Tartu Ülikool
Sotsiaal- ja haridusteaduskond
Koolikorralduse õppekava

Inga Jufkin

INGLISE KEELE ÕPPEVAHENDI KOOSTAMINE TARTU ÜLIKOOLI 1. AASTA MATEMAATIKAÜLIÕPILASTELE

magistritöö

Juhendaja: Ülle Türk, M.A.

Läbiv pealkiri: erialase inglise keele õppevahendi koostamine

Tartu 2010

Kokkuvõte

Inglise keele õppevahendi koostamine Tartu Ülikooli 1. aasta matemaatikaüliõpilastele

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on analüüsida Inga Jufkini poolt varem koostatud ja nüüdseks kaasajastatud ning täiendatud erialase inglise keele õppevahendit *English in Basic Mathematics* ja kirjeldada viimase koostamise põhjusi ja protsessi. Mitmete välis- ja kodumaiste erialase võõrkeele õpetamist puudutavate teoreetiliste seisukohtade valgusel selgitab autor oma õppematerjali koostamise põhimõtteid. Magistritöö koosneb sissejuhatusest, neljast peatükist ja kolmest lisast. I peatükk käsitleb erialakeelega ja selle õpetamisega seotud mõisteid, üldkeele ja erialakeele vahekorda ning erialakeeleõppele iseloomulikke tunnuseid, õppija vajadusanalüüsi ja erialakursuste koostamise põhimõtteid ja etappe. II ptk räägib erialakeele õppematerjalidest (erialakeele õppematerjalide tähtsus, tunnused, materjalide valimise ja koostamise põhimõtted, tekst ja sõnavara õppematerjalides). Selles peatükis kirjeldatakse ka erialakeeleõpetaja erinevaid rolle. III ptk räägib Tartu Ülikooli keelekeskuse tööst erialakeeleõppe seisukohast ja IV ptk tegeleb I. Jufkini koostatud ja täiendatud matemaatika-alase õppevahendi loomise põhjuste, sihtgrupi, koostamise põhimõtete, ülesehituse, ülesannete kirjeldamise ja tagasisidega. Valitud teemad pärinevad matemaatika, geomeetria, algebra ja trigonomeetria vallast. Tehete, astmete, juurte, valemite, võrrandite, osade tekstide ja raskemate sõnade lugemist saab harjutada audiosalvestusega (CD). Õppematerjalile on loodud ka e-tugi. Nimetatud õppevahendit matemaatikutele saab kasutada TÜ keelekeskuse erialase inglise keele kursusel. Töö olulisust rõhutab asjaolu, et õppematerjal on ainuke saadaolev erialast inglise keelt õpetav matemaatikaüliõpilastele mõeldud õppevahend Eestis. Õppevahendi eesmärgiks on, et õppija saaks selgeks ingliskeelse matemaatika-alase põhisõnavara, mille oskamine abistab üliõpilast keelekursuse muude komponentide (erialane ettekanne, diskussioonid, kodulugemine jm) sooritamisel ja edasises akadeemilises ning tööelus.

Lisad: üliõpilase isikliku vajadusanalüüsi küsimustik, vajadusanalüüsi õpiootuste küsimuse vastused, koostatud erialase inglise keele õppevahend matemaatikutele (128 lk) koos CD ja kahe retsensiooniga.

Võtmesõnad: inglise keele õpetamine, erialakeel, õppija vajaduste analüüs, õppematerjalid, õppevahendi koostamine.

Summary

Compiling an English for Special Purposes study aid for first-year students of mathematics at the University of Tartu

The Master´s thesis aims to analyse the purposes and process of compiling the second, revised version of the study aid *English in Basic Mathematics* by Inga Jufkin meant for first-year students of mathematics and other mathematics-related specialities at the University of Tartu. In the light of several theoretical sources the author explains the underlying principles of compilation. The Master´s thesis consists of an introduction, four chapters and three appendices. Chapter 1 deals with terms related to English for Specific Purposes, the relationship between ESP and EGP and the main characteristics of ESP courses. It also describes the learner´s needs analysis. Chapter 2 looks at the principles and stages of compiling ESP study materials. It also analyses the different roles of an ESP teacher. Chapter 3 describes ESP work at the language centre of the University of Tartu. Chapter 4 deals with the reasons and principles of compilation of the study aid, its target group, composition, task types, and feedback. The study aid comprises, among others, such topics as mathematics, fractions, powers and roots, geometry, algebra and trigonometry. To accompany the reading texts, several tasks for listening, pair work and group work as well as vocabulary practice have been compiled. Audio material (CD) has also been added. To support the study aid, a WebCT component has been developed. The study aid can be used in ESP lessons for matematicians at the language centre of the University of Tartu. The importance of the work lies in the fact that it is the only available ESP study material for mathematicians in Estonia. It was compiled to teach English for basic mathematics, the acquired terminology helping students to perform all the other components of the course (presentations, discussions, extensive reading tasks). Feedback on the study aid from students and teachers has been positive.

Appendices: student´s personal profile questionnaire, students´ answers to the question about what skills they would like to develop, the study aid *English in Basic Mathematics* with a CD and two reviews.

Key words: English language teaching, English for Specific Purposes, needs analysis, study materials, study aid compilation.

Sisukord

Sissejuhatus

Tänapäeva avatud maailmas on väga paljudel elualadel ja erialadel ilma korraliku võõrkeeleoskuseta peaaegu võimatu hästi hakkama saada. Veel parem on, kui osatakse hästi mitut võõrkeelt. Pideva üleilmastumise, tiheda majandusalase ja haridusalase koostöö taustal kasvab keeleõppe ja võõrkeelte oskuse tähtsus märgatavalt.

Peale üldkeeleoskuse on tähtis ka erialakeele oskus. Tartu Ülikooli keelekeskus õpetab erialakeeli üldainena kõikide teaduskondade üliõpilastele. Kuna sobivaid erialase inglise keele õpikuid ei ole või nad pole kättesaadavad, on erialakeele õpetaja ülesandeks tihti ka õppevahendeid koostada.

Erialase inglise keele õppevahendi *English in Basic Mathematics* koostamise tingis õpetajatepoolne vajadus matemaatika-alase erialakeeleõpiku järele. Valminud õppevahend on pikaajalise protsessi tulemus. Õppevahend sündis koostaja, kolleegide, matemaatikateaduskonna esindajate ja keelekursustel osalenud üliõpilaste koostöös. 1. trükk ilmus juba 1988. aastal (vt Anderson, 1988) ja oli tollal keelekursuse peaaegu ainuke komponent ning keelekeskuses ainuke õppevahend, mille abil matemaatikaüliõpilastele erialast inglise keelt õpetada. Praegune, ümbertöötatud erialase inglise keele õppevahend matemaatikutele on samuti ainuke õpetajatele ja õppijatele saadaolev ja sobiv nimetatud keelekursuse õppematerjal. Selles seisneb käesoleva töö olulisus.

Vahepeal ei tegelenud käesoleva töö koostaja päris pikka aega tulevastele matemaatikutele erialakeele õpetamisega. Sajandivahetusel alanud Briti Nõukogu algatatud Eesti, Läti ja Leedu erialakeeleõpetajate täiendõppekursus oli pöördepunktiks Eesti kõrgkoolide keelekeskuste erialakeelekursuste läbiviimisel. Hakati rääkima õppijate vajaduste analüüsist, kursuse üld- ja õpieesmärkide määratlemise vajalikkusest ning kursuste ja õppematerjalide koostamise põhimõtetest.

Siis küpses ka mõte viia keelekeskuse kursustel õppijate hulgas läbi vajadusanalüüs, et saada teada, millised on õppijate vajadused, vajakajäämised ja ootused erialase võõrkeele kursuse suhtes. Mõned inglise keele lektoraadi õpetajad on nüüdseks aastaid teinud keelekursustel osalejate isikliku vajaduste analüüsi, millest on selgunud, et õppijad ootavad keelekeskuse keelekursuselt sõnavara, aga eelkõige erialase sõnavara täienemist. Töös on esitatud 14 keelerühma 323 üliõpilase vastused küsimustiku õpiootuste küsimusele, mis seda õppijate ootust kinnitab.

Maailm on muutunud üha avatumaks ja erialale orienteeritud keeleõppekursused on muutunud üha kommunikatiivsemaks. Tekkis mõte matemaatika-alast inglise keele kursust muuta ja õppematerjalid ümber töötada.

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on analüüsida koostatud ja kaasajastatud matemaatika-alast inglise keele õppevahendit ja kirjeldada õppevahendi koostamise protsessi.

Nimetatud õppematerjal kujutab endast matemaatika-alast kontekstuaalset inglise keele õpetust, mille põhieesmärgiks on arendada tulevaste matemaatikaspetsialistide erialase inglise keele oskust. Õppevahendit saab kasutada TÜ keelekeskuse matemaatika-alase inglise keele kursuse õppematerjalina. Sihtgrupis on peale matemaatika- ja informaatikateaduskonna üliõpilaste ka loodus- ja tehnoloogiateaduskonna matemaatikaga seotud erialade üliõpilased. Tekstid ja õppeülesanded on temaatilised.

Õppevahendile on nüüd lisatud audiomaterjalid, lugemiseelsed ülesanded, paaris- ja grupitöö ülesanded, samuti on õppematerjal saanud uue kujunduse. Lisatud on ka e-tugi, mille abil on õppijal võimalik sooritada HotPotatoes programmiga loodud sõnavara enesekontrolliteste, kuulata audiomaterjale ja sooritada arvestuslikke teste, mis on loodud WebCT vahenditega. E-tugi annab lisaks tavapärastele auditoorsetele keeletundidele, kus on õpetaja tugi, võimaluse arvestada iga õppija individuaalsete iseärasustega ja suurendada õppijate iseseisvust.

Õppevahendi kasutamisel on eesmärgiks see, et õppijal tekiks aktiivne ingliskeelse erialase põhisõnavara baas, mis saavutatakse õppevahendis leiduvaid eri liiki ülesandeid täites. Samal kursusel arendatakse õppija mitmeid akadeemilisi oskusi. Töö õppevahendi materjalidega on nüüd vaid osa keelekursusest, mis on muutunud õpetaja- ja tekstikesksest õppija- ja õpikeskseks. Õppijate ja õpetajate tagasiside õppevahendile on olnud positiivne.

Töö eesmärgi saavutamiseks on püstitatud järgmised ülesanded:

- analüüsida üldkeele ja erialakeele vahekorda, erialase inglise keele klassifikatsiooni ning erialase inglise keele õpetamise ja õppimisega seotud teoreetilisi seisukohti

- kirjeldada erialakeelekursuse ja erialase inglise keele õppematerjalide koostamise põhimõtteid ja teksti ja sõnavaraga seotud teoreetilisi seisukohti
- kirjeldada ja analüüsida erialakeeleõpetust TÜ keelekeskuses
- selgitada õppevahendi koostamise tagamaid, metoodilisi lähtealuseid ja põhi-seisukohti
- kirjeldada õppevahendi ülesehitust ja kaasnevaid lisamaterjale
- tutvustada õppijate ning õpetajate hinnangut õppevahendile.

Magistritöö koosneb sissejuhatusest, neljast peatükist ja lisadest. I peatükk käsitleb erialakeelega ja selle õpetamisega seotud mõisteid, üldkeele ja erialakeele vahekorda ning erialakeelekursusele iseloomulikke tunnuseid, samuti õppija vajadusanalüüsi (sihtsituatsiooni analüüs, õpisituatsiooni analüüs, õpivajaduste analüüs) ja erialakursuste koostamise põhimõtteid ja etappe. II peatükk räägib õppematerjalidest (tähtsus, tunnused, koostamise protsess, sisu koostamise põhimõtted, tekst ja sõnavara õppematerjalides) ning kirjeldab erialakeeleõpetaja erinevaid rolle. III peatükk vaatleb Tartu Ülikooli keelekeskuse tööd erialakursuste läbiviijana, erialaste keeleõppematerjalide loojana ja õpetajate ja õppejõudude täienduskoolituste organiseerijana. IV peatükk tegeleb Inga Jufkini koostatud ja täiendatud matemaatika-alase õppevahendi loomise tausta, sihtgrupi, koostamise põhimõtete, ülesehituse ja ülesannete kirjeldamisega ning õppevahendile antud tagasisidega.

Teoreetiliste seisukohtade ja andmete allikaks on teemakohane teadus- ja õppemetoodiline kirjandus, üliõpilaste isikliku keelevajaduste analüüsi küsimustiku vastused ja magistritöö koostaja erialakeele õpetamise kogemus.

Lisades on keelekeskuse õpetajate koostatud üliõpilase isikliku vajadusanalüüsi küsimustik (vt lisa 1), üliõpilaste isikliku keelevajaduste analüüsi õpiootusi (osaoskusi) puudutava osa vastuste andmed (vt lisa 2) ja koostatud inglise keele õppevahend *English in Basic Mathematics* Tartu Ülikooli 1. aasta matemaatikaüliõpilastele koos CD ja kahe retsensiooniga (vt lisa 3).

1. Erialakeel ja selle õpetamine

1.1. Üldkeel ja erialakeel

Üldkeel ja erialakeel ehk oskuskeel on kirjakeele allvaldkonnad, mille vahel pole kindlat eraldusjoont. Siiski on üldkeelel ja erialakeelel erinevad kasutuseesmärgid ja kasutusiseärasused sõnavaras ja üldises väljenduslaadis. Rein Kull (2000) on kasutanud järgmisi määratlusi : „ *Üldkeel* on keelekuju, mida kasutab kõige laiem üldsus ja mida iseloomustab üldisem keelepruuk, *oskuskeel* on aga kitsama suunitlusega, puhterialaselt kasutatav allkeel või allkeelekogum“ (lk 11). Erialakeelele on omane konkreetne ja täpne keeletarvitus.

Üheks oluliseks erialakeele tunnuseks on see, et erialakeel kasutab sihipäraselt korrastatud mõistete süsteemi ehk oskussõnavara. Kull (2000) on toonud välja üldkeele ja oskuskeele erinevused, mis väljenduvadki põhiliselt sõnavaras. Võõrkeelte lektor Jaanika Sarv jagas TÜ keelekeskuses 2008. a toimunud erialakeelte konverentsi ettekandes sõnavara keele seisukohast lähtuvalt kolmeks:

1) põhisõnavara, mis on suhteliselt sõltumatu suhtlussituatsioonist ja kõneainest,
2) üldsõnavara, mis on igapäevase suhtluse baasiks ja
3) oskussõnavara, mis on põhiliselt erialamõisteid tähistavad keelendid. (2008, lk 1).

Lisaks terminoloogiale iseloomustab oskuskeelt ka üldkeelest keerukam lauseehitus ja muud grammatilised iseärasused.

Erialakeelel on palju allkeeli, sest erialakeele ülesandeks on rahuldada konkreetsete erialade spetsiifilisi vajadusi. Võime rääkida füüsika, meditsiini, matemaatika, pedagoogika, tehnika ja muude erialade oskuskeelest. Kitsamas tähenduses on erialakeel ehk oskuskeel mingil kindlal erialal kasutatav keel, millele on iseloomulik selle ala asjatundjate korraldatav sõnavara ja eriomane üldine väljendusviis (Kull, 2000, lk 11-13).

Igal erialakeelel on omad iseloomulikud tunnused. Näiteks võib tuua matemaatika erialakeele, mida kirjeldab Robert Jamison (s.a.). Ta kirjutab, et matemaatika keel erineb tavalisest üldkeelest kolme olulise tunnuse poolest:

1) matemaatika keel ei ole seotud aja väljendamisega või ajavormidega, see ei väljenda minevikku, olevikku ega tulevikku, kõik lihtsalt *on*,

2) formaalsest matemaatika diskursusest puudub emotsioon ja seda väljendavad keelendid,
3) matemaatika keelele on omane täpsus, selgus ja süsteemne väljendusviis, näiteks definitsioon peab olema täpne, ei tohi midagi ära jätta ega juurde panna.

Jamison (s.a.) väidab, et kaks esimest nimetatud matemaatika keele omapära ei valmista õppijatele raskusi, aga kolmandat on õppimisel raske omaks võtta. Seega tuleb iga erialakeele eripära õpetamisel arvestada.

1.2. Erialase inglise keele olemus ja jaotus

21. sajandil on kujunenud oluliseks rahvusvahelise suhtlemise keeleks inglise keel, mis on saanud üheks Euroopa Liidu ametlikest töökeeltest, teaduspublikatsioonide ja infotehnoloogia ala valdavaks keeleks. Seetõttu on tähtis ka erialase inglise keele õpetamine ja õppimine.

Inglise keele puhul saame rääkida üldkeelest ja selle õpetamisest (inglise keeles *English for General Purposes*, lüh *EGP*) ja erialakeelest ja selle õpetamisest (inglise keeles *English for Specific Purposes* või *English for Special Purposes).* Termineid *English for Specific Purposes* ja *English for Special Purposes* kasutatakse tavaliselt sünonüümidena ja mõlema lühend on inglise keeles sama - *ESP*. Kuigi eestikeelne otsetõlge oleks „inglise keel spetsiifiliseks otstarbeks“ või „inglise keel spetsiaalseks otstarbeks“, kasutatakse eesti keeles tavaliselt terminit „erialane inglise keel“ või mõnikord „erialale suunatud inglise keel“. Inglise keeles kasutatavad mõisted *English for Specific Purposes* ja *English for Special Purposes* (lühendatult *ESP*) tähistavad rohkem erialase inglise keele õpetamist ja õppimist kui erialakeelt ennast.

Kuna tegemist on mitmetähendusliku terminiga, pole teoreetikud termini *English for Special Purposes* olemuse suhtes kokkuleppele jõudnud. Mõned praktikud ja teoreetikud mõistavad seda kui inglise keele õpetamist ükskõik millist spetsiifilist eesmärki silmas pidades ja rõhutavad, et igal õppimisel ja õpetamisel on mingi spetsiifiline eesmärk, olgu see inglise keele algteadmiste andmine eelkooliealistele lastele või akadeemilise kirjutamise õpetamine üliõpilastele. Teised aga määratlevad terminit täpsemalt, seostades seda õppija erialaga ja kirjeldades seda kui inglise keele õpetamist ja õppimist seoses akadeemiliste õpingutega või inglise keele õpetamist ja õppimist tööd või konkreetset eriala silmas pidades.

Laurece Anthony (1997a) Waseda Ülikoolist kirjeldab erialakeele konverentsi Jaapanis (*Japan Conference on ESP*), kus ilmnesid suured erinevused termini interpreteerimisel. Anthony (1997a) kirjutab, et erialasel inglise keelel ja selle õppel on olnud suhteliselt kaua aega ´küpseda´, et saaks anda selge vastuse küsimusele, mida ingliskeelne termin *English for Specific Purposes* täpselt tähendab, kuid kummalisel kombel ei ole teoreetikud ja praktikud selles suhtes üksmeelele jõudnud. Ta väidab ka, et „pole selge, kus kulgeb erialase keelekursuse ja algab üldkeelekursuse piir" (para 2).

Erialase inglise keele tuntuimad teoreetikud Hutchinson ja Waters eelistavad raamatus „English for Specific Purposes" erialale suunatud inglise keele õpetamist defineerida selle kaudu, mis see ei ole. Nad väidavad, et „erialane inglise keel on lai mõiste, mis hõlmab igasugust keele õppimist ja õpetamist, mis ei ole üldkeele õppimine ja õpetamine" (1987, lk 15).

Hutchinson ja Waters (1987) kujutavad erialase inglise keele õpet ja kursusi suure puuna, millel on kaks suurt haru:

1) akadeemiline inglise keel ja selle õpetamine (inglise keeles *English for Academic Purposes, EAP*) ja

2) rakenduslik ehk kutse- ja tööalane inglise keel ja selle õpetamine (inglise keeles *English for Occupational Purposes, EOP* ja *English for Professional Purposes, EPP*) (lk 17).

