehted nendega (video 17 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=rQA5XoAiCHU>
4. Algebraliste murdude taandamine, korrutamine ja astendamine (video 46 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=i25j0oRvoaU>
5. Ratsionaalavaldiste lihtsustamine, <http://www.hot.ee/matetestid/tiigrihype/lihtsusta.htm>
6. Ratsionaalavaldise lihtsustamine – tüüpvead (video 16 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=2Qcjut1svkQ>
7. Lünktest Wirises, [http://mott.edu.ee/index.php?option=com\\_remository&Itemid=28&func=startdown&id=270](http://mott.edu.ee/index.php?option=com_remository&Itemid=28&func=startdown&id=270)

#### 4. Geomeetrilised kujundid

Õpitulemused	Õppesisu
<p>Õpilane:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) kasutab dünaamilise geomeetria programme seaduspärasusi avastades;</li> <li>2) leiab kalkulaatorigateravnurga trigonomeetriliste funktsioonide väärtusi (nt <math>\sin 34^\circ</math>; <math>\cos 34,7^\circ</math>; <math>\tan 74^\circ</math>);</li> <li>3) kasutab trigonomeetriat, et leida täisnurkse kolmnurga joonelemendid;</li> <li>4) kasutab Pythagorase teoreemi geomeetriaülesannete lahendamiseks;</li> <li>5) arvutab korrapärase hulknurga pindala (ruut, võrdkülgne kolmnurk, korrapärane kuusnurk);</li> <li>6) tunneb kehade hulgast ära korrapärase püramiidi;</li> <li>7) näitab ja nimetab korrapärase püramiidi põhitahu, külgtahud, tipu; kõrguse, külgservad, põhiservad, püramiidi apoteemi, põhja apoteemi;</li> <li>8) arvutab püramiidi pindala ja ruumala;</li> <li>9) skitseerib püramiidi;</li> <li>10) selgitab, millised kehad on pöördkehad; eristab neid teiste kehade hulgast;</li> <li>11) selgitab, kuidas tekib silinder;</li> <li>12) näitab silindri telge, kõrgust, moodustajat, põhja raadiust, diameetrit, külgpinda ja põhja pinda, kasutades ruumiliste kujundite komplekti;</li> <li>13) selgitab ning skitseerib silindri telglõiget ja ristlõiget (ka digivahendeid kasutades);</li> <li>14) arvutab silindri pindala ja ruumala;</li> <li>15) selgitab, kuidas tekib koonus;</li> <li>16) näitab koonuse moodustajat, telge, tippu, kõrgust, põhja, põhja raadiust ja diameetrit ning külgpinda;</li> <li>17) selgitab ning skitseerib koonuse telglõiget ja ristlõiget (ka digivahendeid kasutades);</li> <li>18) arvutab koonuse pindala ja ruumala;</li> <li>19) selgitab, kuidas tekib kera;</li> </ol>	<p>Nurga mõõtmine. Täisnurkse kolmnurga teravnurga siinus, koosinus ja tangens. Pythagorase teoreem. Täisnurkse kolmnurga lahendamine. Korrapärane hulknurk, selle pindala. Võrdkülgne kolmnurk, ruut, korrapärane kuusnurk. Püramiid. Korrapärase nelinurkse püramiidi pindala ja ruumala. Silinder, selle pindala ja ruumala. Koonus, selle pindala ja ruumala. Kera, selle pindala ja ruumala.</p> <p><b>Põhimõisted:</b> nurk, teravnurga siinus, koosinus ja tangens, täisnurkne kolmnurk, kaatet, hüpotenuus, teravnurga trigonomeetrilised funktsioonid, korrapärane hulknurk, võrdkülgne kolmnurk, ruut, korrapärane kuusnurk; <b>püramiid:</b> korrapärane nelinurkne püramiid, tahud, servad, tipp, kõrgus, apoteem, põhja apoteem, pindala, ruumala; <b>silinder:</b> telg, kõrgus, moodustaja, põhja raadius, diameeter, pindala, ruumala, telglõige, ristlõige; <b>koonus:</b> moodustaja, telg, tipp, kõrgus, põhi, põhja raadius, diameeter, pindala, ruumala, telglõige, ristlõige; <b>kera:</b> sfäär, suuring, pindala, ruumala.</p>