Teadusvaldkonniti jagavad need teoreetikud erialakeele ja selle õppe kolmeks:

1) täppisteaduste, loodusteaduste ja tehnikaalane keel ja selle õpetamine (inglise keeles *English for Science and Technology*),

2) äri- ja majandusalane keel ja selle õpetamine (inglise keeles *English for Business and Economics*) ja

3) sotsiaalteaduste erialakeel ja selle õpetamine (inglise keeles *English for Social Sciences*) (ibid).

Kaks esimest rühma on sageli esindatud, aga sotsiaalteaduste erialakeelest räägitakse harva ilmselt seetõttu, et see on kõige rohkem üldkeelega sarnane. Jaotusse võib lisada veel mõne haru, näiteks inglise keel humanitaaraladele. Ülaltoodud kolme gruppi saab omakorda mitmeteks allharudeks jagada. Allharude näiteks saab tuua meditsiinialase inglise keele, mis kuulub esimesse mainitud teadusvaldkonda ja mille alla kuuluvad näiteks farmaatsia-, stomatoloogia- ja füsioteraapia-alane inglise keel. Erialakeelt puudutavate artiklite kogumiku „Episodes in ESP“ koostaja John Swales Michigani Ülikoolist on pühendunud täppisteaduste, loodusteaduste ja tehnikaalase inglise keele uurimisele. Swales (1988) jagab selle ainevaldkondade järgi maateaduste-, eluteaduste- ja füüsikaliste erialade erialakeelteks, kusjuures viimatimainitu jaguneb keemia-, füüsika- ja matemaatikaalaseks erialaseks inglise keeleks.

On ka teisi spetsiifilise ehk erialase inglise keele jaotusi. Näiteks David Carter (1983) eristab küll samuti kolme tüüpi, kuid tema jaotus on Hutchinsoni ja Watersi omast erinev, sest ta märgib ära ka spetsiifilised teemad. Need kolm liiki on Carteri arvates:

1. inglise keel kui piiritletud või limiteeritud keel (näiteks kelnerile piisav),
2. inglise keel akadeemilisteks ja tööalasteks vajadusteks,
3. spetsiifiliste teemadega inglise keel (lk 131-137).

Hutchinsoni ja Watersi (1987) klassifikatsioon on keeleõpetajate hulgas rohkem levinud. Need autorid rõhutavad ka, et „akadeemilise ja tööalase erialakeele vahel ei ole väga kindlat piirjoont, sest inimesed võivad samaaegselt õppida ja töötada, või saab õpitavast erialast varsti töö“ (lk 16). Erialase inglise keele õppekava arendaja Kristen Gatehouse (2001) kirjutab, et „lõppeesmärk võib neil sama olla, aga vahendid eesmärgile jõudmiseks on kindlasti erinevad“ (para 27). Ta kirjutab, et „akadeemilise keeleõppe fookuses on kognitiivne akadeemiline oskus, aga tööalasel tavaliselt isikutevahelised suhted ja igapäevased situatsioonid“ (para 28).

Hutchinson ja Waters räägivad ka sellest, millest nende joonistatud „erialakeele puu“ toitub: „puu harud ja oksad ei saa elada ilma puu juurteta, ja kogu inglise keele õpetamist toidavad kaks peajuurt – need on suhtlemine ja õppimine“ (1987, lk 18).

Lisaks ülalkirjeldatutele on veel teisi klassifitseerimise võimalusi. Näiteks John Swales jaotab erialase inglise keele õpetamise selle koha järgi, kus kursusi läbi viiakse, nimelt on kursusi, mis on mõeldud: 1) koolidele, 2) tehnikumidele, 3) polü-tehnikumidele ja ülikoolidele (bakalaureuse- ja magistritasemele, teadus- ja akadeemilisele personalile) ja 4) asutustele (patendibürood, tehniline tõlge jne) (1988, lk XV). Ta leiab, et kõige suurem rõhk langeb polütehnikumide ja ülikoolide bakalaureusetaseme kursustele.

Veel saab erialase inglise keele õpetamise jagada kaheks vastavalt õppijate eelnevale kokkupuutele oma erialaga. Ühe rühma moodustavad keeleõppijad, kes on oma erialastes õpingutes või töös eelneva kogemuseta ja teise grupi need, kes on vähemal või suuremal määral eelneva erialase kogemusega. On kerge nõustuda Readingu Ülikooli inglise keele õpetamise metoodiku Pauline Robinsoni (1991) arvamusega, mida ta väljendab kogumikus „ESP Today", kirjutades, et nende „kahte tüüpi õppijate vaheliste erinevuste arvestamine on äärmiselt oluline õpetamise meetodite ja üldisemate või erialaspetsiifilisemate õppematerjalide valikul" (lk 2). Erialase kogemusega õppurid oskavad õppimise eesmärke paremini sõnastada, õppetöö planeerimisel kaasa rääkida, keeleõppe protsessis keeleõpet kogemustega seostada ja saavad vahel õpetajat erialastes küsimustes aidata.

1.3. Erialase inglise keele õppe tekkepõhjused

Erialase inglise keele õpe sai hoogsa alguse 1960. aastatel, muutudes kiiresti võõrkeelte õpetamise ja õppimise oluliseks ja kõige innovaatilisemaks osaks. Hutchinson ja Waters (1987) räägivad kolmest olulisemast tekkepõhjusest, mis on järgmised:

1) nõudlus inglise keele järele seoses Ameerika Ühendriikide muutumisega maailmamajanduse mootoriks ning tõusmisega ärialase, tehnika ja teaduse alasele juhtpositsioonile pärast II maailmasõda,
2) revolutsioon keeleteaduses ja
3) põhitähelepanu fokuseerimine õppijale (lk 6-8).

Enne I maailmasõda ja isegi I ja II maailmasõja vahelisel perioodil oli haridus põhiliselt priviligeeritud klasside prioriteediks. Keegi ei arutlenud, miks on vajalik õppida võõrkeelt, kuna just keele õppimine ise oli eesmärgiks ja „inglise keele õppimise põhjusi ei olnud keegi täpselt määratlenud" (ibid).

Saksa keelt mitterääkivates maades oli saksa keelel võõrkeelena juhtpositsioon. Pärast II maailmasõda muutus haridus kättesaadavamaks, inglise keel kogus populaarsust ja muutus varsti teaduse, kaubanduse ja tehnoloogia domineerivaks keeleks. Ameerika Ühendriigid muutusid rahvusvahelise äri ja teaduse alal äärmiselt edukaks, niisiis kerkis esile suur hulk inimesi, kes tahtsid inglise keelt õppida, ja eriti suur huvi oli õppida õppija spetsiifilisi vajadusi arvestavat inglise keelt.

Inglise keele õpetamine spetsiifiliste keelevajaduste rahuldamiseks ei tekkinud teadlikult planeeritud innovatsioonist keeleõpetuses. Keeleõpetaja Gita Päi (2004) arendab Hutchinsoni ja Watersi arutlust erialale suunatud inglise keele tekkepõhjustest oma magistritöös edasi, väites et

> ….pigem on erialale suunatud inglise keele õpe nähtus, mis kasvas välja erakordselt kiirest teaduse, tehnika ja majandustegevuse arengust eesmärgiga hõlbustada suhtlust kogu maailmas. Seda oli vaja, et vastava eriala inimesed saaksid müüa oma kaupa, oskusi või teenuseid ja olla kursis oma eriala uusimate suundadega (lk 25).

Rääkides revolutsioonist keeleteaduses kirjutab Gatehouse (2001), et traditsioonilise keele kirjeldamise asemel hakati põhitähelepanu pöörama viisile, kuidas keelt kasutada reaalses suhtluses. Leiti, et on võimalik koostada keelekursust teatud õppijate vajadusi silmas pidades.

Eelpool nimetatud Hutchinsoni ja Watersi (1987) esitatud kolmas tekkepõhjus, õppija tähtsustamine, on seotud psühholoogiaga. Õppija huve silmas pidades hakati pöörama erilist tähelepanu õppijate erinevatele vajadustele ja huvidele, sellega seoses olevale õpimotivatsioonile ning erinevatele õpistrateegiatele keele omandamisel. Rohkem rõhku pandi õppijate motivatsioonile, sest motivatsioon on vahend, millega saab edendada õpiprotsessi tõhusust. Pedagoogilist psühholoogiat appi võttes on erialase inglise keele õpe võtnud omaks lähenemise, et motiveeritud õppija õpib kiiremini ja paremini ja et seos õppija töö või tulevase töö ja inglise keele õppimise vahel ongi üks võimalikke parimaid motivaatoreid (lk 25). Sellise mõtteviisi loomulik edasiarendus oligi erinevatest vajadustest lähtuvate erialakeelekursuste väljatöötamine. Erialakeelekursuste võtmesõnaks sai õppijakesksus.

1.4. Erialakeeleõpet iseloomustavad tunnused

Kuigi paljud autorid rõhutavad, et üldkeele kursuse ja erialakeele kursuse vahele ei ole võimalik tõmmata kindlat eristusjoont, saab siiski öelda, et neil on teatud erinevused.

Ülikoolid, kutsekoolid ja keelefirmad kogu maailmas pakuvad kümneid või isegi sadu erinevaid erialakeele kursusi. Arstidele on erialakeele oskus vajalik, et lugeda võõrkeelset erialast kirjandust, kirjutada erialaseid artikleid ning suhelda välismaiste patsientide ja kolleegidega. Ärikeelt on vaja firmadega rahvusvaheliseks suhtlemiseks, et müüa oma tooteid sihtriigis. Kõikide erialade teadlastel on vaja kas kirjalikult või suuliselt oma teadustulemusi esitada ja väliskolleegidega suhelda. Näeme, et erialakeeleõpet eristab üldkeeleõppest *õppijapoolse vajaduse* olemasolu.

Girta Päi (2004) annab oma magistritöös erialase inglise keele õpetamise määratluse, mis rõhutab eesmärgistatust ja sihipärasust. Töö autor kirjutab, et „erialase inglise keele õpetamine on süstemaatiline eesmärgistatud keele õpetamine, mille sihiks on õppija keelelise kompetentsuse saavutamine, mis võimaldaks tal sihtsituatsioonis edukalt sooritada selgelt määratletud ülesandeid või tegevusi" (lk 25).

Hutchinson ja Waters (1987) rõhutavad, et erialakeeleõpet iseloomustab mitte ainult õppijapoolne vajadus, vaid just vajaduse *teadvustamine* õppija poolt, mis seostub omakorda sisemise motivatsiooniga. Keelevajadus varieerub erialati vähe, kuid erialakeskse lähenemise vajaduse põhjustavad Hutchinson ja Watersi arvates *afektiivsed faktorid*:

1) erialane keel ja selle õppematerjalid tunduvad õppijale olulised ja

2) tutvus erialaste tekstidega aitab ületada hirmu nendega tegelemise eest päris-elus, ehtsates situatsioonides.

(Hutchinson & Waters, 1987, lk 166; Tammelo, 2008)

Kui üldkeele õppimisel on üldisem või kaugem eesmärk, siis „erialakeele õppimisel teab õppija täpselt, milleks tal seda vaja läheb" (Hutchinson & Waters, 1987, lk 6, 161). Samad autorid on rõhutanud, et erialakeele õpetamist tuleb vaadelda kui niisugust lähenemist keele õpetamisele, kus „kõik otsused õpetatava aine sisu ja õpetamise metoodika osas rajanevad kaalutlusel, mille pärast õppija õpib" (Hutchinson & Waters, 1987, lk 19).

Henry Widdowson (1983) arutleb, et „erialase inglise keele puhul tähendab sõna *eesmärk* keele praktilist kasutust, et saavutada tööalaseid või akadeemilisi sihte (…) olles võimalikult täpselt kindlaks teinud selle, mis otstarbeks õppijad keelt vajavad, saab kavandada kursuse, mis vastaks sellele otstarbele" (lk 6). Kui üldkeele puhul on oluline edendada õppija keeleoskust keele kasutamiseks täpselt määratlemata tulevikusündmuste puhul, siis erialane inglise keel pöörab põhitähelepanu olukordadele, kus omandatud keeleteadmisi hakatakse kasutama, ja neile viidatakse kui „sihtsituatsioonidele".

Rääkides erialase inglise keele kursusest, on teoreetik Strevens (1988, Gatehouse 2001 j) määratlenud selle neli põhilist tunnust, mille järgi erialase inglise keele õpetamine on

1) kavandatud selleks, et rahuldada õppija teatud keelevajadusi,
2) seotud temaatiliselt vastava õpitava eriala või tööalaga,
3) valiv, mitte üldine, kui räägime keelelisest aspektist,
4) piirdub keele mõnede osaoskuste arendamisega (para 16).

Teoreetikud Dudley-Evans ja St John (1998, viidatud Gatehouse 2001 j) on toonud välja kolm muutumatut absoluutset põhitunnust, mis on Strevensi poolt nimetatud tunnuste konkreetsem edasiarendus. Nimelt on erialakursus

1) mõeldud rahuldama õppijate spetsiifilist keelevajadust,
2) kasutab vastavale erialale omast metoodikat ja iseloomulikke tegevusi,
3) keskendub neile tegevustele kohase grammatika, leksika, stiili, õpioskuste, diskursuse ja źanrite õpetamisele (para 19).

Näeme, et kui Strevensi tunnused lähtuvad keelest, siis Dudley-Evans ja St Johns ei räägi erialakeele tunnuste kirjelduses niivõrd keelelisest küljest kui metoodikast. Samas, kui süveneda väitesse, et erialakeele kursus kasutab vastavale erialale omast metoodikat, võib selles ka kahelda. Teiseks on Dudley-Evansi ja St Johni (1998, viidatud Gatehouse 2001 j) arvates erialakeele kursusel ka muutuvad ehk mitteabsoluutsed karakteristikud, nimelt:

1) erialakursus võib olla koostatud teatud konkreetse eriala või ainedistsipliini jaoks,
2) erialakursus võib kasutada teatud spetsiifilistes õpetamise tingimustes üldkeeleõpetusest erinevat metoodikat,
3) erialakursus on tavaliselt mõeldud täiskasvanud õppijale kas kõrgharidusasutuses või erialases töösituatsioonis kasutamiseks,
4) erialakursus on üldjuhul kavandatud kesktasemel või kõrgtasemel keeleõppijale, enamus erialakursusi eeldavad mõningal määral õppijapoolset keelesüsteemi põhireeglite tundmist, kuid erandlikult saab kasutada ka algajatega.

(Gatehouse, 2001, para 20).

Märkimisväärne on see, et erialakursusest rääkides näevad need autorid õppijana eelkõige täiskasvanud õppijat ja nad räägivad vajalikust üldkeeletasemest enne kursust. Tõenäoliselt suur osa erialakursuste õpetajatest nõustub, et erialakeelekursuse tulemuslikuks läbimiseks on vaja, et õppijal oleks kesk- või sellest kõrgem keeleoskuse tase, sest üldiselt nõrga üldkeeleoskustasemega pole võimalik korralikult ka erialaselt suhelda. Muidugi paraneb erialakeele õppimisega seoses ka üldkeele oskuse tase.

Kui mõned varasemad teoreetikud väidavad, et erialakeeleõppest saame rääkida kui üldkeeleõppe vastandist, siis Dudley-Evans ja St John (1998) leiavad, et erialakeelekursus ja üldkeelekursus pole vastanduvad, pigem saab öelda, et need kaks nähtust on omavahel tihedalt seotud.

Pauline Robinson toob omakorda välja erialale suunatud keeleõppe kaks põhitunnust. Esimeseks tunnuseks on eesmärgistatus. Õppijad õpivad keelt mitte „huvist inglise keele vastu vaid selle pärast, et nad vajavad seda tööks või õpinguteks" (1991, lk 2-3). See annab olulise suuna keelekursuse teemade ja/või tegevuste valikuks. Robinsoni arvates on teiseks tunnuseks see, et erialase inglise keele kursus põhineb vajaduste analüüsil. Keeleõppe seisukohast tuleks võimalikult täpselt kindlaks teha, mida erialase keele õppijad peavad seoses erialaste õpingute või tööga inglise keeles tegema. Sarnaselt eelpool toodud autorite arvamusele rõhutab ka Robinson, et erialakeele õppijad on tavaliselt täiskasvanud ja et enamus kursusi viiakse läbi kõrgkoolides või töökohtadel. Ta lisab, et tavaliselt on erialakeele õppimiseks „üsna täpselt kindlaks määratud ajaperiood" (lk 3), mis tähendab, et õppe-eesmärkide määratlemine ja nende eesmärkide elluviimine on seotud selle konkreetse ajaga. See eeldab erialaspetsialistide, kursuse organisaatorite, õpetajate ja õppurite tihedat koostööd.

Samuti arutleb Robinson (1991), et erialale suunatud kursus võib sisaldada erialaspetsiifilise sõnavara ja sisu õpetamist, mis on tavaline praktika erialalt homogeensete keelerühmade puhul. Praktikud kindlasti nõustuvad Robinsoni arvamusega, et kui rühm on heterogeenne, tuleks õppijad suunata väga erialaspetsiifilise sõnavaraõpetuse asemel pigem õppijate erialadega seotud tegevuste juurde. Robinsoni arvamus on, et „me peaksime lähtuma vajadusanalüüsist ja sellest, mis on institutsionaalselt jõukohane" (lk 4).

Lektor Eve Raeste (2009) on erialakeeleõppest rääkides rõhutanud, et erialakeele puhul on õppesisu integreeritud erialaainetega. Õppijast rääkides leiab ta, et „oskuskeele õpetamine eeldab õppija baasoskuste ja tunnetuslike oskuste oluliselt kõrgemat taset" (lk 6).

Kõige olulisem tundub olevat see, et kursus oleks kavandatud teatud kindlaid õppijaid silmas pidades. Erinevalt Dudley-Evansist ja St Johnsist ja paljudest teistest autoritest ja erialakeele õpetajatest leiab Robinson, et „erialale suunatud võõrkeelt saab õpetada ka algajatele“ (1991, lk 22-23). Samuti leiab ta, et erialase inglise keele õpetajad ei peaks pühenduma mitte niivõrd „erialase inglise keele õpetamisele kuivõrd lähtuma kindlalt piiritletud inimeste grupist, kellele nad inglise keelt õpetavad“ (1991, lk 5).

Erialakeele metoodikud Kristi Saarso ja Elle Sõrmus rõhutavad 2008. aastal ilmunud „Erialakeelte õpetamise käsiraamatus“, et erialakeele õpetamisel on vaja „arvestada õppijate keelelist, kommunikatiivset, kultuurilist, sotsiaalset ja diskursuse kompetentsi“ (2008a, lk 8). Näeme, et kuna Saarso ja Sõrmus keskenduvad eriti kutsealasele ja ametialasele keeleõppele, räägivad nad õppijate kutsealasest kompetentsist, mis hõlmab „teadmist kutsealase õpetuse sisust, oskust selles orienteeruda ja vastaval alal keeleliselt toime tulla“ (ibid). Nad ütlevad ka , et „selleks, et teadmistest oskamiseni jõuda, on tarvis keelega süstemaatiliselt tegeleda./…/ See pole aga võimalik, ilma et õppija iseseisvaks õppijaks kujuneks “ (ibid). Iseseivsa õppija kujundamisel on muidugi suur osa juhendaval õpetajal.

Kokkuvõtteks võib öelda, et erialakeeleõpe on tihedalt seotud üldkeeleõppega, rahuldab õppija keelevajadusi seoses eriala või tööalaga ja on seega keeleliselt valiv ja sageli mõne osaoskuse arendamisega seotud. Näeme, et kõikidele teoreetikutele on ühine seisukoht, et erialakeeleõpetus on eesmärgistatud ja lähtub õppija vajaduste analüüsist.

1.5. Vajadusanalüüs

1.5.1. Õppija vajadustega arvestamine. Erialale suunatud keeleõppe üks kõige olulisemaid põhimõtteid on see, et kursus ehitatakse üles vajadusanalüüsist lähtudes. Õppijate vajadusi analüüsides saavad õpetajad informatsiooni situatsioonide kohta, milles õppijad hakkavad pärast keelekursuse läbimist keelt kasutama, kellega seda keelt kasutatakse ja milline on nõutav keeleoskuse miinimumtase. Vajadusanalüüsi põhimõte on tulnud keeleõppesse erialakeeleõppe kaudu.

Seoses John Munby raamatu “Communicative Syllabus Design” ilmumisega 1978. aastal tõusis õppija vajaduste analüüs eriti olulisele kohale. Munby rõhutas, et erialakeele õpetajad peaksid kindlaks tegema õppija keelekasutuse sihteesmärgiga ehk sihtsituatsiooniga seotud vajadused (ingl *target needs),* st kus ja kuidas õppija hakkab keelt kasutama. Siiski oli Munby vajadusanalüüs piiratud, sest see ei võtnud arvesse erinevaid seisukohti, see tähendab õppija, õpetaja, tööandja või sponsori vajadusi. See ei räägi ka õppija soovidest ja keelelistest vajakajäämistest, samuti mitte õpivajadustest (ingl *learning needs*), mis tähendab seda, mida õppija peab tegema, et edukalt õppida.

Tänapäeval on vajadusanalüüs õppekava ja ainekava arendamise lahutamatu osa, seda eriti erialakeele õpetamise puhul. Vajadusanalüüsi mõistet ja olemust seoses erialakeeleõppega on uurinud paljud autorid. Nunan defineerib seda kui "tehnikaid ja protseduure informatsiooni kogumiseks, mida kasutatakse ainekava koostamisel" (1988, lk 13). Näeme, et Nunan rõhutab definitsioonis informatsiooni kogumise protsessi. Richards ja Schmidt (2002) on rõhutanud vajaduste keelelist poolt, tuues välja, et informatsiooni on vaja saada õppija keeleliste vajaduste kohta teatud situatsioonides. Samad autorid arvavad, et samuti on vaja teada seda, milleks on keelt vaja, kellega suheldes on keelt vaja ja milline on õppija keeleoskuse tase, ja ka seda, mida selleks kõigeks on vaja saavutada, et keelt hästi kasutada, formuleerides definitsiooni:

> "Keeleliste vajaduste analüüs on protsess, millega määratakse kindlaks õppija või õppijate grupi keelelised vajadused ja nende vajaduste järjestus prioriteetidele vastavalt" (lk 353).

Richards ja Schmidt (2002) kirjutavad ka, et paljudel keeleõppijatel on küllalt hea ettekujutus, milleks neil õpitavat erialakeelt vaja läheb ja seda teadmist vajaduste kohta tuleks kursuste koostajatel arvestada ja õppeülesannete või õppeotstarbeliste materjalide kavandamisel kasutada (ibid).

Nagu eelpool mainitud, on erialakeeleõppes oluline mitte niivõrd "vajaduse *olemasolu,* vaid pigem selle vajaduse *teadvustamine*" (Hutchinson & Waters, 1987, lk 53) ja selle määratlemine, miks õppijad vajavad inglise keelt, on primaarne. Sekundaarne, sellest tulenev, on õppesisu (meditsiin, turism vms).

Keelelisi vajadusi saab vaadelda kui sihtsituatsioonivajaduste, õppija keeleliste vajakajäämiste ja õppija keeleliste ootuste summat. Analüüs algab situatsioonide analüüsist, milles õppija funktsioneerima hakkab. Keelelised vajadused (*language needs*) jagatakse omakorda erialasteks ja üldisteks keelelisteks vajadusteks ja nad on seotud sihtsituatsiooniga.

Tuleb rõhutada, et teoreetikud on õppija vajaduste analüüsist rääkides erinevatel seisukohtadel ja kasutavad termineid erinevates tähendustes. Järgnevas arutelus on lähtutud põhiliselt Hutchinsoni ja Watersi (1987) vajadusanalüüsi mudelist ja terminitest.

1.5.2. Sihtsituatsiooni analüüs. Richards ja Schmidt (2002) kirjutavad, et „Sihtsituatsiooni kommunikatiivsete ja keeleliste vajaduste analüüsimine on vajadusanalüüsi oluline osa“ (lk 539). Sihtsituatsiooni analüüs selgitab keele kohta välja kolm asja: 1) sihtvajaduse, st mida õppija peab tulevikus töö- või õpisituatsioonis keeleliselt teha oskama, 2) õppija keelealased vajakajäämised ja 3) õppija ootused õpitava suhtes. Sihtsituatsiooni analüüsi esimene küsimus on: ”Mida peab õppija võõrkeeles sihtsituatsioonis ehk (töö)ülesandeid täites tegema?”

Sihtvajadus (ingl *necessity*) on see, mida õppija peab teadma või oskama, et efektiivselt sihtsituatsioonis/tööülesannetes funktsioneerida, näiteks peab ta suutma ärikirjadest aru saada, akadeemilisi esitlusi teha või patsienti küsitleda. See tähendab ka, et õppija peab oskama keelt, teatud funktsioone, struktuure, leksikat jms, mis selles situatsioonis vajalikud on. Widdowson (1980) on väitnud, et “teatud elukutsete ja akadeemiliste distsipliinide puhul eelistavad inimesed teatud kindlaid sõnu ja struktuure” (lk 209). Erialale omaste sõnade teadmine ja oskus neid kasutada on ülimalt oluline, sest nende mitteteadmine ei laseks mõnede elukutsete puhul efektiivselt tegutseda. Samas ei saa piirduda ka vaid sõnade ja struktuuridega. Õpetaja peaks õppija vajadusi analüüsides panema end õppija rolli, uurima kirjandust, jälgima ja analüüsima olukordi, milles õppijal keelt vaja läheb. Selles analüüsis saab õpetajat abistada vastava valdkonna spetsialist. Kui oleme kindlaks teinud selle, mida õppijad juba oskavad, saame kindlaks teha, milles neil oskustes vajaka jääb.

Hutchinsoni ja Watersi (1987) järgi hõlmab vajakajäämiste (ingl *lacks)* analüüs kõike, mida õppijad peavad teadma, et korralikult sihtsituatsioonis funktsioneerida, aga mida nad veel ei oska. Hutchinson ja Waters (1987) on väitnud, et “see erinevus ongi õppija vajakajäämine” (lk 56). Näiteks võib meditsiiniüliõpilasel olla vaja osata patsienti küsitleda või matemaatikaüliõpilasel välislektori loengust aru saada. Mida neile on vaja õpetada, kas sõnavara, küsimuste moodustamist või muud, sõltub sellest, kui hästi nad nimetatud situatsioonides vajadusel toime tuleksid. Vajakajäämiste analüüs on oluline läbi viia kahepoolselt, nii õpetaja- kui õppijapoolselt. Kui õppija saab realistlikult oma vajakajäämistest aru, mõjub see talle motiveerivalt ja ta püüab õppida seda, mida veel ei oska. Mõnikord selguvad vajakajäämised ka õpetamise ja õppimise käigus.

Kolmas keeleliste vajaduste analüüsi osa on õppija ootuste väljaselgitamine. Ootused (ingl *wants, wishes*) on see, mida õppija teab, et ta keeleliselt sihtsituatsioonis vajab või arvab, et ta teab, et vajab. Õppijapoolsed ootused on subjektiivsed, sest igal õppijal on oma subjektiivsed keelelised vajadused ja soovid. Neid ei tohi ignoreerida, sest ootused on õppeprotsessis motivatsiooni seisukohast väga olulised. Informatsiooni ootuste suhtes jagab õppija ise, sest Hutchinsonile ja Watersile (1987) toetudes "…vajadus ei eksisteeri konkreetsest inimesest sõltumatult … ja inimesel on andmed iseenda ja teda ümbritseva keskkonna kohta" (lk 56). Õppija ootused võivad olla realistlikud või idealistlikud. Kui õppija soovid on realistlikud ja kooskõlas õpetaja ning teiste huvipoolte nägemusega, on õpitulemus parim.

Muidugi võivad objektiivse vajaduse ja subjektiivsete ootuste vahel olla vastuolud ja vastuolu lahendamise viisid sõltuvad konkreetsest olukorrast. Ebarealistlikud ootused võivad tekkida liiga suurtest ootustest kursusele, aga võttes arvesse, et erialakeele kursused on tavaliselt suhteliselt lühikesed, ei suuda õpetaja kindlasti õppijaid "kõige vajalikuga varustada" või õppijatele "kõike ära õpetada". Õpetaja ülesandeks on õppijatele kursuse sisu selgitamine ja õppematerjalide pakkumine, aga samuti ka õppijate realistlike ootuste kujundamine.

Sihtsituatsiooni analüüsi saab sihtgrupis läbi viia testide, intervjuude ja kirjalike küsitlustega, mis võivad oma sisult, vormilt ja mahult väga erinevad olla. Õppija ja ta keelevajaduste kohta peaks tingimata küsima järgmisi küsimusi:

1. Kas keelt on vaja tööks, õppimiseks, nendeks mõlemaks või muuks otstarbeks?
2. Kas keelt on vaja rääkimiseks, lugemiseks, kirjutamiseks või kõikideks osaoskusteks?
3. Kas sihtsituatsioon on ametlik või mitteametlik?

4. Kas sihtkeskkonnas on inglise keelt emakeelena rääkijad või mitte?
5. Kas keelt hakatakse kasutama samaaegselt keelekursusega või pärast kursuse lõppu?

(Hutchinson & Waters, 1987, lk 59; Päi, 2004, lk 59).

Olles vastuseid analüüsinud, peab õpetaja otsustama, kuivõrd ta nõustub õppijate arvamustega, samuti tuleks vajadusel ja võimalusel läbi rääkida keeleõppijate tööandjatega või akadeemilise institutsiooni esindajatega ja nende arvamusega arvestada.

1.5.3. Õpisituatsiooni analüüs. Oluline pole ainult keeleline pool, mida uurib sihtsituatsiooni analüüs. Tähtis on ka seda analüüsida, kuidas õpetaja saaks parimal viisil õppijale vajalikud oskused anda. Selle analüüsimiseks pakuvad Hutchinson ja Waters (1987, lk 62-63) välja küsimused, mis on sihtsituatsiooni analüüsi küsimustega veidi sarnased. Kokkuvõtlikult on küsimustik Hutchinsonile ja Watersile toetudes järgmine:

1. Kes on õppijad? (vanus, sugu, rahvus, keeletase, huvid, suhtumine inglise keelde)
2. Miks nad on kursusele tulnud? (kursus on kohustuslik või vabatahtlik, mis kasu nad loodavad saada, mida nad loodavad, et kursusel tehakse)
3. Kuidas õppijad õpivad/ Mida saaks õpiprotsessi edendamiseks teha? (õppijate õpitaust, missugused meetodid neile meeldiks/ei meeldiks)
4. Missugused ressursid on õpetamiseks olemas? (õpetajad, nende teadmised ja suhtumine, õppematerjalid, abimaterjalid)
5. Kus ja millal tunnid toimuvad? (kui sageli, millises õpikeskkonnas, kas keelevajadusega samaaegselt või ennetavalt)

Õpivajaduste analüüs on seotud õppijate õppimisega. Kursuse algul küsib õpetaja kaks küsimust: 1) Mida mu õppijad peavad tegema, et nad sihtsituatsioonis keeleliselt hästi funktsioneeriksid? 2) Kuidas selle eesmärgini jõuda? Seega näeme, et oluline on õppeprotsessile orienteeritud lähenemine, mille kohta Widdowson (1980) ütleb: "…kursuse keeleline õpisisu valitakse mitte seetõttu, et see oleks tulevases töös representatiivne, vaid selle pärast, et see tõenäolistelt aktiveerib kursuse jooksul sobivad strateegiad õppimiseks" (lk 212). Keelekursuse üks oluline eesmärk on õigete õpistrateegiate omandamine, mis teeks õppijal võimalikuks kursusel omandatu põhjal uusi teadmisi sünteesida ja autonoomseks õppijaks areneda.

Pauline Robinson (1991) rõhutab, et kui vajadusanalüüs pööras varem tähelepanu vaid sihtsituatsiooni analüüsile või kursuse lõppeesmärgile, siis tänapäeval on tavaline, et võetakse arvesse õppija õpivajadusi.

Vajadusanalüüüsi koostamine, läbiviimine ja analüüsimine on keerukas protsess, milles tuleks arvestada sihtsituatsiooniga (praeguste või tulevaste tööülesannetega) ja õpisituatsiooniga, see tähendab, et peame arvestama nii õppetöö kaugemat eesmärki, st sellise keeletaseme saavutamist, mis võimaldab raskusteta inglise keeles tööülesandeid täita kui ka õpisituatsiooni/õpiprotsessi, mis kindlustaks eesmärgi saavutamise. Hutchinson ja Waters (1987) rõhutavad, et erialakeele õpetaja peaks kindlustama, et vajadusanalüüs oleks mitte ainult õppijakeskne vaid just õpikeskne (ingl *learning-centered*) ja seega ka seda, et kogu keeleõppeprotsess oleks õppimisele keskendunud.

1.6. Erialakeelekursuse ülesehituse põhimõtted

Erialakeele kursuste kavandamisele on mitmeid lähenemisi. Hutchinson ja Waters (1987) määratlevad kolme kursuste põhitüüpi, milleks on:

1) keelekeskne,
2) oskustekeskne ja
3) õpikeskne.

Hutchinsonile ja Watersile (1987) toetudes on alljärgnevalt toodud ka nende kolme lähenemise kirjeldused.

Keelekeskne on lihtsaim ja erialase inglise keele kursuse puhul sage lähenemisviis. Lähtudes sihtsituatsiooni analüüsist ja luues seosed keeleteooriatega, määratakse kindlaks sihtsitatsiooni keelelised tunnused, luuakse ainekava, muretsetakse vastavad õppematerjalid ja määratakse kindlaks materjali omandamise kontrollimise protseduurid. See lähenemine on traditsiooniline, läbi aastate vähe muutuv ja staatiline. See ei võta arvesse õpiprotsessi. Samas võib keeleõppes selle läbi ka häid tulemusi saavutada.

Oskustekeskne lähenemine on kasutusel mitmetes maades. Selle puhul on põhiline teoreetiline hüpotees, et iga keelelise käitumise taga on teatud oskused ja strateegiad, mida õppija kasutab, et luua diskursust või sellest aru saada. Oskustekeskne kursus esitab oma õpieesmärgid nii teostuse kui kompetentsi seisukohalt. Nii keelekeskne kui oskustekeskne lähenemine on tulemusele orienteeritud.

Kolmas lähenemine on paindlik ja õpikeskne, milles nähakse õppimist mitte ainult kui vaimset protsessi, vaid kui läbirääkimisi inimeste ja ühiskonna vahel, mis on suunatud õppimise maksimaalsele tõhustamisele ja sellele, kuidas õppija õpib. Sellise lähenemise puhul arvestatakse õppijat igal etapil. Põhimõte on, et kursuse kavandamine on läbirääkimiste tulemus ja dünaamiline protsess, kus võetakse arvesse õppija vajadusi, keele- ja õpiteooriaid, määratakse kindlaks õppija ootused, suhtumised, samuti oskused ja teadmised, mida on vaja sihtsituatsioonis funktsioneerimiseks, koostatakse ainekava ja materjalid ja hinnatakse kogu protsessi, tehes vajalikke parandusi. Protsessile orienteeritud ainekava on küll paindlik, aga tekib küsimus, kas selline paindlikkus on alati teostatav.

Õppekava ja ainekava arenduses räägime mitmetest etappidest. Näiteks Richards (2001) eristab järgmisi etappe: vajaduste analüüs/ õpisituatsiooni analüüs, õpiväljundite määratlemine, kursuse kavandamine, õpimaterjalide valimine ja koostamine, õppetöö läbiviimine ja hindamine (lk 41). Richards rõhutab, et see ei ole lineaarne, vaid interaktiivne süsteem ja et muutus ühes süsteemi osas mõjutab kogu süsteemi (ibid). Nunan (1988) esitab Richardsiga sarnase lähenemise. Richardsi ja Nunani kursuste koostamise mudelid olid esimene katse üldpedagoogilisi lähenemisi võõrkeeleõppe ainekavale üle kanda ja “see näitas, et rakenduslingvistid hakkasid tunnistama vajadust asetada keeleõpe laiemasse hariduskonteksti” (lk 17).

Hutchinson ja Waters (1987) on andnud kursuse kavandamise kohta sellise definitsiooni: “Kursuse kavandamine on protsess, mis hõlmab olemasolevat teoreetilist ja empiirilist informatsiooni, et koostada ainekava, valida, adapteerida või kirjutada ainekavale vastavaid materjale, valida õppematerjalide õpetamiseks sobiv metoodika ja määrata evalvatsiooniprotseduurid eesmärkide saavutamise kontrollimiseks.” (lk 65).

Tuleb rõhutada, et mõnikord ei tea ka õppija täpselt, milleks tal keelt tulevikus vaja läheb, sest ta ei tea, milline on tema erialane tegevus tulevikus. See kehtib eriti kõrgkoolide esimese aasta üliõpilaste kohta. Samuti ei pruugi õpetajal kursuse alguses olla õppijate kohta vajalikku informatsiooni. Sel juhul jääb esialgne kursuse kavandamise roll õpetaja õlule, kes peab olema ettenägelik ja tegema koostööd erialaspetsialistidega. Mõnikord, võttes arvesse õppijatepoolseid ootusi ja vajadusi, teeb õpetaja keelekursuse jooksul muudatusi.

2. Erialakeele õppematerjalid

2.1. Erialakeele õppematerjalide tähtsus ja olulised tunnused

Hutchinson ja Waters (1987), Saarsoo ja Sõrmus (2008a) ja Metsa (2007) arutlevad, milleks keeleõppematerjale üldse vaja on ja mis küsimusi tuleks enne materjalide koostamist endalt küsida. Allpool toome nendele autoritele toetudes kokkuvõtlikult ära põhjused, milleks on õppematerjale vaja. Keeleõppematerjale on vaja:

1. Õppijate motiveerimiseks. Selleks peavad materjalid olema eakohased, huvitavad, ja vastama õppija keeletasemele.
2. Õppeprotsesside struktureerimiseks, tegelemiseks erinevate teemadega.
3. Keele olemusest ja selle omandamisest arusaamiseks.
4. Keelemudeliks, mis võimaldab aru saada õpitava keele ja kultuuri kontekstist.
5. Õpetajate koolitamiseks, sest iga õppematerjal sisaldab uusi meetodeid ja võtteid.

Veidi üllatav on loetelust viimane punkt, millele võib lisada, et õppematerjale on tõesti vaja õpetajate koolitamiseks, aga teisalt on kindlasti paljude praktikute arvamus, et õpetajale on õppematerjale vaja eelkõige õpetaja töö hõlbustamiseks.

Nagu eelpool arutlustes on kirjeldatud, on õppematerjalide koostamine ja valimine erialakeele õpetaja töö üks osa. Õppematerjali koostamisel tuleb lähtuda eesmärkidest, siis koostada ainekava ja sellele vastavalt valida või koostada õppematerjal.