- |   |  |
|---|--|
| 20) eristab mõisteid <i>sfäär</i> ja <i>kera</i> ,<br>21) selgitab, mis on <i>kera suuring</i> ;<br>22) arvutab <i>kera pindala</i> ja <i>ruumala</i> . |  |
|---|--|

### Näited

- A:** 1. Leia kümnendiku täpsusega täisnurkse kolmnurga kaatedid, kui hüpotenuus on 45 ja teravnurk  $30^\circ$ .  
2. Korrapärase nelinurkse püramiidi kõigi servade summa on 48 cm ja põhiservade summa on 12 cm. Kui pikk on külgserv?
- B:** 1. Leia täisnurkse kolmnurga ümbermõõt, kui üks kaatet on teisest 23 cm võrra pikem ja hüpotenuus on 37 cm.  
2. Silindrikujulise plekkтору pikkus on 8 m ja läbimõõt 12 cm. Mitu ruutmeetrit plekki (sajandiku täpsusega) kulub toru valmistamiseks, kui valtsühendustele kulub 8% plekist?
- C:** 1. Leia võrdhaarse trapetsi pindala ruutmillimeetrites kümnendiku täpsusega, kui alused on 2,8 cm ja 12 mm ning alusnurk  $72^\circ$ .  
2. Koonusekujulise veeanuma kõrgus on 30 cm ja põhja läbimõõt 20 cm. Põhjenda, kas selles olev vesi mahub kahte silindrikujulisse nõusse, kui kummagi kõrgus on 12 cm ning ühe raadius on 5 cm ja teise raadius 8 cm?

Tasemete näiteülesanded: Kersti Kaldmäe, Anneli Kontson, Kärt Matiisen, Enno Pais. *Matemaatika õpik 9. klassile*, I osa. Avita, 2013

## Õppimine ja õpetamine

### Õppeainete lõiming

#### Ajalugu

Püramiidid Egiptuses jne. Vihjeid lõiminguks saab kogumikust „Lõimingu võimalusi põhikooli õppekavas“ (lk 333–334).

#### Keemia, loodusõpetus

Aine tihedus.

### **Füüsika**

Keha massi leidmine jt elulised ülesanded seoses püramiidi, silindri, koonuse ja keraga.

### **Kunst**

Ilumeele arendamine, kunstiline kujundamine, töö planeerimine.

### **Tehnoloogiaõpetus**

Õpilane valmistab ruumilise kujundi mudeli, mõõdab sellelt vajalikud suurused ja teeb nõutud arvutused.

### **Üldpädevused**

#### **Kultuuri- ja väärtuspädevus**

Geomeetriliste kujundite ilu ja seos arhitektuuriga.

#### **Õpipädevus**

Loogiliste mõttekäikude elegants, oma tugevate ja nõrkade külgede hindamine.

#### **Suhtluspädevus**

Oma mõtte selgelt, lühidalt ja täpselt väljendamine (teoreeme sõnastades, lahenduskäike selgitades). Rühmatöö õuesõppena, et uurida geomeetrilisi kujundeid, nt puu kõrguse mõõtmine (matemaatika didaktika veebilehel on tutvustatud palju erinevaid võimalusi).

#### **Sotsiaalne ja kodanikupädevus**

Kaasõpilased arvestavad teiste õpilaste erinevaid võimeid, lahendades ruumikujutlust nõudvaid ülesandeid.

**Ettevõtlikkuspädevus.** Reaalsete andmete kogumine keha(de) pindala, ruumala arvutamiseks, lahendusplaani koostamine, riskide võtmine, teksti tõlkimine sümbolkeelde.

## Lõiming läbivate teemadega

### Elukestev õpe ja karjääri planeerimine

Järk-järgult kujundatav õppimise vajaduse tajumine (nt täisnurkse kolmnurga lahendamise järel esitada küsimus kolmnurga lahendamise kohta jne).

### Kultuuriline identiteet

Pööratakse tähelepanu matemaatika enese arengule ajaloos.

### Väärtused ja kõlblus

Korralikkuse ja püsivuse arendamine jooniseid ning mudeleid valmistades, eesmärgipärasus.

### Tehnoloogia ja innovatsioon

Digivahendite kasutamine geomeetriliste kujundite uurimisel ning loovuse arendamisel.