Vastust nõudvad küsimused, mida õpetaja peaks endalt kui koostajalt küsima enne õppematerjalidega töö alustamist, on Saarso ja Sõrmuse (2008a) arvates järgmised:

1. Mida õpilased juba oskavad? Millised on õppijate kogemused sel teemal?
2. Millist sõnavara/grammatikat esitada?
3. Kuidas esitada sõnavara/ grammatikat?
4. Mis tüüpi ülesandeid anda?
5. Kuidas esitada tööjuhendid?
6. Kas materjal on jõukohane?

7. Kas materjali saab või on vaja integreerida teiste õppeainetega?
8. Kuidas materjali liigendada?
9. Kuidas illustreerida teksti ja ülesandeid?
10. Kuidas materjal paigutada/kujundada?
11. Kas on vaja arvestada ainekavaga? Kas on vaja eksamiks valmistuda?

Samad autorid väidavad, et „materjalide puhul, millega õppija saab töötada, on arvestatud sisulist ja keelelist poolt ja nende põhjal on koostatud ülesanded, milles õppija saab kasutada õpitud materjali sisu ja keelt uues olukorras“ (Saarso ja Sõrmus, 2008a, lk 24).

2.2. Materjalide valimise ja koostamise põhimõtted

Moore (1977, lk 49; Robinson 1991, lk 61 j) pakub välja kuus kriteeriumit, millest tuleks võõrkeeleõppe materjalide valimisel ja koostamisel lähtuda. Mõelda tuleks järgmistele õpieesmärgiga, õppematerjalide sisuga, huvitavusega, autentsusega ja raskusastmega seotud küsimustele:

- Kas õpieesmärk on selgelt püstitatud? (eesmärk)
- Kas seda tüüpi ülesanne/õppematerjal viib efektiivselt eesmärgi saavutamisele?
  (materjali, ülesande tüüp)
- Kas õppematerjali poolt pakutavate uute keelendite ja õppijale pakutavate ülesannete vaheline suhe on tasakaalus? Kas instruktsioonid on õppijale arusaadavad? (sisu)
- Kas materjal on õppijale huvitav? (huvi)
- Kas materjal on õppijale tähenduslik? Väljakutset esitav? (autentsus)
- Kas materjalis on segavalt raskeid kohti? (raskusaste)

Õppematerjali koostamine sõltub kursuse eesmärkidest, mis peavad olema selged ja realistlikud, materjalid peavad olema nii õppijale kui õpetajale jõukohased ja julgustavad. Jõukohane ei tohi samas olla liiga lihtne, sest õppematerjal peab siiski uut väljakutset pakkuma. Jõukohasuse printsiipi rõhutavad mitmed teoreetikud. Näiteks Chaplen (s.a., lk 3) arutleb, et õppematerjalide koostajad ei tohiks liiga ambitsioonikad olla ja peaksid tagama materjalide sobivuse pigem keskmise, mitte kõige edasijõudnuma ja andekama õppijaga arvestades. Sellele vaidlevad paljud autorid ja praktikud vastu, väites, et keskmise õppijaga arvestamine pole siiski kellegi huvides ja et pigem peaks arvestama siiski edasijõudnuma õppijaga.

Õppematerjali valimisel ja koostamisel on väga oluline see, kuivõrd asjakohane ja oluline on materjal õppija jaoks. Professor Krull (2000) kirjutab, et õppija peab õpitavat väärtustama. Ta käsitleb saavutusmotivatsiooni „eduootuse ja väärtuse korrutisena“ ja väidab õpitavast ja õppijast rääkides, et „ülesandel peab olema tema jaoks mõte või väärtus“ (lk 443).

Keeleõppematerjalides on oluline teksti ja ülesannete vaheline sidusus. Sidususe üheks kriteeriumiks õppeühikus on õppematerjali taasesinemine ühest ülesandest teise liikumisel (Hutchinson & Waters, 1980). Niisiis peaks esitatud õppematerjal või ülesanne looma võimalused materjali esitamiseks ja harjutamiseks teisel kujul järgmises ülesandes või ülesannetes.

Huumori olulisusest õppetöös ja õppematerjalides on kirjutanud mitmed autorid. Üliõpilased on uuringute vastustena kirjutanud, et huumor alandab pinget õppija ja õpetaja vahel, parandab grupis töötamise võimet ja tõstab motivatsiooni (Hativa 2000). Huumori kasutamine mõjub psühholoogiliselt, sotsiaalselt ja kognitiivselt positiivselt.

Õppematerjali hinnates on vaja silmas pidada mitmeid aspekte. Urve Läänemets on toonud neist välja kolm kõige olulisemat:

- sisu põhjendatus (vastavus ainekava nõuetele),
- jõukohasus (eakohasus, arusaadavus) ja
- materjali esitus (metoodika ja tehniline teostus) (Läänemets, 2000, lk 17-31).

Õppematerjali hindamise kriteeriumid saame jagada objektiivseteks ja subjektiivseteks. Objektiivsed on üldnõuded (riiklikutele) õppekavadele vastavususe kohta ja subjektiivsed on isiklik meeldivus või mittemeeldivus või õppijate eripära.

Professor Antidea Metsa (2007) on oma kirjutistes kasutanud tabavat mõistet „elujõuline õpik“ (lk 5). Allpool on toodud valikuline ülevaade Metsa (2007) kirjeldatud elujõulise õpiku põhitunnustest. Ära on toodud tunnused, mis sobivad kirjeldama ka elujõulist erialakeele õpikut.

1. Õpiku järgi korraldatud keeleõpe on tulemuslik ja õppija üldist õpitegevust motiveeriv.
2. Õppija tunnetab, et õpik on koostatud just temale.

3. Õppija ammutab õpikust teadmisi ja omandab selle toel oskusi tänaste ja tulevaste sotsiaalsete rollide täitmiseks.
4. Õpik pakub eduelamusi (st on jõukohane).
5. Õpik pakub teavet erinevate huvide realiseerimiseks ja oma andelaadi realiseerimiseks (lingvistiline, loogilis-matemaatiline, loodusteaduslik vm).
6. Õpik rahuldab õpilase tunnetuslikke (õppeainete lõimumine, uus info), kommunikatiivseid (suund suhtlusoskuse kujundamisele, loovusele) ja emotsionaalseid ootusi (laulud, huumor jms).
7. Õpik pakub väljakutseid ka õpetajale (metoodika).
8. Õpiku alusel korraldatud õpitegevus väärtustab õppija loovust ja omainitsiatiivi.

Õppematerjalile esitatav peamine nõue peaks olema vastavus õppimisvajadusele ja õpetamisvajadusele. Ka Swales (1988) kinnitab seda oma kirjutistes.

2.3. Õppematerjalidega ja nende koostamisega seotud küsimused

Erialakeele õpetajad ja teoreetikud leiavad end tihti õppematerjalidega ja nende koostamisega seotud küsimusi esitamas. See tuleneb sellest, et erialakeeleõppes puuduvad pikaajalised traditsioonid ja seega puuduvad ka ühtsed arvamused ja teooriad.

Esimene küsimus on, kas erialakeele õpetaja saab olla ka õppematerjalide koostaja. Õppijate vajadusi arvestavate materjalide koostamine pole lihtne. Hutchinson ja Waters vastavad sellele küsimusele nii: „On see vale või õige, aga materjalide koostamine on paljude erialakeeleõpetajate eluline vajadus ja sage praktika“ (1987, lk 107). Paljud õpetajad on leidnud, et töö õppematerjalidega on huvitav, informeeriv ja hariv, kuid samas väga aeganõudev. Ka jäävad seda tööd jälitama küsimused kvaliteedi või otstarbekuse osas.

Sageli on õpetajad väga kriitilised nii õppematerjalide valikul kui koostamisel. Erialakeele praktiku Gatehouse’i (2001) arvamus õppematerjalide allikate kohta on allpool lühidalt kokku võetud. Ta arvab, et õpetajatel on väga vähe aega ja nad ei tohiks olla nii kriitilised selle üle otsustamisel, mis sobib erialakeele materjaliks ja mis mitte, sest tema arvates on igas tekstis oma väärtus. Kuna erialakeeleõpe on lähenemisviis ja mitte aine, mida tuleb õpetada, leiab ta, et õpetajatel tuleb vältimatult õppematerjale jupphaaval kokku koguda, mõned neist on laenatud, mõned spetsiaalselt koostatud. Ta leiab, et kursuse õppematerjalide allikad võivad olla järgmised:

a. autentsed materjalid,
b. inglise keele kui teise keele õppematerjalid,
c. erialakeele õppematerjalid ja
d. õpetaja loodud materjalid (para 54).

Kõik oleneb, milleks me teksti kasutame, st mida õpetaja tahab teksti abil õpetada. Samuti oleneb valik sihtgrupi vajadustest. Hutchinson ja Waters (1987) annavad edasi Alleni ja Widdowsoni arvamuse, et kui algtekst on pikk ja keeruline, siis võib kohandatud tekst sobivam olla. Nad pooldavad mõnel juhul kohandatud või spetsiaalselt õppeotstarbeks kirjutatud teksti, et „hoiduda liigsest süntaktilisest keerukusest" (lk 160). Samuti on Hutchinson ja Waters rõhutanud, et kui õpetaja ei ole võimeline sügavalt erialasest tekstist aru saama, siis sellist teksti ei tohiks õppeotstarbeks valida (ibid). Õpetaja kompetentsusel on õpetamise ja õppimise protsessis oluline osa ja seetõttu peab see mõjutama ka sellist aspekti nagu erialaste tekstide valik. Samad autorid on öelnud, et kuna paljud erialakeele õpetajad on ka õppematerjalide loojad, saavad nad õnneks mõjutada ka ainekava ülesehitust ja õppetekstide valikut vastavalt oma kompetentsusele.

Tihti tuleb keeleõppetekste kohandada, eriti sage on autentse teksti õppeotstarbeks kohandamine seda lühendades või seletavaid märkusi lisades, sest väga pika ja raske õppeteksti lugemine võib õppijale üle jõu käia. Pikema autentse teksti läbitöötamise ülesanne on otstarbekas õppijale iseseisvaks pikema ettevalmistusajaga koduseks tööks anda.

2.4. Tekst ja sõnavara õppematerjalides

2.4.1. Tekstist. Teksti (nii suulise kui kirjaliku) all mõistetakse mingil kindlal eesmärgil kasutatud keelt (Nuttall, 1996, lk 24; Peterson, 2003, lk 10). Hennoste (1998) eristab kuut liiki tekste: ilukirjanduslikke tekste, teadustekste, publitsistlikke tekste, tarbetekste, graafilisi tekste ja elektroonilisi tekste (lk 13). Tekstide lugemisel eristame kolme stiililaadi: ilukirjanduslik, publitsistlik ja teadusstiil (Peterson, 2003). Et erialakeele tekstile on tüüpiline teadusstiil, siis kirjeldame seda stiili Hennoste (1996, lk 42) ja Petersoni (2003, lk 12) järgi. Teadusstiili eesmärgiks on edastada teadusala andmeid ja kujutusobjektiks on intellektuaalne eluvaldkond. Sõnavaras kasutatakse teadusterminoloogiat ja järjekindlust toonitavaid sõnu (*esiteks, järelikult* jt). Tekst on maksimaalse loogilise ülesehitusega, see liigendatakse lõikudeks ja lähtutakse käsitletavast ainestikust. Kasutusalaks on teaduskirjandus.

Peterson kirjutab (2003), et keeleõppes on põhiliselt kaks lähenemist tekstile: traditsioonilises keeleõppes on eesmärgiks teksti täielik mõistmine, aga kommunikatiivses keeleõppes tekstist vajaliku sõnumi otsimine. Õppetekstiks tuleks valida selline tekst, mis aitaks õppijal toetuda oma kogemustele ja teadmistele ning aitaks omandada uut. Sisuliselt tuleks hinnata, kas tekst pakub konkreetsetele keeleõppijatele huvi, kas tekstis on tuttavaid elemente ja kas teksti on võimalik mingiks kindlaks eesmärgiks kasutada (Kärtner, 2000; Peterson, 2003).

Erialakeeleõppeks sobiva teksti valik sõltub mitmetest teksti iseloomustavatest tunnustest. Mitmed autorid (Nuttall, 1996; Kostabi, 1992 jt) arvavad, et teksti valikul tuleks lähtuda teksti autentsusest, konteksti toetusest, teksti pikkusest, sisust ja keele keerukusest. Erialaseks keeleõppeks sobiva teksti valikukriteeriumiteks on Saarso ja Sõrmuse (2008a) arvates**:**

1) tuttavate elementide esinemine, mis lubavad selle siduda isikliku kogemusega,
2) teksti sidusus, organiseeritus,
3) teksti huvitavus ja informatiivsus,
4) teksti vastavus õppija kõnevajadustele,
5) teksti jõukohasus (keeleline, sisuline),
6) teksti pikkus,
7) teksti autentsus,
8) õpitavate vormide ja leksikaal-grammatiliste struktuuride esindatus tekstis.

Ka Hutchinson ja Waters (1987, lk 108) nimetavad omapoolselt mitmeid olulisi erialatekstide valikuga seotud kriteerime. Nende arvates on tekst/sisend õppematerjaliks sobiv, kui tekstis on:

1) õppijale uusi keelendeid,
2) korrektseid keelekasutuse mudeleid,
3) ainet tekstist lähtuvateks ülesanneteks ja tegevusteks,
4) teemasid kommunikatiivsuse arendamiseks,
5) võimalusi kasutada informatsiooni töötlemise oskusi ja
6) võimalusi toetuda juba olemasolevatele teadmistele, neid aktiveerida ja kasutada.

Õppija motiveerimiseks on vaja valida sobiva raskusastmega tekstid. Professor J. Mikk (2003) ja Peterson (2003) on kirjutanud teksti jõukohasusest, raskusest ja keerukusest. Nad on arutlenud, et teksti jõukohasus sõltub teksti keerukusest ja sellest, kui arusaadav see õppijale on. Teksti raskus on pinge, mis tekib õpilasel teksti mõistmisel, teksti keerukus aga on teksti omadus tekitada selle teksti mõistmisel või omandamisel pinget. Mitmed autorid (Nuttall, 1996; Hennoste, 1998; Peterson, 2003 jt) on kirjeldanud asjaolusid, mis teevad teksti raskesti loetavaks. Need on: teksti keel on erinev, aines on võõras, keeleline keerukus konkreetse õppija jaoks, lugeja sõnavara on piiratud, kontekst on võõras, laused on liiga pikad, teksti funktsioon ehk lugemise eesmärk pole lugejale selge. Jaan Mikk (2003) on rõhutanud, et teksti raskus sõltub teksti keerukusest ja õpilase võimekusest. Raskemaks või kergemaks muudab teksti sinna juurde käiv ülesanne. Ka Jänese (2006) kirjutab sellest oma töös.

Teksti sisu peab olema õppijate vanusegrupile huvitav ja kohane, õppijal peaksid olema teema kohta taustteadmised, tekst ei tohi olla liiga pikk, samuti mitte liiga keerukas, laused ei tohiks olla liiga pikad, ja teksti kasutamise eesmärk peab keele õppijale selge olema.

Et tekst ei oleks õppijale liiga raske või liiga pikk lugeda, tuleb seda mõnikord kohandada õppetöös kasutamiseks sobivaks. Autentsusest rääkides on oluline kaaluda, kas teksti autentsus säilib, kui see tekst on õppetöös kasutamiseks kohandatud. Teiseks õppematerjalidega seotud küsimuseks on, kas erialane õppetekst peab olema autentne. Terminit *autentne* defineerivad teoreetikud erinevalt. Autentsete materjalide all mõistetakse tavaliselt „ …võetud sihtsituatsioonist ja pole seetõttu algselt koostatud keeleõppes kasutamiseks“ (Hutchinson & Waters, 1987, lk 159). Kuid see pole nende autorite arvates õige autentsuse määratlus, sest „ ….tekst saab olla tõeliselt autentne kontekstis, mille jaoks see kirjutati. Kuna erialakeeleõppeks rebitakse tekst nagunii algsest kontekstist välja, polegi olemas sellist asja nagu autentne erialakeeleõppe tekst“ (ibid). Pigem tuleks kasutada mõistet „õppeotstarbeks sobiv“. Saarso ja Sõrmuse (2008a) definitsioon õpiotstarbelisest tekstist on järgmine: „Õpiotstarbelist teksti iseloomustab leksikaalne, grammatiline, stiililine lisamine ja piiramine. Tekst on üles ehitatud loomuliku keele alusel, kuid keeletasandite vaheline tavapärane vahekord on kaotatud“ (lk 27).

Richards ja Schmidt defineerivad autentsust kui „määra, kuivõrd õppematerjalidel on loomulikku kõnet või kirjutist iseloomustavad tunnused …näiteks ajalehtede või ajakirjade tekstid, raadio või televisioonisaadete lindistused" (2002, lk 42). Need autorid märgivad, et „tihti eelistatakse neid ka klassis kasutada, kuna nad illustreerivad autentset keelekasutust" (ibid). Paljud teoreetikud, näiteks Saarso ja Sõrmus (2008a), pooldavad autentse teksti õppeotstarbelist kasutamist, sest see on kogum loomulikust keelekasutusest. Autentse tekstiga puutub õppija kokku ka igapäevaelus.

Saarso ja Sõrmuse (2008a) järgi on adapteerimine ehk kohandamine tekstide tähenduslik ümbertöötamine ja lihtsustamine. Teksti kohandamiseks on mitmeid võimalusi. Tuuakse sisse sagedasemaid sõnu ja jäetakse välja keerulisemaid grammatilisi struktuure eesmärgiga muuta tekst õppija keeletasemele sobivaks, samuti muudetakse originaalteksti mahtu ja töödeldakse tekste keeleliselt. Autentse teksti lihtsustamise võimalusi on mitmeid. Nendest peamised on Saarso ja Sõrmuse järgi (2008a) :

- teksti keeleline lihtsustamine,
- teksti lühendamine,
- teksti üldine lihtsustamine (st lihtsamas keeles ümberkirjutamine, paljude teadlaste arvates ei ole see tekst enam autentne),
- tekstisiseste selgitavate korduste kasutamine ehk elaboreerimine,
- teksti hõlbustamine fotode, tabelite, vahepealkirjadega,
- selgituste ja tõlgete lisamine (lehekülje alla, teksti kõrvale või lõppu), mis annab sõnadele täpse tähenduse ja juhib tähelepanu raskematele kohtadele.

Teksti lihtsustamisest rääkides on rõhutatud, et kui õpilastele ei anta autentseid tekste, "siis tuleb neile esitada tekste, millel on autentsete tekstidega samad omadused" (Peterson, 2003, lk 17).

Hennoste rõhutab seda, et teksti saab mõista ainult kontekstis (Hennoste, 1998) ja Peterson (2003) kirjutab, et mida rohkem on inimene lugenud, seda sügavamalt suudab ta loetud teksti mõista. Nuttall (1996) selgitab, et joonistused ja diagrammid rõhutavad teksti autentsust ja aitavad teksti mõista ja meelde jätta.

2.4.2. Sõnavarast. Erialakeele kursustel on sõnavara õpetamisel oluline osa. Bowen ja Marks (1999) on öelnud, et erialase terminoloogia (oskussõnavara) õpetamine on erialase keelekursuse äärmiselt tähtis komponent, kuivõrd “sõnad on ju keele alus ja seega ka kommunikatsiooni alus” (lk 106). Oskussõnade puhul on oluline teada nende täpset tähendust ja tõlkimisel täpset vastet teises keeles. Et sõna on ühik tekstist, siis saab sõnavara õpetamine toimuda tekstipõhiselt. Sõnavara rikastamine arendab mõtlemist ja parandab tekstide mõistmist. Samuti on tugev seos sõnavara rikkuse ja kõnelemisoskuse vahel.

Erialakeele õppimisel eristame 4 tüüpi sõnavara:

1) grammatiline (ingl *structural*) - näiteks *only, it*
2) üldine (ingl *general*) - *girl, boy*
3) ka tavakõnelejale tuntud erialasõnavara (ingl *subtechnical*) - *motor, engine*
4) süvaerialasõnavara (ingl *technical*) - *electrophoresis*

(Saarso & Sõrmus, 2008a, lk 62; Hutchinson & Waters 1987, lk 145; Tammelo, 2008, lk 14).

Sõnade valik sõltub sellest, mida õppijad juba oskavad, ja mis on neile üldkeeleoskuse ja erialase keeleoskuse seisukohast vajalik. (Saarso & Sõrmus, 2008a). Valikukriteeriumiteks on sõnu siduv teema, sõna aktuaalsus ning kuulumine aktiivsesse sõnavarasse. Siinjuures tuleb rõhutada, et tarvilik aktiivne sõnavara võib olla erinevatel õppijatel erinev. Näiteks erialaspetsialistile vajalikku aktiivsesse sõnavarasse kuuluvad sõnad ei kuulu kindlasti kõikidele keeleõppijatele vajalikku valikusse. Erialaselt on erialaspetsialistile vajalik sageli esinev erialane terminoloogia ja erialased keeleväljendid. Tuleb ka mõelda, millises situatsioonis on see sõnavara hiljem kasutatav.

Nation ja Waring (1997) märgivad, et pole võimalik öelda, kui palju sõnu üldse kokku on. Näiteks Websteri sõnaraamat (3. väljaanne) sisaldab umbes 54 000 sõnapesa. Nende autorite arvates ei ole võõrkeelt teise keelena rääkijal seda kõike võimalik (ega vajalikki) ära õppida, sest ega ka inglise keelt emakeelena kõnelejad ei tea kõiki neid sõnu. Nation ja Waring väidavad, et kui teatakse 1000 sõna, siis katab see tekstist juba 72%, kui teatakse 5 000 sõna, siis see katab juba 88,7% tekstist, ja kui teatakse 15 850, siis katab see 97,8% tekstist (Nation & Waring, 1997, lk 6-17). Oluline on omandada 2000-2500 tavakõnelejate poolt kasutatavat sõna.

Siit edasi algab sõnavara õppimises diferentseerumine. Neil, kes omandavad kõrgharidust, tuleb tegeleda akadeemilise sõnavaraga ja selleks soovitavad Xue ja

Nation (1984) õppida *University Word Listi* (*UWL*) kuuluvaid sõnu. See on ülikooli kontekstis sageli kasutatavate sõnade nimekiri, kus on 836 sellist sõna, mida kasutatakse paljude teadusdistsipliinide poolt (näiteks sõnad *indicate, identify, negative*) või *Academic Word Listi (AWL*) sõnu , kus on 570 sõnapesa ehk umbes 3000 sõna (Xue & Nation, 1984; Nation & Waring, 1997). Sõnavara omandamise järgmine etapp on seotud erialase süvasõnavaraga.

Sõnade esitamise printsiibid keeleõppes on Saarso ja Sõrmuse (2008a) põhjal järgmised:

1) süsteemsus sõnade rühmitamisel,
2) liikumine eriala üldisemalt oskussõnavaralt kitsamate valdkondade sõnavara juurde,
3) sõnade asemel tuleks eelistada keelelisi ühendeid ja terviklikke struktuure, sest üksiksõnad raiskavad lühiajalise mälu mahtu, me omandame kõige paremini sisuliselt seotud sõnaühendeid,
4) tuleks luua struktuur õppimiseks ahelate või toimingute kaudu, seda saab aga luua enda jaoks kõige paremini õppija ise.

Sõnavaraõpetusest rääkides on oluline tuua välja viisid, kuidas sõnavara omandatakse. Sõnavara omandatakse retseptiivsete osaoskuste – lugemise ja kuulamise ja produktiivsete osaoskuste - kõnelemise ja kirjutamise arendamise kaudu ja sõnatuletusega tegelemise kaudu (vt ka Tammelo, 2008). Sageli pühendutakse erialakursusel ainult mõne või isegi ainult ühe osaoskuse arendamisele. Tammelo (2008) kirjutab ka, et sõnatuletuses on oluline pöörata tähelepanu:

- prefiksite, sufiksite ja sõnatüvede eristamisele
- verbist nimisõna, omadussõna ja määrsõna tuletamisele
- liitsõnade moodustamisele
- sünonüümide ja antonüümide leidmisele.

Sama autori arvates omandatakse sõnavara õigete sõnavara õppimise tehnikate kaudu, milleks on:

- internetisõnastike ja sõnaraamatute kasutamine
- tähenduste leidmine kontekstis
- meeldejätmine assotsiatsioonide ja kollokatsioonide abil (Tammelo, 2008).

Sõnavaraga tuleks pidevalt tegeleda, sest suur hulk vastuvõetud teabest ununeb kiiresti. Näiteks kuu aja möödudes on ununenud "80% kuuldud teabest, millega pole süvendatult tegeldud" (Saarso & Sõrmus, 2008a, lk 64). Väga raske on meelde jätta üksikut sõna ilma tähendustervikut loomata (ibid).

Robert Kleinschroth (2000) kirjutab, et üksikud sõnad ununevad peaaegu sama kiiresti kui seosetud silbid, sest "neil on mitmetel põhjustel lingvistiliselt ja psühholoogiliselt nõrk tähendus" (lk 48). Kleinschroth kirjutab, et seetõttu on vaja sõnu piisavalt kinnistada, õppida sõnu kontekstis ja mitmekanaliliselt, liigendada ja luua seoseid. Aju ei koorma süstematiseerimine, joonistamine, mõtteskeemid ja emotsionaalsed, loomingulised tegevused. Kleinschroth (2000) rõhutab samuti, et peame oma lühiajalise mälu mahtu säästma ja "moodustama üksiksõnadest väljendeid, lauseid või struktuure, sest nii suurendame nende sisulist tähendust ja meeldejäävust" (lk 49). Sama autor kirjutab, et loogiliselt liigendatud ja kategoriseeritud materjal on õppijatel "ka 30 päeva hiljem pea 100% ulatuses meeles" (lk 51). Järelikult on vaja õppijal luua struktuur ja õpetajal on vaja õppijat selle struktuuri loomisel õppematerjaliga ja õpetamisega abistada. Kleinschroth annab õppijatele nõu, et sõnade õppimisel peaks tööle panema mõlemad ajupoolkerad. Kirjutatud sõnade optilise nägemise teel (st lugemisega) jätab õppija meelde umbes 30% õpitust ja tegevuses on vasak ajupoolkera. Püsivam on aga ka paremat ajupoolkera kaasav piltliku nägemisega õpitu, sest piltide meenutamismehhanism toimib kiiremini ja on püsivam. Kui konkreetseid pilte pole antud, tuleks need visualiseerida. Oluline on ka efektiivne kordamine, seda tuleb teha vähehaaval ja liigendatult.

Saarso (2000) ja Kärtner (2000) on kirjutanud, et sõnavara tuleks õpetada kontekstis, ja et see eeldab õppija autonoomiat. Õppija peaks lähtuma oma kogemustest ja looma seoseid uue ja varem õpitu vahel. See soovitus on väga oluline ka erialase võõrkeeleõppe puhul. Enne kui sõna tähendus sõnaraamatust järgi vaadata, tuleks õpetajal paluda õppijatel sõna tähendusi aimata lasta. Kärtner pakub kasulikke töövõtteid sõnavara kontekstis õpetamiseks. Lisaks kollokatsioonide õpetamisele, seoste loomise vajalikkusele ja tähenduse aimamisele kontekstis soovitab ta ka lünkharjutuste täitmist kas täiendtestina (tavaliselt on iga kuues sõna kustutatud) või C-testina (alates teisest lausest on igal teisel sõnal pool kustutatud.

Siiski tuleb rõhutada, et erialase keeleõppe puhul tuleb konteksti järgi aimamine kõne alla esimeses teemasse sissejuhatavas etapis. Erialase keele puhul jääb aimamisest väheks ja peab teadma sõnade täpset tähendust. Saarso ja Sõrmus (2008a) kirjutavad, et siin saab appi tulla oskussõnastike kasutamine ja erialaspetsialistide abi.

2.5. Erialakeele õpetaja rollid

Erialakeele õpetajal on tavaliselt palju üheaegseid rolle. Lisaks ajakohasest metoodikast lähtuva keeleõppe tagamisele on õpetaja ülesanneteks tegeleda vajadusanalüüsiga, aineprogrammide ja õppemetoodiliste vahendite koostamisega, keeleõppealastel konverentsidel esinemisega ja osalemisega ning keeleoskustaseme testimisega. Kõik see eeldab lisaks õpetaja rollis olemisele ka uurija ja õppija rollis olemist. Erialase inglise keele õpetaja rollide paljususe tõttu on John Swales (1985) väitnud, et ta eelistab mõiste *erialakeele õpetaja* asemel kasutada terminit *erialakeele praktik*. Ka Gatehouse, Robinson, Dudley-Evans ja St John kasutavad oma töödes seda terminit.

Gatehouse (2001), Anthony (1997b) ja Robinson (1991, lk 79-97) on arutlenud erialakeele praktiku rollide üle, rääkides ka Dudley Evansi ja St Johni määratletud nn erialakeele praktiku viiest rollist. Need rollid on järgmised:

1) õpetaja,
2) ainekursuste koostaja ja õppematerjalidega varustaja,
3) koostööpartner,
4) uurija-teadustöötaja ja
5) hinnangu andja (Gatehouse, 2001, lk 1).

Erialakeele õpetajal on kahlemata palju rolle, aga põhiline roll on siiski õpetamine, millega kaasneb ainekursuste koostamine ja töö õppematerjalidega. Ülaltoodud rollide loetellu võib lisada õppeprotsessis osaleja ja juhendaja rolli. Nagu eelpool mainitud, on erialakeele õpetaja alati ka õppija rollis, sest õpetaja töö eeldab pidevalt uute teadmiste omandamist, mis aja jooksul muutub sisemiseks vajaduseks eluaegselt uurida ja õppida. Rääkides elukestvast õppimisest, tuleks rääkida ka reflektsioonist, mis on õpetaja töös väga oluline.

Erialakeele õpetaja on erinev üldkeele õpetajast, kuna tal on vaja olla paljudes erinevates rollides ja erialakeele õpetaja ei ole tavaliselt saanud spetsiaalset väljaõpet.

See teeb töö raskeks ja esitab tõsiseid väljakutseid.

TÜ keelekeskuse lektor Eve Raeste rääkis 2009. a novembris TÜ keelekeskuses toimunud konverentsil „Erialakeele ja üldkeele vahekord“ esitatud ettekandes uue ajaga kaasnevast uuest arengukeskkonnast, kus õppija on *arengutingimuste* looja ja õpetaja on õppijat väärtustav *arengukeskkonna* looja. „Õpetaja on uuriv, analüüsiv ja õpikeskkonda haldav lüli. Ta on õppimisvõimalusi modelleeriv ja avav“ (2009, lk 6).

Küsimused, mida tihti erialakeeleõpetajate hulgas arutatakse, on seotud sellega, milline peaks erialakeele õpetaja olema ja kes peaks erialakeele õpetajana töötama. Kas see peaks olema

1) erialaspetsialist või erialakeele õpetaja?
2) teadlane või erialakeele õpetaja?
3) inglise keelt emakeelena rääkija või inglise keelt võõrkeelena õppinud õpetaja?
4) vaid keele valdaja või kvalifitseeritud õpetaja?

Need küsimused on keelekeskustes ja keeltekoolides ikka päevakorral olnud. Just selle teemaderingiga seotud huvitava arutluse algatas Dresdeni Tehnikaülikooli professor Bernd Voss 2004. aastal Bratislavas toimunud ülikoolide keelekeskuste konverentsil „University Language Centres: Broadening Horizons, Expanding Networks“, millest ka käesoleva magistritöö autor osa võttis. Professor Voss (2005) räägib moodsast filoloogiast ja keeleõpetajatest läbi ajaloo, kirjeldades ka Euroopa ülikoolide keelekeskuste arengut ja tööd, mis sai hoogu just 1970ndatel aastatel ja on muutunud aja jooksul üha professionaalsemaks. 1970ndatel aastatel oli keelekeskustes tööl väga erineva taustaga õpetajaid. Ta rõhutab, et igal juhul on õpetaja professionaalne kvalifikatsioon ja kogemus muutunud üha tähtsamaks ja küsimus pole enam selles, kas õpetaja on võõrkeelt emakeelena rääkija või mitte emakeelena rääkija.

Esimese eelpool nimetatud küsimuse puhul on asi selles, kas tulemuslikum on erialaspetsialisti õpetatud terminoloogia või keeleõpetaja poolt seletatud ja juhendatud õppimine. Keeleõpetajal on tihti hirm filoloogiast kaugele jääva temaatika ja sisu suhtes. See seostub ka küsimusega, kuivõrd peab erialakeele õpetaja õpetatavast sisuliselt aru saama. Vastus on, et mingil määral peab õpetaja muidugi erialaga tuttav olema ja erialast huvituma. Hutchinson ja Waters (1987) on kirjutanud, et õpetaja ülesandeks on edastada õppijale tuttavat informatsiooni uudsel viisil, et edendada teemakohast kommunikatiivsust, mis keskenduks „keele kasutamisele, et *midagi* *keelega teha*, mitte ainult pakkuda *kommentaare keele kohta*“ (Swales, 1988, lk 184). Õpetaja ei peaks uut ainet kartma, vaid seostama koolist saadud teadmistega, õppima juurde ja lootma oma intelligentsusele. Samuti saab sisuliste teadmiste osas tavaliselt õppijate peale loota. Saarso ja Sõrmus avaldasid TÜ keelekeskuses 2008. aastal toimunud erialakeeleõpetajate täiendusseminaril arvamust, et „erialakeele õpetaja ei pea olema *eriala* õpetaja, ta ei pea teadma, kuidas mingi masin töötab, pigem peab ta olema kui ainest huvitatud õpilane, kes peab oskama nimetatud masina kohta üha uusi ja uusi küsimusi esitada“ (2008b). Saarso ja Sõrmusega saab ainult osaliselt nõustuda. Ülaltoodud väide võib küll ametikooli erialakursuse puhul tõsi olla, aga ülikooli erialakeele õpetajad vaidleksid sellele kindlasti vastu. Üliõpilased ootavad erialakeele õpetajalt ka erialaseid teadmisi. Et mitte piinlikku olukorda jääda, on õpetajal vaja palju iseseisvalt õppida, kolleegidega koostööd teha, koos üliõpilastega õppida ja vahel erialaspetsialistidelt nõu küsida.

Higgins (1967) rõhutab erialaspetsialistide-teadlaste ja keeleõpetajate koostöö vajadust. Ta on arvamusel, et teadlane ei oska uusi sõnu õigesti õpetada, kuna neid tuleks esitada kontekstis ja siis tuleks neid ka harjutada, mitte ainult defineerida, ja erialateadlasel pole selleks aega ja tal puudub keele õpetamiseks õige väljaõpe. Inglise keele õpetajal on väljaõpe ja vastutus aitamaks õppijaid end õigesti väljendada.

Higgins (1967) avaldab ka arvamust, et kvaliteedi tagamiseks on oluline, et erialakeelt õpetaks professionaalse väljaõppe saanud kvalifitseeritud keeleõpetaja. Mõnikord talitavad õppeasutused valesti, kui nad võtavad erialast keelt õpetama õpetatavat võõrkeelt emakeelena rääkija, kel pole ei filoloogilist ega pedagoogilist haridust. Ainult õpetatava eriala tundmine või keele valdamine ei taga erialakeele õpetamisel edu. Tavaline tähelepanek on, et parim erialakeele õpetaja on hea keelealase ja pedagoogilise hariduse saanud võõrkeelt mitte emakeelena rääkiv õpetaja, kel on huvi või suur huvi eriala vastu, millele on suunatud nende õpetatav keelekursus. Mõnikord tuleb erialakeele õpetajal tööd andva institutsiooni juhtkonna soovidele vastu tulla ja hakata täiesti uut kursust kavandama ja õpetama. Võttes enda kanda vajalikke tööülesandeid, näitab õpetaja oma arenguvõimelisust. Huvi eriala vastu võib tekkida ka erialakeele õpetamise käigus. Kui aga erialakeele õpetajal on suur vastumeelsus eriala suhtes, mille keelt ta õpetab, tuleks kaaluda sellest tööst või konkreetse kursuse läbiviimisest loobumist.

Kas sobivad erialakeele õpikud on tõesti olemas? See on küsimus, mille tõstatavad mitmed teoreetikud, näiteks Gatehouse (2001) ja Jones (1990). Kuigi viimastel aastatel on kirjastused erialase inglise keele õpikuid rohkem välja andnud, eriti palju just äri- ja majandusalaseid keeleõpikuid, leiab õpetaja end tihti raskest olukorrast. Põhjuseks võib olla, et vajalikku erialakeele õpikut polegi välja antud, see pole kättesaadav, on väga kallis, õppijatele liiga kerge või raske sisult või keeletasemelt.

Jones (1990) väidab, et „erialakeele õpetajad leiavad end olukorrast, kus neilt loodetakse kiiret kursuse koostamist, mis vastaks täpselt grupi õppijate vajadustele, aga neilt oodatakse tulemust olematu või väga vähese ettevalmistusajaga" (lk 91).

Materjalide koostamine on erialakeeleõppe praktika üks kõige olulisemaid tunnuseid. Paljude pikaajalise töökogemusega praktikute arvates on tõsi, et materjalide valikule, koostamisele ja vormistamisele ning metoodika valimisele kulub suurem osa erialakeeleõpetaja tööajast. Selle mõtte leiame ka Hutchinsoni ja Watersi poolt esitatuna, kes väidavad, et „ palju õpetaja aega võtab materjalide koostamine" (1987, lk 106). Kui üldkeele õpetajad koostavad õppematerjale suhteliselt vähe, peavad erialakeele õpetajad sellega pidevalt tegelema. Chaplen soovitab rakendada meeskonnatööd, sest temal kulub vähemalt kümme tundi, et valmistada ette ühe tunni ulatuses õppematejale, ja ta väidab, et filmi arutelul põhineva nelja tunni läbiviimiseks kulub tal vähemalt 45 tundi ettevalmistavat tööd. (Chaplen, s.a.). Meeskonnatöö on mõeldav muidugi eriti siis, kui üht kursust õpetab mitu õppejõudu. Kui õpetaja on õppeasutuses ainuke kursuse läbiviija, jääb vastutus õppematerjalide eest ikkagi põhiliselt tema õlule.

Professor Antidea Metsa (2007) kirjutab, et üheks õpetaja oluliseks rolliks on olla siduvaks lüliks õppijate ja õppematerjali vahel. Ta väidab, et õpetaja peaks olema läbinägelik, entusiastlik ja huvitatud, koostöö- ja suhtlemisaldis, teadlik oma nõrkadest külgedest ja ta peaks ära kasutama oma temperamenditüübi positiivseid omadusi (lk 4-5). Tuleb lisada, et kõrgkooli keeleõpetaja puhul on väga oluline nii erialane kompetentsus kui suhtlemisoskus.