Soovitatav on korraldada praktiline töö õues, seostades õpitud kujundeid looduses eksisteerivatega. Projektõppena on soovitatav teha tutvust kujunditega igapäevaelus ja kunstis (valmivad fotod, kunstipärased ornamendid, mustrid). Kujundite visualiseerimiseks kasutada programmi GeoGebra või selle analooge (ka digitahvli salvestusvõimalusi). Pindalaid ning ruumalaid arvutades on soovitatav anda nii täpne vastus arvu  $\square$  kaudu kui ka ligikaudne vastus. Vaja on head kalkulaatorikäsitsemise oskust. Eukleidese teoreemi ja teoreemi täisnurkse kolmnurga hüpotenuusile joonestatud kõrguse kohta on soovitatav õpetada tublimatele õpilastele. Kuna päikese langemisnurka käsitletakse füüsikas ja geograafias erinevalt, siis peab õpetaja jagama lisaselgitusi: geograafias mõeldakse selle all maapinna ja päikesekiire vahelist nurka, füüsikas aga viimase täiendusnurka. Teema käsitlemise alguses on vaja korrata mõõtühikute teisendamist ja ümardamisreegleid ning kalkulaatorikasutamist. Geomeetriliste kujundite õppimine 9. klassis paneb aluse stereomeetria õppimisele (rakendades lisaks trigonomeetriat) gümnaasiumiastmes (12. ja 13. kursusel). Trigonomeetrias õpitu on vajalik õpingute jätkamiseks trigonomeetria teemalisel 4. kursusel gümnaasiumiastmes. Õpitava teema mõistmise hindamiseks on kasulik lasta õpilastel selgitada mõisteid ja lahenduskäike ning hinnata tulemuste reaalsust. Rõhutada tasub, et vastuse saamiseks võib olla mitu erinevat lahendusteed.

### IKT rakendamine

1. Õpilaste võistlustöö „Kui ma oleksin õpetaja ...“, <http://web.zone.ee/vg12a/?ESILEHT>
2. Täisnurkne kolmnurk (test), <http://www.hot.ee/matetestid/tiigrihype/tkolmnurk.htm>

3. GeoGebra töölehed (Maarja Uusväli), <http://lepo.it.da.ut.ee/~maarjauu/toolehed.html>
4. GeoGebra töölehed (Allar Veelmaa), <http://www.allarveelmaa.com/geogebra/trigoseosed.html>
5. Trigonomeetria II (video 24 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=Zjlv6Z8W24Y>
6. Hulktahukate õppimise programm Poly, [http://koolielu.ee/search?q=poly&search\\_type=all](http://koolielu.ee/search?q=poly&search_type=all)
7. Korrapärane püramiid (video 44 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=mHJlxVtQzn4>
8. Püramiidiga seotud mõisted, <http://www.mathopenref.com/pyramidvolume.html> 
9. Püramiid II osa (video 24 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=DHZn5giSCZw>
10. Prisma ja püramiid, <http://users.khk.ee/maarja.kask/hulktahukad/prisma.html>
11. Ruumiline geomeetria, <http://web.zone.ee/math/9klass2.html>
12. Ruumilised kehad, <http://www.mathopenref.com/tocs/solidtoc.html> 
13. Silinder (tööleht individuaalõppeks),  
[http://mott.edu.ee/index.php?option=com\\_remository&Itemid=28&func=startdown&id=50](http://mott.edu.ee/index.php?option=com_remository&Itemid=28&func=startdown&id=50)  
[http://mott.edu.ee/index.php?option=com\\_remository&Itemid=28&func=startdown&id=50](http://mott.edu.ee/index.php?option=com_remository&Itemid=28&func=startdown&id=50)
14. Silinder (video 57 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=DHZn5giSCZw>
15. Koonus (video 54 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=UZlnNqoZZMQ>
16. Koonus (tööleht), [http://mott.edu.ee/index.php?option=com\\_remository&Itemid=28&func=startdown&id=51](http://mott.edu.ee/index.php?option=com_remository&Itemid=28&func=startdown&id=51)
17. Kera (video 51 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=L-A-rfcNcNg>