Erialakeelekursustel on õppijateks tavaliselt täiskasvanud või noored täiskasvanud, väga sageli üliõpilased, seetõttu on huvipakkuvad üliõpilaste arvamused heast õpetajast. Ühes uurimuses, mida kirjeldab Nira Hativa (2000) Tel Avivi Ülikoolist selgus, et üliõpilased eelistavad hea suhtlusoskusega õpetajat, kes on selge jutuga, huvitav, loenguid hästi ette valmistav ja edukalt tööd organiseeriv. Teisele kohale paigutasid nad sellist tüüpi õpetaja, kes julgustab otsima, loob toetava õpikeskkonna, õpetab õppureid efektiivselt töötama ja aitab neil õpitavasse ainesse süveneda. Üliõpilased seostasid neid õpetaja isikuomadusi hea õpetamisega ja õppurite õpiedukusega (lk 66-67).

Kuna erialakeeleõpe seostub Eestis põhiliselt kõrgkoolidega, on huvitav ja asjakohane Allan Kähriku haridusfilosoofiline mõtisklus õppejõu rollist. Kährik (2006) kirjutab, et õppejõu kohustus on olla hermeneut. Õppeprotsessis on kolm osalist: mineviku akumuleerunud tarkus (raamatutarkus, pärimus), oleviku seoseid loov tarkus (õppejõud) ja tulevikutarkuse potentsiaal (üliõpilane), ja et õppeprotsessis tekivad vastastikuselt rikastavad sillad. Kährik arutleb: „Õppejõu rolli tähtsustamine niisuguse hermeneutilise protsessi initsiaatori ja soodustajana toob lisaväärtusena esile õppejõukesksuse aspekti ülikooliõppes, olles seega vajalikuks vastukaaluks üliõppe üliõpilaskesksust rõhutavale retoorikale“ (lk 186).

3. Erialakeelte õpetamine Tartu Ülikooli keelekeskuses

3.1. TÜ keelekeskusest üldiselt

Keelekeskus õpetab keeli üldainena TÜ kõikide teaduskondade üliõpilastele. Tartu Ülikooli keelekeskuse tegevuse kaudu tagab ülikool teadlaste ja spetsialistide konkurentsivõime Eesti, Euroopa või ülemaailmsel tööturul. Et olla konkurentsivõimeline, on vaja nii üldkeele kui erialakeele oskust. Keeletunnid on üks osa ülikooli õppekavast ja nende eesmärgiks on kompetentse keelekasutaja ja iseseisva mõtleja ning looja kujundamine. Samuti on eesmärgiks anda õppijale valmidus ja oskused elukestvaks õppimiseks.

Keelekeskus on keeleõppeteaduskeskus, kus on välja töötatud võõrkeelte üldainena õpetamise strateegia ja ühtlustatud erialakeelte õpetamise praktilis-metoodilised ja teoreetilised alused. Keelekeskuses on välja arenenud koolkond keeleõppe õpetajaid ja metoodikuid.

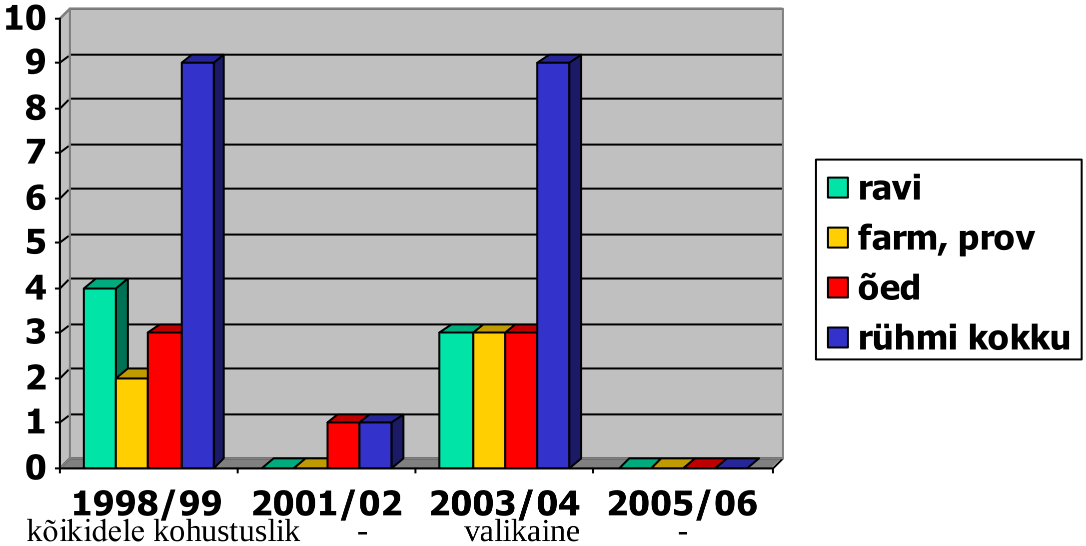
Keelekeskus erineb keelefirmast, sest keelekeskus õpetab eeskätt eriala- ja teaduskeelt, mida üldjuhul ei õpetata keelefirmades ega üldhariduskoolides, kusjuures erialakeelte õpetamine toimub koostöös vastava eriala spetsialistidega.

3.2. Muutunud erialane keeleõpe

Erialakeeli on Tartu Ülikoolis õpetatud juba 1960ndatest aastatest peale. Siis õpetati erialakeeli inglise keele ja saksa keele õppetoolide õpetajate poolt. 1972. aastal loodi võõrkeele kateeder, mis 1991. aastast hakkas kandma keelekeskuse nime. Läbi aastate on suur rõhk olnud õppijate vajaduste arvestamisel ja erialase terminoloogia õpetamisel-õppimisel. Siiski on selle aja jooksul toimunud mitmeid suuri muutusi.

Esiteks on muutunud õpikeskkond, õppijate vajadused ja õpetamise metoodika. Kui enne Eesti Vabariigi taasiseseisvumist piisas passiivsest keeleoskusest, mida oli vaja vaid erialase kirjanduse lugemiseks ja informatsiooni hankimiseks, siis viimastel aastakümnetel on muutunud elu- ja õpikeskkonna tõttu muutunud ka õppija vajadused. Enne taasiseseisvumist õpetati Eesti ülikoolides erialakeelt peamiselt ainult lähtuvalt grammatika-tõlke metoodikast. Õpikutes olid üliõpilastele tõlkimiseks erialatekstid, millele järgnesid grammatika reeglid ja grammatika harjutused. Alates 1991.aastast on olukord muutunud. Vaba turumajanduse tingimustes hakati kõrghariduse tsükleid nägema kui "üliõpilaste ettevalmistust tööjõuturule ning kui jätkuvat pädevuste arendamist ja aktiivse kodaniku kujundamist" (Valk, 2006, lk 78-79). Erialakeele õpetamist hakati vaatlema praktilise väljundi seisukohast. Keel on muutunud vaba suhtlemise vahendiks ja keeleõppe metoodika on muutunud oluliselt kommunikatiivsemaks. Pedagoogiline lähenemine pole enam õpetajakeskne, vaid õppija- ja õppimiskeskne, sellest ka muutused õppekavades ja õppematerjalides.

Teiseks on toimunud muutused seoses üleminekuga uutele õppekavadele. 1999. aastal alanud Bologna protsessi mõtteks on luua Euroopas ühtne, võrreldav ja konkurentsivõimeline haridusruum. Seoses üleminekuga 3+2 õppekavadele on võõrkeelte maht ja kohustuslike, valik- ja vabaainete vahekord õppekavades muutunud. Kui 2000. aastani oli erialase keele kursus peaaegu kõikides teaduskondades suures mahus kohustuslik, siis 2001. õppeaastal muutus võõrkeel õppekavades olematuks või maht muutus oluliselt väiksemaks. Seda illustreerib arstiteaduskonna inglise keele kursuse tellimus keelekeskusele õppeaastatel 1998/99 – 2005/06 (joonis 1). Samalt jooniselt näeme, et õppeaastal 2003/04, kui arstiteaduskonna üliõpilastel oli võimalik erialast inglise keelt õppida valikainena, oli üliõpilaste huvi samuti väga suur. Teisalt võib öelda, et kui teaduskonnad ei esitanud keelekeskusele erialse inglise keele kursuste tellimusi, hakkasid üliõpilased õppima rohkem üldkeelt, mida õppekava võimaldas õppida valik- või vabaainena.



Joonis 1. TÜ arstiteaduskonna erialase inglise keele kursuste tellimused (rühmade arv) keelekeskusele õppeaastatel 1998/99 – 2005/06 (Jufkin, 2009, lk 4).

Alates õppeaastast 2005/06 on olukord jälle muutunud. Keelekeskus on välja töötanud uusi erialakeele kursusi ja teaduskonnad on neid ka suuremas mahus keelekeskuselt tellinud. 2006/2007. õppeaasta sügissemestril toimus 32 ja 2007/2008. õppeaasta sügissemestril 40 erialakeele kursust. Järgmisel õppeaastal tõusis keelekeskuse erialakeele kursuste arv märgatavalt - 2008/2009. õppeaasta sügissemestril toimus juba 59 ja 2009/2010. õppeaasta sügissemestril 53 erialakeele kursust (vt tabel 1).

Tabel 1. Keelekursuste ja nendel osalevate üliõpilaste arv TÜ keelekeskuses 2008/09 ja 2009/10 õppeaastal. Allikas: TÜ keelekeskuse siseinfo.

	2008/09 sügis	2008/09 kevad	2009/10 sügis	2009/10 kevad
Kursuste arv				
erialakeel	59	41	53	43
üldkeel	100	94	113	105
veebikursus	4	5	11	4
Üliõpilaste arv				*
erialakeel	1544	895	1274	
üldkeel	1778	1542	2476	
veebikursus	57	75	167	

Märkus. * 2009/10 õppeaasta kevadsemestri kohta andmed praegu puuduvad.

Enamus üliõpilasi õpib keelt valikainena või vabaainena. Keelekeskuse poolt pakutavate kursuste arvu ja osalevate üliõpilaste arvu suurenemine näitab, et üliõpilased peavad erialakeele omandamist oluliseks. Kindlasti tuleb nõustuda autoritega, kes on kirjutanud, et „ainuke kõige tähtsam positiivne hinnang keelekursusele on see, et vaatamata suurele õppekoormusele kohutuslikes ainetes tulevad üliõpilased jätkuvalt valikaine kursusele.“ (Hall, Hawkey, Kenny & Storer, 1986, lk 158). Tuleb lisada, et kui üliõpilaste huvi keeleõppe vastu on suur, sõltub keelekursuste toimumine mõnikord ka sellest, kui palju rühmi suudab keelekeskus õpetada.

Kolmandaks on seoses vähenenud ainemahtudega oluline lühema aja jooksul õpetada tõhusamalt ja suurendada õppija autonoomsust. Seda võimaldab näiteks e-õppe kasutamine e-kursustena või kombineeritud õppena. Võrreldes 2008/09 õppeaasta sügissemestriga tõusis keelekeskuse veebipõhiste kursuste arv 2009/10 õppeaasta sügissemestril 6 võrra ja veebikursustel õppijate arv 110 üliõpilase võrra (vt tabel 1).

On toimunud ka üleminek Euroopa ainepunktisüsteemi, mis on õppijakeskne süsteem, baseerudes üliõpilase töömahul, mis on vajalik saavutamaks õppekava eesmärke. See süsteem rõhutab töömahu kõrval õppekava eesmärke, mis on täpsustatud saavutatavates õpiväljundites, mille nimel tööd tehakse, ja saavutatud õpiväljundite hindamises. „Seega eeldab ka Euroopa ainepunktisüsteemi kasutamine õpiväljundite kirjeldamist, seda nii aine, mooduli kui õppekava tasandil“ (Valk, 2006, lk 83). Mõiste „õpiväljundid“ (ingl *learning outcomes*) tuli esimest korda kasutusele 2003. aastal seoses Bologna protsessiga, kui tähelepanu keskmesse tõusis õppekvaliteedi tagamine. Õpiväljundid ja õpieesmärgi täpne määratlus, mis on erialakeeleõppele omane, on tihedas seoses.

Oluline keelekeskuse töös on viimastel aastatel toimunud üleminek Euroopa keeleoskustasemete süsteemi, kus lähtutakse kolmest tasemest : a) algeline keelekasutus (*Basic User*) - A; b) iseseisev keelekasutus (*Independent User*) - B; c) vaba keelekasutus (*Proficient User*) - C. Need kolm laia taset jagunevad igaüks omakorda kaheks kitsamaks tasemeks: Al, A2, Bl, B2, Cl, C2, mida saab vajadusel veelgi kitsamateks tasemeteks jagada, nt Al.l, Al .2, A2.1, A2.2 jne. (Euroopa keeleõppe raamdokument …, 2007; Võõrkeelte õpe Eestis, s.a.). TÜ keelekeskus kirjeldab kõiki kursusi lähtuvalt EN keeleoskustasemetest. Õppijad saavad oma keeleoskustaset hinnata tasemekirjelduste järgi või läbida tasemetesti enne kursuse valimist. Erialakursusetele saavad end registreerida üliõpilased, kes on Euroopa keeleõppe raamdokumendi: õppimine, õpetamine ja hindamine (ingl *Common European Framework of Reference for Languages: learning, teaching and assessment*, lühendatult *CEFR 2001*) järgi vähemalt tasemel B, mis on iseseisva keelekasutuse tase (ingl *Independent User).*

3.3. Meeskonnatöö ja koolitused

TÜ keelekeskuses tegutsevad aktiivselt mitmed õppejõudude töörühmad. Tegevus töörühmades seob eri lektoraatide õppejõude.

Erialakeelte töörühma tegevussuunad on :

1) ülevaated erialakeel[t]e kasutusvaldkondadest, nende seisundi uuringutest (valdkondade laienemisest, ahenemisest, põimumisest),

2) ülevaated valdkondade terminivara seisust (tendentsid sõnavaras ja grammatikas),

3) tulevaste spetsialistide kõnevajaduste analüüs (mida ja mis eesmärgil õpetada?),

4) erialasuhtluse sotsiaalse konteksti uuringud (kultuurispetsiifiliste tavade arvestamine õpetamisel) (Raeste, 2009, lk 3).

Õppevahendite töörühm arutab erinevaid teoreetilisi ja praktilisi õppevahendite koostamise ja kasutamisega seotud küsimusi. Traditsiooniks on saanud uute õppevahendite tutvustamine. Aktiivselt tegutsevad üldkeeleõppe, e-õppe, testimise jt töörühmad.

Keelekeskus on aktiivne keeleõppealaste teaduskonverentside ja -päevade korraldaja. TÜ keelekeskuse erialakeelte töörühma korraldatud on Eesti ja välismaa erialakeeleõpetajaid ühendavad erialakeelte seminarid, neist viimane, „Erialakeeleõpe kõrg- ja kutsekoolis“, toimus aprillis 2008 ja erialakeelte konverents „Üldkeele ja erialakeele erisus“ novembris 2009, kus leiti töös ühisosa ja toodi välja erinevused, räägiti hetkesituatsioonist ja tulevikuplaanidest.

Keelekeskuse inglise keele lektoraadis on saanud traditsiooniks iga-aastase ülevabariikliku inglise keele õpetajate täienduskoolituspäeva *Language Teaching/Learning Updates* organiseerimine. 2009. aastal toimus selle sarja seitsmes koolitus.

Oluline pöördepunkt Eesti kõrgkoolide erialase inglise keele õpetamisel oli Briti Nõukogu ja University College of St Mark and St Johni ja teiste haridusasutuste koostöös organiseeritud Eesti, Läti ja Leedu inglise keele õppejõudude mitmeaastane koolitus *English for Specific Purposes – Estonia, Latvia, Lithuania,* mis algas 1999. aastal, kestis 2 + 2 aastat ja lõppes ühiskonverentsiga TTÜ-s 2004. aastal. See oli esimene samm Balti riikide erialakeelte õpetajate abistamisel nende töös. Mitmed keeleõppe teoreetikud ja praktikud Inglismaalt, Ungarist, Lätist ja mujalt viisid läbi seminare erialakeele olemuse, õppija vajaduste analüüsi, kursuse kavandamise, materjalide koostamise ja testimise kohta. Lisaks oli selle täiendkoolituse plussiks väga intensiivne kokkupuude inglise keelega. Nimetatud täiendkoolitus oli esimene oluline kokkupuude erialase inglise keele alaste teoreetiliste seisukohtadega ja nende praktikasse lõimimisel.

3.4. Sõnavara ja oskuste õpetamine

Lisaks üldkeele kursustele pakub TÜ keelekeskus igal aastal umbes poolsada erialakeele kursust. TÜ keelekeskuse inglise erialakeele kursuste oluliseks osaks on erialase ja üldakadeemilise sõnavara ning akadeemiliste oskuste õpetamine. Keeleõppes ja eriti erialakeeleõppes on alati tegeldud metoodikaga, mis õpetaks kätte teatud kindla hulga õppija erialaga seonduvat olulist sõnavara. Raeste (2009) on avaldanud arvamust, et "erialakeele oskuse kujundamine algab oskussõnavara kujundamisest, milles tähtsustuvad *sõna kui mõiste* avaldumisvormid" (lk 10).

Üliõpilased märgivad isiklikus vajaduste analüüsis, et nad ootavad kursuselt eelkõige sõnavara täienemist. Üliõpilaste ootustest keelekursusele saavad mõned inglise keele lektoraadi õppejõud teada esimeses keeletunnis täidetava küsimustiku *Personal Profile* vastuseid analüüsides, milles on 18 küsimust õppija eelneva keeletausta, ootuste, eelistatavate tunnitegevuste, keelega seotud karjääriplaanide jms kohta (vt lisa 1). Käesolava töö autor on palunud keelekeskuse erialale suunatud inglise keele kursustel õppijatel küsimustikku täita alates 1999. aastast, kusjuures küsimused on aastate lõikes veidi varieerunud. Küsimus nr.12 (vt allpool) annab vastuse sellele, mida keeleõppijad soovivad keelekursusel kõige rohkem arendada, kas lugemis-, kirjutamis-, kuulamis- või kõnelemisoskust, grammatikat või sõnavara. Üliõpilased võivad teha linnukesed ühte kuni kuude kasti vastavalt oma ootustele kursuse osas.

12. Which skills areas of English would you like to improve most? (tick the appropriate)

□reading □writing □ listening □speaking
□grammar □vocabulary

Käesoleva töö jaoks tegin rühmadest juhuvaliku läbi õppeaastate ja analüüsisin 2 õppejõu (Inga Jufkini ja Eda Tammelo) 3 erialase inglise keele kursuse (meditsiinialane inglise keel edasijõudnutele, meedia-alane inglise keel edasijõudnutele ja matemaatika- ja infotehnoloogia alane inglise keel edasijõudnutele) 14 õpperühma 323 üliõpilase vastuseid (vt lisa 2), mis saadi õppeaastatel 2001 / 2002 – 2008/2009. Neid vastuseid analüüsides selgus, et üliõpilased soovisid erialakursustel kõige rohkem sõnavara laiendada (vastanutest 79, 56%). Teisel kohal oli kõnelemisoskuse arendamise soov (70, 27%). Kolmandal kohal oli vastavalt rühmale ja erialale üliõpilaste ootuseks kas grammatika täiendamine (39, 94%), kuulamisoskuse (41, 49%) või kirjutamisoskuse (42, 72%) arendamine. Näeme, et meediaüliõpilased on rohkem kirjutamisoskuse arendamisest huvitatud kui meditsiini või matemaatika erialade üliõpilased.

Erialaste keelekursuste oluliseks osaks ongi üliõpilaste erialase ja üldakadeemilise sõnavara laiendamine. Kahtlemata on keelekursusel õppijate keeleoskuse arendamine kõikides nimetatud valdkondades integreeritud. Kursuse lõppedes on mitmed matemaatika- ja infotehnoloogia-alasel inglise keele kursusel, aga eriti meditsiini-alasel inglise keele kursusel osalenud üliõpilased tänanud õpetajat kas suuliselt või kirjalikult selle eest, et nende sõnavara oluliselt täienes (vt ka Jufkin, 2009).

Tuleb rõhutada, et Tartu Ülikooli kõikidele erialakursustele on ühine see, et õppejõud arendavad lisaks erialasele sõnavarale ka õppijate akadeemilisi oskusi. Õpetatakse ja õpitakse ka üldakadeemilist sõnavara (ülikoolielu erinevad aspektid jms). Õpetatavad akadeemilised oskused on akadeemilise esitluse tegemise oskus, informatsiooniallikatega töötamise oskus ja akadeemilise kirjutamise oskus. Arendatakse erinevat liiki lugemisoskust. Lähtudes Kärtneri (2000) ja Petersoni (2003) kirjeldatud lugemise liikidest saab öelda, et õpetatakse nii üldlugemis-, valiklugemis-, süvalugemis- kui loovlugemisoskust.

Et kõiki ülalnimetatud oskusi arendada, on erialakeele kursuse nõueteks üliõpilastele

- nõuetekohase erialaga seonduva suulise seminariettekande tegemine,
- erialase lektüüri lugemine,
- erialastest tekstidest lühikokkuvõtete tegemine,
- erialasest tekstist või internetiallikatest olulise informatsiooni leidmine ja
- nõuetekohase erialaga seonduva essee kirjutamine (vt ka Tammelo, 2008).

Kõikide nimetatud oskuste arendamisega on seotud nii õppija autonoomsuse kui ka õppijate meeskonnatöö ja suhtlemisoskuse arendamine.

Õppematerjali – erialased tekstid ja harjutusvara sõnavara täiendamiseks ja kinnistamiseks – valivad või koostavad õppejõud. Ainekavad koostatakse sageli koostöös teaduskondadega ja kursustel osalejatega arvestades nende soove ja vajadusi. Üliõpilaste tagasiside on aluseks muudatustele ainekavades.

4. Matemaatikaalase inglise keele õppevahendi koostamine

4.1. Õppevahendi loomise taust

Matemaatika-alase õppevahendi koostamise tingis õppijatepoolne, institutsionaalne ja ühiskondlik vajadus erialase inglise keele kursuse ja kursuse eesmärkidele vastava õppematerjali järele. Alates 1960ndatest aastatest õpetatakse Tartu Ülikoolis (enne 1972. aastat inglise filoloogia õppetoolis, aastatel 1972 - 1991 võõrkeelte kateedris, alates 1991 keelekeskuses) üldainena erialast inglise keelt. Käesoleva töö autorile, noorele õppejõule, anti 1986. aastal ülesanne õpetada matemaatika-alast inglise keelt matemaatikateaduskonna üliõpilastele. Alustada tuli pikkade tekstidega matemaatika ajaloost, sest muud materjali polnud saadaval. Samuti tuli koostada sõnavaraharjutused nende tekstide juurde. Tegeldi ka grammatikaga. Õppetöös kasutati põhiliselt grammatika-tõlke meetodit, ka eksam seisnes sõnaraamatu abiga ingliskeelse tundmatu teksti korrektses tõlkimises eesti keelde.

Mõne aasta möödudes tundus, et ainult matemaatika ajaloost rääkimisest ei piisa ja koostöös teaduskonnaga sündis otsus õpetada üliõpilastele matemaatikaalast põhisõnavara. See otsus sündis lähtudes õppija erialasest ja keelelisest taustast (1. kursuse üliõpilased ei teadnud veel kuigi palju erialast, aga matemaatika põhivara oli koolis omandatud), samuti filoloogist erialakeeleõpetaja matemaatikaalast pädevust arvestades.

Nii hakkaski matemaatika-alast põhisõnavara sisaldavate tekstide otsimine ja õppevahendi koostamine, milles aitasid kaasa matemaatikateaduskonnast dotsent Ivi Vainikko ja matemaatika didaktika lektor Katrin Kokk. Õppetekstid otsustas koostaja esitada temaatiliselt ja sõnavaraliselt sisutiheda. Tihti sai abi entsüklopeediatest. Kuigi õppetekstid ei ole grammatiliselt rasked, esitab õppevahend väljakutse sõnavara omandamisel ja kinnistamisel mitmesuguste ülesannete ja tegevuste kaudu. Nagu eelpool rõhutatud, on oskuskeeles oluline mõistete tähenduste täpsus ja põhisõnavara täpne oskamine. Samuti on oluline, et ingliskeelsed oskussõnad oleksid üksüheselt eesti keeles mõistetavad. Seepärast oli oluline teaduskonna poolne abi ka eestikeelse ja ingliskeelse terminoloogia täpsel kokkuviimisel. Paariaastase ettevalmistustöö tulemusel, mis kujutas endast tekstide otsimist, kohandamist, kohati ka kompileerimist, et pakkuda võimalikult palju olulist sõnavara, ülesannete koostamist ja üliõpilaste peal proovimist ilmus matemaatikaalane inglise keele õppevahend 1988. aastal T(R)Ü rotaprindi väljaandena pealkirjaga *A Course in English for Students of Mathematics*, koostajaks Inga Anderson (vt Anderson, 1988). Õppevahendit kasutas kogu matemaatikateaduskonna üliõpilaskond, sest erialakeel oli õppekavas vähemalt kahe aasta jooksul kõigile kohustuslik. Õpetajateks oli kaks õppejõudu: Inga Anderson ja Georg Allik. Üliõpilastepoolne tagasiside oli valitud erialase temaatika ja õppevahendi ülesehituse osas hea, ka õppejõududele oli õppevahend suureks abiks.

Olles kaks aastat õppevahendit kasutanud, jäi koostaja matemaatikute õpetamisest peaaegu kümneks aastaks eemale. Uus väljakutse oli meditsiini-alase inglise keele õpetamine ning teised isiklikud ja töökohustused.

Uus kokkupuude matemaatika-alase inglise keelega tuli samaaegselt koos eelpool kirjeldatud Briti Nõukogu erialakeeleõpetajate mitmeaastase täiendkoolitusega, mis algas 1999/2000 õppeaasta sügistalvel ja lõppes rahvusvahelise konverentsiga 2004. aastal. See koolitus oli nii teoreetilisest kui praktilisest seisukohast võetuna väga vajalik. Koolituse käigus sündis otsus viia keelekursuste eel läbi õppijate vajadusanalüüs, sõnastada matemaatika-alase kursuse üld- ja õpieesmärgid, täiendada kursuse õppematerjale ja muuta kogu kursus kommunikatiisvemaks lisades erialatekstidele ja sõnavara õppimisele mitmete teiste akadeemiliste oskuste õpetamise. Lähtudes vajadusanalüüsist ja üliõpilaste ootustest leiti, et erialaselt relevantse põhisõnavara õpetamine-õppimine peaks jätkuma, sest see materjal, mida õppija väärtustab, on ka õppija sisemise motivatsiooni seisukohast oluline. Matemaatika-alane põhisõnavara ei muutu nii kiiresti koos ajaga kui näiteks infotehnoloogia-alane või geenitehnoloogia-alane sõnavara. See on ikka traditsiooniline ja alustõed on jäävad. Õppijate ja õpetajate hinnang õppevahendile oli oluline tagasiside. Koostaja otsustas õppevahendit täiendada ja muuta nii välimust kui sisu. Kuna kasutajaskond ei ole kuigi suur, pole mõtet õppevahendit trükis avaldada. Õppematerjali spiraalköitesse köitmine või valikuliselt osade kaupa kasutamine on otstarbekam. Nii saab teha ka vajalikke muudatusi vastavalt õppija vajadustele.

Matemaatikute erialase inglise keele kursus pole enam seoses uute õppekavadega kohustuslik õppeaine. Kui füüsika-keemiateaduskond (praegu loodus- ja tehnoloogiateaduskond) tellis keelekeskuselt valikainena erialase inglise keele kursuse infotehnoloogidele, ühinesid sellega ka matemaatikateaduskonna üliõpilased sooviga keskkoolis omandatud keeleteadmisi „töökorras hoida“. Tekkis küsimus, kas matemaatika-alane põhisõnavarakursus võiks ka infotehnoloogidele oluline olla. Koos üliõpilastega (vt eelpool kirjeldatud „läbirääagitud“ ainekava) sündis otsus lisaks infotehnoloogia-alastele õppematerjalidele ja akadeemiliste oskuste arendamisele valikuliselt õppida matemaatika-alaseid tekste, valemite lugemist, astmete ja juurte lugemist jms. Akadeemiliste oskuste arendamisel sai oluliseks nõuetekohase akadeemilise erialase ettekande tegemine, mille täpsem teema jäi iga üliõpilase enda valida. Kursusele lisandusid kuulamisülesanded, videod ja essee kirjutamine.

4.2. Õppematerjali sihtgrupp ja koostamise põhimõtted

Sihtgrupiks on Tartu Ülikooli üliõpilased, kes on erialaselt otseselt või kaudselt seotud matemaatikaga. Need on matemaatika-informaatikateaduskonna mitmetel õppekavadel (matemaatika, infotehnoloogia, informaatika, matemaatiline statistika jt) ja loodus- ja tehnoloogiateaduskonna mõnedel õppekavadel (infotehnoloogia, arvutitehnika) õppivad üliõpilased. Sihtgrupiks on 1. aasta üliõpilased. Seda kahel põhjusel. Esiteks seetõttu, et teaduskonnad on tellinud keelekeskuselt erialakeelt põhiliselt 1. aasta õppijat silmas pidades. Teiseks selle pärast, et ingliskeelset erialast terminoloogiat on otstarbekam õpetada 1. aasta üliõpilastele, et neid aidata edasistes erialastes akadeemilistes õpingutes, näiteks võõrkeelse kirjanduse lugemisel. Magistriõppes on olulisem õpetada näiteks akadeemilist teaduslikku kirjutamist ja esitluste tegemist.

Nõutav üldkeele tase erialakursuse alustamiseks on B1-B2 (keskaste).

Kursuse koostamisel on lähtutud järgnevast: vajadusanalüüsist, õppijakesksusest, õpieesmärkidest ja ainekavast. Selle põhjal on tehtud otsused tekstide, sõnavara ja ülesande tüüpide osas, mis kõik on suunatud erialase keeleoskuse arendamisele põhirõhuga laiendada tunduvalt erialast ja üldakadeemilist sõnavara, mis aitaks õppijat edasistes akadeemilistes õpingutes ja tulevases erialases töös.

Samuti on lähtutud õppija motiveeritusest, toetava õpikeskkonna loomise põhimõttest, erinevatele õpistiilidele kohandatud õpetamisvõtetest, õppematerjali temaatika olulisusest õppijale, materjali tsüklilisest ülesehitusest, sõnavara ja keelendite valimisest erialaspetsiifilisi suhtluseesmärke arvestades ja erinevate osaoskuste harjutamise põhimõttest sõnavara omandamisel. Ülesannetes, harjutustes ja tegevustes on silmas peetud mitmekesisuse põhimõtet. Olulised on joonised, mis aitavad õppijal paremini teksti mõista ja ülesandeid lahendada. Silmas on peetud materjali esituse selguse põhimõtet ja instruktsioonide andmise selguse nõuet.

Põhimõtteks on üldiselt kommunikatiivne lähenemine kogu kursuse ülesehitusse, samas on õppematerjal kombinatsioon kommunikatiivsest, grammatika-tõlke ja audiolingvaalsest meetodist, mis nõuab keeleelementide ja osaoskuste integreerimist. Kursuse põhirõhk on ikkagi baassõnavara õpetamisel, millele saaksid toetuda teised osaoskused ja tegevused. Tähelepanu on tähendusel, keelekasutusel ja soravusel ülesannete ja tegevuste sooritamisel, aga samuti vormil ja täpsusel.

Õpikus on kasutatud autentseid teadus- või õppetekste. Teksti lihtsustamise huvides on tekste lühendatud ja jõukohastatud tekstijärgsete märkuste lisamisega. Oluliseks on peetud informatsiooni tihedust ja sõnavara relevantsust, samuti sõnavara täpsust ja eestikeelse ja ingliskeelse termini vastavuse täpsust (harjutus 1 igas õppetükis).

Õppematerjal pakub võimalust töötada individuaalselt, paaris või grupis. (arutelud, vastuste ja lahenduste otsimine).

Õppevahendi maht on 118 lk ja selle juurde kuulub audio WebCT keskkonnas ja CD-l.

Õppevahendit saab kasutada kahel õppesemestril. Kogu materjali läbimiseks kulub olenevalt grupi tasemest 80- 120 akadeemilist tundi.

4.3. Õppevahendi ülesehitus

Õppematerjal on jagatud temaatiliselt 20 õppeühikusse, mida saab sisuliselt nelja ossa jagada, milleks on:

1) matemaatika (ajalugu, põhitehted, murrud, protsent, suhe, proportsioon, astmed ja juured),

2) algebra (olemus, aksioomid ja teoreemid, tegurid ja kordajad, võrrandid, kahe tundmatuga lineaarvõrrand)

3) geomeetria (nurgad, kolmnurk, ring, hulknurgad, 3-mõõtmelised kujundid),

4) trigonomeetria (trigonomeetria, trigonomeetrilised funktsioonid ja kolmnurkade lahendamine).

Iga õppeühik põhineb ühel alateemal. Igal õppeühikul on oma pealkiri, teemasse sissejuhatavad ülesanded, tekst ja teksti põhjal koostatud erinevad sõnavara harjutused. Õppeühik lõpeb nuputusülesandega. Lähtutakse õpetamise etappidest, mis on uue materjali esitlus, harjutamine ja kasutamine.

Õppetükk algab kolme **lugemiseelse** ülesandega (ingl *Pre-Reading Tasks*).

1) Õppeühik algab kuulamisülesandega, kus õppijatel palutakse märkida ära sõnarõhk. Sõnarõhk vajab matemaatika eriala sõnade puhul harjutamist, näiteks sõnades c*ircumference, diameter, arithmetic* jne. Sellega ülesandega tutvustatakse uusi sõnu ja nende hääldust. Hääldust saab audiosalvestusega koos harjutada.

2) Arutatakse paaristööna läbi esitatud sõnad ja kontrollitakse nende tähenduse mõistmist kas arutelu vormis või teksti konteksti abil.

3) Järgnevad sissejuhatavad küsimused, mis on teemaga seotud ja äratavad õppijas huvi järgneva vastu. Vastuseid võivad õppijad arutada paaris või gruppides. Näiteks:

> What were the three classical problems in Greek mathematics which were extremely influential in the development of geometry?

Diskussiooniküsimusteks on peamiselt küsimused kuulsate matemaatikute, nende avastuste ja töö kohta. Lisaks matemaatika ajalooga seotud küsimustele on esitatud lahendamiseks mõned matemaatika ülesanded või küsimused terminite kohta. Mõne küsimuse puhul tuleb vastust otsida järgnevalt esitatud tekstist.

Eelharjutustele järgneb temaatiline **põhitekst**, mis esitab uut sõnavara kontekstis. Tekstile järgnevad õppijat abistavad tekstijärgsed **märkused.** Näiteks ei tea paljud üliõpilased, kuna kasutame sõna „*mathematics*“ lühivormis „maths“ ja kuna „math“. Vahe on briti ja ameerika kasutuses, briti inglise keeles kasutatakse lühivormi „maths“ ja ameerika omas „math“. Teise näite võib tuua geomeetria vallast. Uurides matemaatika-alaseid tekste, tekkis koostajal küsimus sõnade „trapezium“ ja „trapezoid“ kohta. Tekstijärgsetes märkustes seletatakse õppijale, et ingliskeelne sõna „trapezium“ (eesti k *trapets*) on briti inglise keeles ´kumer nelinurk, mille kaks külge on omavahel paralleelsed ja ülejäänud ei ole omavahel paralleelsed´, ameerika inglise keeles aga ´paralleelsete külgedeta hulknurk´. Sõna „trapezoid“ (eesti keeles *trapetsoid*) on samuti kahe definitsiooniga ja tähendus sõltub vastavalt briti või ameerikapärasest kasutusest.

Eelharjutustele ja tekstile järgnevad erinevad **sõnavaraharjutused** (ingl *Vocabulary and Language Focus*) sõnavara laiendamiseks ja kinnistamiseks. Harjutused pakuvad võimalust teemakohast sõnavara erinevat tüüpi ülesannetes harjutada. Üldtuntud on keeleõpetuse põhimõte, et uus sõna peaks olema kordunud vähemalt seitse korda, et see meelde jääks. Mõnda ülesannet (tehete, arvude, astmete, juurte jms lugemine) on võimalik audiosalvestusena kuulata ja harjutada.

Harjutusi on mitut tüüpi. Esitatud on ka näidislaused või keele struktuuri mudelid. **Kasutatud harjutuste tüübid on:**

1) arvude, tehete ja valemite, astmete, juurte lugemine, ülesannete vastuste leidmine, valemite teisendus, näit. Unit 4 Pair Work ex-s 1, 2
2) lünkade täitmine sõnavara harjutamiseks, näit. Unit 3 ex. 4
3) sõnade/sõnaühendite ja lauseliikmete kokkuviimine matemaatiliselt tõeste väidete/lausete moodustamiseks, näit. Unit 17 Pair Work ex. 3
4) küsimustele vastamine, näit. Unit 3 Pair Work ex. 2
5) õige/väär ülesande tüüp, näit. Unit 9 ex.2
6) väljenditest lausete moodustamine, näit. Unit 4 ex. 5
7) sünonüümide-antonüümide leidmine, näit. Unit 4 ex. 3
8) sõnatuletusülesanded, näit. Unit 3 ex. 3, Unit 4 ex. 4
9) grammatika harjutused, mis on esitatud kontekstis (eessõnad, lausestruktuurid), näit. Unit 8 ex. 4.

Grammatika reegleid ei anta ja grammatika õpetamine toimub ainult toetavalt vastavalt rühma vajadusele.

10) väljendite leidmine tekstist ja tõlkimine inglise keelde, näit. Unit 3 ex. 1
11) jooniste kirjeldamine uut sõnavara kasutades, näit. Unit 14 Pair Work ex. 2
12) küsimuste moodustamine, näit. Unit 4 Pair Work ex. 4
13) teksti informatsioonist aru saamine kuulamisteksti põhjal, näiteks Unit 5 Listening: Comparing fractions.
14) kujundite joonistamine kirjelduste järgi, näit. Unit 18 Pair Work ex. 1

15) lausete lõpetamine kasutades tõest väidet ja õiget lausestruktuuri, näit. Unit 17 Pair Work ex. 2.

Järgnevad **arutlusküsimused/kontrollküsimused** tekstis esitatud materjali või teema kohta laiemalt. Neid on palutud teha paaristööna (*Pair Work*) või grupitööna (*Group Work*). Õppeühikute viimaseks ülesandeks on **nuputusülesanne** (*Puzzle),* mille õppijad võivad paaristööna või grupitööna lahendada. Meelelahutus on rakendusmatemaatika üks tähtsaid osasid. Nuputusülesanded arendavad teemakohast sõnavara, matemaatilis-loogilist mõtlemist ja pakuvad vaheldust ja meelelahutust. Teame, et õppetöös on soovitav kutsuda esile emotsioone, sest emotsioonid aitavad materjali kauaks ja kindlalt meelde jätta. Seda nõuet on püütud arvestada teemasse sissejuhatavate tekstieelsete küsimustega ja iga õppetüki viimase ülesandena nuputusülesandeid pakkudes.