5. Kordamine	
Õpitulemused	Õppesisu
<p>Õpilane:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) oskab ratsionaalarvudega nelja tehet teha, lihtsamatel juhtudel astendada ja juurida;</li> <li>2) oskab kasutada protsendi mõistet ülesandeid lahendades;</li> <li>3) oskab kasutada abivalemeid avaldisi lihtsustades;</li> <li>4) oskab lahendada lineaar- ja ruutvõrrandit;</li> <li>5) tunneb võrrandisüsteemide lahendusvõtteid ja oskab neid rakendada ülesandeid lahendades;</li> </ol>	<p>Aritmeetilised tehted ratsionaalarvudega, protsentülesanded, avaldiste lihtsustamine abivalemitena. Võrrandite ja võrrandisüsteemide lahendamine. Funktsioonid <math>y = ax</math>; <math>y = a : x</math>; <math>y = ax + b</math>; <math>y = ax^2 + bx + c</math>; nende graafikud ja omadused. Statistilise kogumi karakteristikud: aritmeetiline keskmine, diagrammid. Sündmuse tõenäosuse mõiste, selle arvutamine lihtsamatel juhtudel. Geomeetriliste</p>

<p>6) oskab joonestada lihtsamate funktsioonide graafikuid ja uurida nende omadusi sh digivahendeid kasutades;</p> <p>7) oskab arvutada lihtsamatel juhtudel sündmuse tõenäosust;</p> <p>8) oskab leida statistilise kogumi keskmist ning lugeda diagramme ja sagedustabeleid, sh digivahendeid kasutades;</p> <p>9) oskab leida lihtsamate geomeetriliste kujundite ümbermõõte ja pindalaid;</p> <p>10) oskab kasutada Pythagorase teoreemi ülesandeid lahendades;</p> <p>11) teab trigonomeetria põhiseoseid täisnurkses kolmnurgas ja oskab neid kasutada ülesandeid lahendades;</p> <p>12) oskab arvutada püstprisma, püramiidi, silindri, koonuse ja kera pindala ning ruumala.</p>	<p>kujundite pindalade arvutamine. Pythagorase teoreem. Teravnurga trigonomeetrilised funktsioonid. Täisnurkse kolmnurga lahendamine. Püströöptahukas, püstprisma, püramiid, silinder, koonus, kera. Nende tahukate pindalad ja ruumalad. Rakendusliku sisuga ülesannete lahendamine.</p>
--	---

## Õppimine ja õpetamine

Kordamisel on vaja veenduda, et vajaduse tekkides saavad õpilased edukalt hakkama kalkulaatoriga ja ümardamisreeglite kasutamisega, ning anda soovitusi eksamik valmistumiseks ja eksamitöö kirjutamiseks.

## Lõiming läbivate teemadega

### Elukestev õpe ja karjääri planeerimine

III kooliastmes hindamisel saadud tagasiside aitab nüüd otsuseid langetada edaspidiseks: kas jätkata õpinguid gümnaasiumis (kitsal/laial suunal)?

### Tervis ja ohutus

Vastavasisuliste protsentülesannete lahendamine (nt suhkrus kogus tootes).

### Keskkond ja jätkusuutlik areng

Erinevad elektrienergia tootmise võimalused, põlevkivivarud Eestis. Kuidas linnakeskkond mõjutab inimeste elu tulevikus?

### Tehnoloogia ja innovatsioon

Digivahendite kasutamine graafikuid joonestades ja graafiku omadusi uurides.

## Teabekeskond

Trükimeedia usaldatavus.

## Enesemääratluspädevus

Õpilased hindavad oma tugevaid ja nõrku külgi. Õpetaja peab püüdma vältida õpilastes madala enesehinnangu teket.

## Suhtluspädevus

Õpilastes kujundatakse korrektset argumenteerimisoskust.

## Ettevõtlikkuspädevus

Lahendusideede elluviimine, arukate riskide võtmine.

Kordamiseks võiksid õpilased vaadata videoid erinevatel teemadel Youtube'ist ning lahendada vastavaid teste. Statistika kordamiseks võib teha rühmatöö teemal „Ajalehega tundi“. Kui aega jagub, siis võib teha näiteks rühmatöö teemal „Iseseisev elu“, kasutades õppekeskkonda „Valitse oma raha“. Korraldada võiks õuesõppetunni, et tutvuda ümbritsevaga (nt linnakeskkonnaga), ning õppekäigu näiteks keskkatlamajja, võttes kaasa loodusainete ja matemaatikaõpetajate koostatud töölehed. Integreeritud töölehti saab kasutada teistelgi õppekäikudel ja projektipäevadel.

## IKT rakendamine

1. Soovitused põhikooli matemaatika eksamiks valmistujale (video 48 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=yUtzbmAjuY>
2. Testid põhikooli lõpetajale, <http://www.mathema.ee/testid/testiloend.html>
3. Loovuse töölehed, <http://dairekrabi.weebly.com/>
4. Lõpueksamite materjalid, <http://www.innove.ee/et/yldharidus/pohikooli-lopueksamid/lopueksamite-materjalid>
5. Avaldiste lihtsustamine (video 22 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=9e6Kuyu33n4>
6. Algebraliste murdude astendamine (video 8 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=z3zDillzF5w>
7. Algebralise avaldise lihtsustamine (test), <http://www.hot.ee/matetestid/tiigrihype/teisendused.htm>
8. 23 testi põhikoolilõpetajale, <http://www.hot.ee/m/matetestid/>
9. Ruutfunktsioon, [http://mott.edu.ee/index.php?option=com\\_remository&Itemid=28&func=startdown&id=250](http://mott.edu.ee/index.php?option=com_remository&Itemid=28&func=startdown&id=250)
10. Graafikute joonestamine, <http://www.geogebra.org/cms/>
11. Ruutfunktsioon  $y = ax^2$  (video 18 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=YolxjhZdg1Y&feature=g-upl>
12. Ruutfunktsioon  $y = ax^2 + c$  (video 8 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=X1LvGuJ6i7I&feature=g-upl>

13. Ruutfunktsioon  $y = ax^2 + bx$  (video 9 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=qrPPsQ4nDus&feature=g-upl>
14. Ruutfunktsioon  $y = ax^2 + bx + c$  (video 38 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=o8s4yFFjpEM&feature=g-upl>
15. Õppevideod erinevatel teemadel põhikoolis õpitu kordamiseks õpetaja Allar Veelmaalt (tasulised), <http://opetaja.edu.ee/allarveelmaa/>
16. Statistika elemendid põhikoolile (video 55 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=baPeilZsbgQ>
17. Statistika, I osa (video 25 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=4Gw-30G3Gug>
18. Statistika, II osa (video 31 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=N6MKM1BNvIQ>
19. Tõenäosusteooria elemendid (video 21 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=xDn5Qa6E0yg>
20. Miljonimäng mõistete kohta, [http://www.quia.com/rr/322874.html?AP\\_rand=1610170186&playHTML=1](http://www.quia.com/rr/322874.html?AP_rand=1610170186&playHTML=1)
21. Trigonomeetria põhikoolis (video 44 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=uNbFu2X1sUQ>
22. Täisnurkne kolmnurk (video 32 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=23FTfddyY5c&feature=g-upl>
23. Tasandilised kujundid (video 35 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=OoD-YUSue58>
24. Kuup. Risttahukas. Rööptahukas. Püstprisma (video 47 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=ssPncHSWljc>
25. Püstprisma, I osa (video 27 minutit), [https://www.youtube.com/watch?v=scdIG\\_aZS5c&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=scdIG_aZS5c&feature=youtu.be)
26. Püstprisma, II osa (video 20 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=UoImQlwEU4w&feature=youtu.be>
27. Püramiid, I osa (video 20 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=sFUUQxQGhwg>
28. Püramiid, II osa (video 24 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=DHZn5giSCZw>
29. Silinder, I osa (video 32 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=st-TSqWHUNI&feature=youtu.be>
30. Silinder, II osa (video 25 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=vsQA3xMNrdQ&feature=youtu.be>
31. Koonus, I osa (video 19 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=mImCTeyk6YA&feature=youtu.be>
32. Koonus, II osa (video 35 minutit), [https://www.youtube.com/watch?v=4-6Mg7tyN\\_g&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=4-6Mg7tyN_g&feature=youtu.be)
33. Kera, I osa (video 29 minutit), [https://www.youtube.com/watch?v=u2tjquTsz\\_M](https://www.youtube.com/watch?v=u2tjquTsz_M)
34. Kera, II osa (video 23 minutit), <https://www.youtube.com/watch?v=a-e629yu99M>