Kuna õppevahend on eelmise uuendatud versioon, saab välja tuua, mis on muutunud võrreldes esimese koostatud õppevahendiga. Lisatud on:

1) lugemiseelsed harjutused igale õppeühikule (igale 3),
2) audio sõnavara kuulamiseks, sõnavaraharjutuste mudelite harjutamiseks, lühitekstide kuulamiseks,
3) kommunikatiivsed ülesanded paaristööks ja grupitööks,
4) instruktsioonid ülesannete ette (Pre-reading Tasks, Reading, Listening, Group Work, Pair Work, Puzzle) ja
5) muutunud on vormistus.

Õppevahendile on täienduseks loodud e-tugi WebCT-s, kus on

- sõnavara enesetestid programmiga Hot Potatoes (ristsõnad, kirjutusülesanded, lünkade täitmised, segipaisatud sõnadest lausete moodustamised, vastavusse seadmised, valikvastustega küsimused)
- kuulamisülesanded ja sõnavara hääldusharjutused
- tekst ja kordamisküsimused
- erialase essee saatmise võimalus
- WebCT vahenditega loodud 3 arvutipõhist arvestustesti erialasõnavara kasutuse oskuse kontrollimiseks (mitteeristav hindamine).

E-tugi võimaldab õppetööd individualiseerida (iga õppija harjutab omas tempos) ja kasvatada õppija autonoomsust. Samuti pole vajadust lisada õppevahendile kordamisharjutusi või teste, sest neid saab teha WebCT keskkonnas. Kuulamisharjutusi saab kuulata WebCT keskkonnas. E-materjale on koostajal kavas täiendada.

Õppevahendile oli kavas lisada õpetaja abistamisekska vastuste osa. Kuna õpetajaks on praegu vaid õppevahendi koostaja, pole õpetajaraamatu koostamine vajalik.

Tuleb rõhutada, et õppevahend oma teemadega ja baassõnavaraga on ainekursuse üks osa. Õppevahendi abil omandatud põhisõnavara on abiks erialase kodulugemise (40 lk semestris, autentne tekst) lugemisel. Semestri viimasel kuul esitatakse erialaseid PowerPoint programmi abil loodud ettekandeid, millega üliõpilased arendavad erialase esitluse tegemise oskust ja harjutavad õpitud sõnavara. Esitlusi tehakse individuaalselt või paaris- või grupitööna olenevalt grupi suurusest ja üliõpilaste eelistusest. Erialase esitlusega seoses õpitakse ka diskuteerimisoskust – küsimuste moodustamist ja arvamuse avaldamist. Nimetatud oskuste harjutamist õppevahend otseselt ei paku, aga nende õppimine on ainekursuse oluline osa. Õppevahendi abil omandatud erialane sõnavara ja erialaste esitluste koostamine, esitamine, teiste üliõpilaste esitluste kuulamine ja igale esitlusele järgnev arutelu seob ainekursuse tervikuks.

Õppevahendis on jälgitud koherentsuse printsiipi, millest oli juttu eelpool õppematerjalide valiku ja koostamise peatükis. Sidusus on tagatud teemakohast sõnavara taasesitades õppeühikule järgnevates ülesannetes. Koostatud õppematerjalis on arvestatud jõukohasuse printsiibiga ja nõudega liikuda tuntult tundmatule ja kergemalt raskemale.

4.4. Tagasiside

Kaks aastat (2006/07 kevadsemestril mai lõpus ja 2007/08 kevadsemestril mai lõpus) andsid õppijad (vastavalt 12 ja 19 üliõpilast) kursuse lõppedes hinnangu suulise intervjuu vormis. See toimus individuaalselt pärast 15-minutilist kodulugemise vastamist ja kestis iga üliõpilasega umbes 5 minutit.

Küsimused olid järgmised:

1. Mis meeldis kursusel eriti/mis oli kasulik?
2. Kas matemaatika-alane sõnavara õppimine on kasulik (ka infotehnoloogidele/informaatikutele/statistikutele)?
3. Mis meeldis/ ei meeldinud matemaatika-alase õppevahendi kasutamisel?
4. Milline osa matemaatika põhisõnavara kursusest oli eriti kasulik?

Vastused olid järgmised:

1. Eriti meeldisid ja olid kasulikud: erialaste slaidiettekannete tegemine ja kuulamine ja neile järgnev arutelu (26 vastajat), samuti kuulamisülesanded (suurte arvude lünkadesse kirjutamine, järgarvude harjutamine, loengu kuulamine jt) (20 vastajat).
2. 31st üliõpilasest vastas, et
    a. matemaatika-alane sõnavara õppimine oli kasulik - 24 üliõpilast
    b. matemaatika-alane sõnavara õppimine ei olnud õppija arvates kasulik – 3
    c. ei tea täpselt öelda, tal ükskõik – 4 üliõpilast

    Lisaksin siia huvitava fakti, et kursusest võttis osa ka üks inglise filoloogia üliõpilane, kes arvas, et tema sõnavara laienes tunduvalt ja kõik oli väga kasulik.
3. Õppevahendi kasutamisel leiti, et meeldis süsteemsus, lisati, et oli kerge ja hea õppida, kuna kõik oli arusaadav, mida peab õppima (30 üliõpilast) ja et materjal oli kättesaadav (5). Lisati, et kasulik oli hääldusi harjutada (4). 5 üliõpilast ütlesid, et neile meeldisid nuputusülesanded. 6 lisasid, et ainult õppematerjalidest õppimine oleks ehk igavaks läinud, aga hea oli, et tunnis olid ka teised tegevused.
4. Õppevahendi sellest osast, mida me valikuliselt läbisime, leiti olevat eriti kasulik (kõik vastajad nimetasid kas kõiki või suuremat osa neist):
    a. arvud ja tehted, nende lugemine ja nendest kuulamise järgi aru saamine,
    b. murdude lugemine (harilikud ja kümnendmurrud),
    c. astmete ja juurte lugemine,
    d. valemite ja võrrandite lugemine
    e. hea erialane sõnavara.

Põhjenduseks toodi, et „neid erialaseid asju läheb ikka vaja“.

Lisaks õppijatele küsitlesin 2005/06. õppeaastal ka õpetajaid. Peale käesoleva töö koostaja õpetasid õppevahendi järgi veel 2 õppejõudu. Õppevahendi kohta esitasin küsimused:

1. Mis meeldib?
2. Mis ei meeldi?
3. Mida lisada/ muuta?

Nendele küsimustele grupiintervuus saadud vastused olid järgmised:

1. Head teemad. Lünkadega sõnavaraharjutused on head. Väga hea, et on midagi, mis matemaatikutele sobib. Valemid, astmed, juured, rooma numbrid, kreeka tähestik. Ühele õpetajale meeldis eriti häälduste harjutamise võimalus ja tähelepanu juhtimine sõnarõhule.
2. Meeldis kõik. Siiski arvas üks õpetaja, et paar nuputusülesannet on liiga lapsikud ja tegelaste nimed tekstülesandes (õed Reena ja Seena) tekitavad liigset elevust ja tuleks ära muuta.
3. Lisada võiks audio. Üks õpetaja andis veel nõu sõnavara peensuste suhtes ja juhtis tähelepanu mõnele trükiveale.

Nii õppijate kui õpetajate tagasiside õppevahendile oli positiivne. Eriti meeldis vastajatele seotus erialaga ja õppevahendi ülesehituse selgus.

Ülaltoodud soovitusi ja märkusi on arvesse võetud (lisatud on audio, mõned ülesanded on asendatud).

4.5. Lõppsõna

Erialase õppevahendi loomisel tuleb läbida mitu etappi. Esimene neist on vajaduste analüüs ja kursuse eesmärkide määratlemine. Järgmine etapp on otsuste tegemine õppeühikute arvu ja struktuuri suhtes. Samuti tuleb otsustada, mida need õppeühikud peaksid sisaldama. Tuleb teha otsused temaatika suhtes, valida tekstid. Kolmandas etapis peab koostaja otsustama, kuidas ja millised ülesanded ta koostab, milliseid meetodeid kasutab. Veel on küsimuseks, kui sageli ja kuna neid meetodeid peaks kasutama. Viimane etapp on tagaside, mis näitab, mida peaks õppevahendis muutma või mida lisama. Matemaatika-alane inglise keele õppevahend sündis kõiki neid etappe läbides. Kärtner ja Türk (2002) kirjutavad, et kuigi hea õppematerjal on väga vajalik edukaks õppimiseks ja õpetamiseks, ei saa see olla omaette eesmärgiks, sest see on vaid vahend, mille abil eesmärgi poole liikuda. Jänese (2006) lisab, et „ei õpita ju õpikut vaid keelt“ (lk 40). Kärtner ja Türk (2002) leiavad, et “ arvestada tuleb, et ükski õpik ei saa vastata kõikidele õpetaja ega õppijate nõudmistele ega vajadustele (…) õpikule jääb vaid hea sulase roll” (lk 12). Koostaja loodab, et magistritöös kirjeldatud õppevahend täidab õppija ootused sõnavara õppimise osas ja on orientiiriks ja abiks õpetajale.

Kasutatud kirjandus

Allen, J.P.B & Widdowson, H.G. (1974). Teaching the Communicative Use of English. In J. Swales. (Ed.), *Episodes in ESP* (pp 69-90). Cambridge: Cambridge University Press.

Anderson, I. (Koost). (1988). *A Course in English for Students of Mathematics.* Tartu: Tartu Riiklik Ülikool.

Anthony, L. (1997a). *English for Specific Purposes: What does it mean? Why is it different?* Külastatud 11.01.2010 aadressil http://www.antlab.sci.waseda.ac.jp/abstracts/ESParticle.html

Anthony, L. (1997b). *Defining English for Specific Purposes and the Role of the ESP Practitioner.* Külastatud 2.05.2010 aadressil http://www.antlab.sci.waseda.ac.jp/abstracts/Aizukiyo97.pdf

Bowen, T. & Marks, J. (1994). *Inside Teaching*. Oxford: Heinemann.

Carter, D. (1983). Some propositions about ESP. *The ESP Journal*, *2*, 131-137.

Chaplen, E.F. (s.a.). Advantages and disadvantages of the team approach to developing and teaching in an ESP programme. *ESP Reference Collection, Languages Studies Unit.* Birmingham: University of Aston.

Dudley-Evans, T. & St John, M. (1998). *Developments in ESP: A multi-disciplinary approach.* Cambridge: Cambridge University Press.

Euroopa keeleõppe raamdokument: õppimine, õpetamine ja hindamine (2007). Tartu: Haridus- ja Teadusministeerium.

Gatehouse, K. (2001). Key Issues in English for Specific Purposes (ESP) Curriculum Development. *The Internet TESL Journal. Vol. VII. No.10.* October 2001. Külastatud 12.01.2009 aadressil http://iteslj.org/Articles/Gatehouse-ESP.html

Hall, D., Hawkey, R., Kenny, B., & Storer, G. (1986). Patterns of thought in scientific writing: A course in information structuring for engineering students. *English for Specific Purposes, 5,* 147-160.

Hativa, N. (2000). *Teaching for Effective Learning in Higher Education.* Kluwer Academic Publishers.

Hennoste, M. (1998). *Väike lugemisõpetus*. Tallinn: Avita.

Higgins, J. J. (1967). Hard Facts : Notes on Teaching English to Science Students. In J.Swales. (Ed.), *Episodes in ESP* (pp 28-37). Cambridge: Cambridge University Press.

Howatt, A. & Widdowson, H. (2004). *A History of ELT.* Oxford: Oxford University Press.

Hutchinson, T. & Waters, A. (1987). *English for Specific Purposes: A learning-centered approach*. Cambridge: Cambridge University Press.

Hutchinson, T. & Waters, A. (1980). ESP at the Crossroads. In J. Swales (Ed.), *Episodes in ESP* (pp 177-185). Cambridge: Cambridge University Press.

Jamison, R.E. (s.a.). *Learning the Language of Mathematics*. Külastatud 10.05.2010 aadressil http://wac.colostate.edu/llad/v4n1/jamison.pdf

Johns, A.M. & Dudley-Evans, T. (1991). English for Specific Purposes: International in Scope, Specific in Purpose. *TESOL Quarterly 25:2,* 297-313.

Jones, G.M. (1990). ESP Textbooks: Do they really exist? *English for Specific Purposes, 9,* 89-93.

Jufkin, I. (2009). Meditsiinialase inglise keele õpetamine TÜs. Ettekanne TÜ keelekeskuse konverentsil „Üldkeele ja erialakeele erisus" 27.11.2009. Külastatud 15.05.2010 aadressil http://www.fl.ut.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=681153/Meditsiinialane+inglise+keel+inga+jufkinT%DCs.pdf

Jänese, A. (2006). *Eesti keele suhtlusõpiku „Sulle, õpetaja!" metoodiline strateegia.* Publitseerimata magistritöö. Tartu Ülikool.

Kleinschroth, R. (2002). *Keelte õppimine. Õige tehnika võti*. Eesti: Kirjastus ERSEN.

Kostabi, L. (1992). Kommunikatiivne meetod kaasaegses keeleõppes. *Lingua*, *5*, lk.3-10.

Krull, E. (2000). *Pedagoogilise psühholoogia käsiraamat*. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.

Kährik, A. (2006). Milleks ülikoolis õppekavaarendus? S. Rutiku. & T. Lehtsaar (Koost), *Õppekavaarendus kõrgkoolis* (lk 179-188). Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.

Kärtner, P., Türk, Ü. (2002). Õppematerjalide hindamine. P. Kärtner, Ü. Türk, E. Uuspõld, M. Kümnik (Toim). *Kümme aastat eesti keele kui teise keele õppematerjale 1991-2001* (lk 5-16). Tallinn: Mitte-eestlaste Integratsiooni Sihtasutus.

Kärtner, P. (2000). *Lugemisoskuse arendamine. Keeleõpetaja metoodikavihik*. Tallinn: TEA Kirjastus.

Läänemets, Urve (2000). *Õppevara: küsimisi ja kostmisi*. Tallinn: Avita.

Master, P. (1983). Responses to English for Specific Purposes, *CATESOL News 1983.*

Metsa, A. (2007). *Vaatame sügavuti*. Nõuandeid eesti keele õpetajale vene õppekeelega kooli 5. klassis. 1. osa. Tallinn: AS Koolibri.

Mikk, J. (2003, 1. aug). Kuidas hinnata õppeteksti keerukust? *Õpetajate Leht* , lk 6-7.

Munby, J. (1978). *Communicative Syllabus Design*. Cambridge: Cambride University Press.

Nation, P. & Waring, R. (1997). Vocabulary size, text coverage and word lists. In N. Schnitt and M.Cc Carthy (eds). *Vocabulary: Description, Acquisition and Pedagogy* (pp 6-19). Cambridge: Cambridge University Press.

Nunan, D. (1988a). *The Learner-Centered Curriculum*. Cambridge: Cambridge University Press.

Nunan, D. (1988b). *Syllabus Design*. Oxford: Oxford University Press.

Nuttall, C. (1996). *Teaching Reading Skills in a Foreign Language*. Oxford: Heinemann.

Peterson, E. (2003). *Oskuslikuks lugejaks – aga kuidas? Teksti- ja lugemisõpetus*. Tartu: Atlex.

Päi, G. (2004). *Problems encountered in the process of compiling materials for conducting EU-related ESP courses.* Publitseerimata magistritöö. Tartu Ülikool.

Raeste, E. (2009). *Vaatenurki erialakeele õpetamisele*. Ettekanne TÜ keelekeskuse konverentsil „Üldkeele ja erialakeele erisus“ 27.11.2009. Külastatud 15.05.2010 aadressil http://www.fl.ut.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=681156/Vaatenurki+erialakeele+%F5petamisele_nov+2009_inglise.pdf

Richards, J. (2001). *Curriculum Development in Language Teaching*. Cambridge: Cambridge University Press.

Richards, J.C. & Schmidt, R. (2002). *Longman Dictionary of Language Teaching and Applied Linguistics*. Pearson Education Limited.

Robinson, P. C. (1991). *ESP Today: A Practitioner´s Guide*. Hempstead: Prentice Hall International (UK) Ltd.

Saarso, K. (2000). Sõnavara õpetamine. *Keeleõpetaja metoodikavihik*. Tallinn: TEA Kirjastus.

Saarso, K. & Sõrmus, E. (2008a). *Kuidas õpetada erialakeelt? Metoodika käsiraamat*. Tallinn: Eesti Ekspressi Kirjastuse AS.

Saarso, K. & Sõrmus, E. (2008b). *Kuidas sündis "Kuidas õpetada erialakeelt"?* Ettekanne seminaril "Erialakeeleõpe kõrg- ja kutsekoolis" TÜ keelekeskuses 25.04.2008. Külastatud 16.04.2010 aadressil http://www.fl.ut.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=388220/K%E4siraamatu_tutvustus.pdf

Sarv, J. (2008). *Põhimõtteid tööks sõnavaraga suulise väljendusvõime edendamisel.* Ettekanne seminaril "Erialakeeleõpe kõrg- ja kutsekoolis" TÜ keelekeskuses 25.04.2008. Külastatud 14.03.2010 aadressil http://pc.ut.ee/~kat3z/seminari%20materjalid/P%E4rnu%20-%20print.pdf

Strevens, P. (1988). ESP after twenty years: A re-appraisal. In M. Tickoo (Ed.), *ESP: State of the Art* (pp 1-13). SEAMEO Regional Language Centre.

Swales, J. (koost). (1988). *Episodes in ESP: A source and reference book on the development of English for Science and Technology*. Cambridge: Cambridge University Press. First published in 1985 by Pergamon Press Limited.

Tammelo, E. (2008). *Erialase inglise keele kursus – kas ainult sõnavara õpetamine?* Ettekanne TÜ keelekeskuse seminaril "Erialakeeleõpe kõrg- ja kutsekoolis" 25.04.2008. Külastatud 28.04.2010 aadressil http://www.fl.ut.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=386835/Tammelo.pdf

Valk, A. (2006). Õppekavaarenduse Euroopa kontekst. S. Rutiku. & T. Lehtsaar (Koost), *Õppekavaarendus kõrgkoolis* (lk 71-96). Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.

Voss, B. (2005). Networking for languages for higher education. *Proceedings of the 8th CercleS Conference*. Bratislava, 9-11 September 2004. Bratislava: CercleS

Võõrkeelte õpe Eestis (s.a.). Külastatud 21.05.2010 aadressil http://www.hm.ee/index.php?044980

Widdowson, H.G. (1980) *Explorations in Applied Linguistics 2.* Oxford: Oxford University Press.

Widdowson, H. (1983). Proper Words in proper Places. *ELT Journal*, 47/4, pp 317-329.

Xue, G. and Nation, I.S.P. (1984). A university word list. *Language Learning and Communication 3, 2*, pp 215-229.

Lisa 1

Autumn 2009 # PERSONAL PROFILE

Please complete the following form as fully as possible. The information you provide will help the teacher to get a proper picture of the background as well as the needs and priorities of your group. Then it will be possible to tailor the course in the most satisfactory manner for your group.

1. NAME

2. Faculty, institute:

3.Your secondary school and the year you finished it

4. Did you finish an English-biased school/class?

   Yes/No (underline the appropriate)

5. For how many years all-in-all have you studied English? ....

6. Your final grade at school:........... and your level (B1, B2 or C1) (underline the appropriate)

7. Your score in the national test: ....

8. Have you taken any English courses apart from school? What courses and where? Do you remember which textbook(s) was (were) used?

9. Have you learnt any other languages besides English? Which? How long?

10. What do you associate your future career with (teaching, research, anything else)?

11. Where do you think you will need English in your future career?

12. Which skills areas of English would you like to improve most? (tick the appropriate)

□reading □writing □ listening □speaking

□grammar □vocabulary

13. Name a few activities you like to do in class

14. Name some activities you like to do individually

15. Are there any activities you dislike to do?

16. Your interests and hobbies

17. Your greatest accomplishments so far (prizes, victories, etc.)

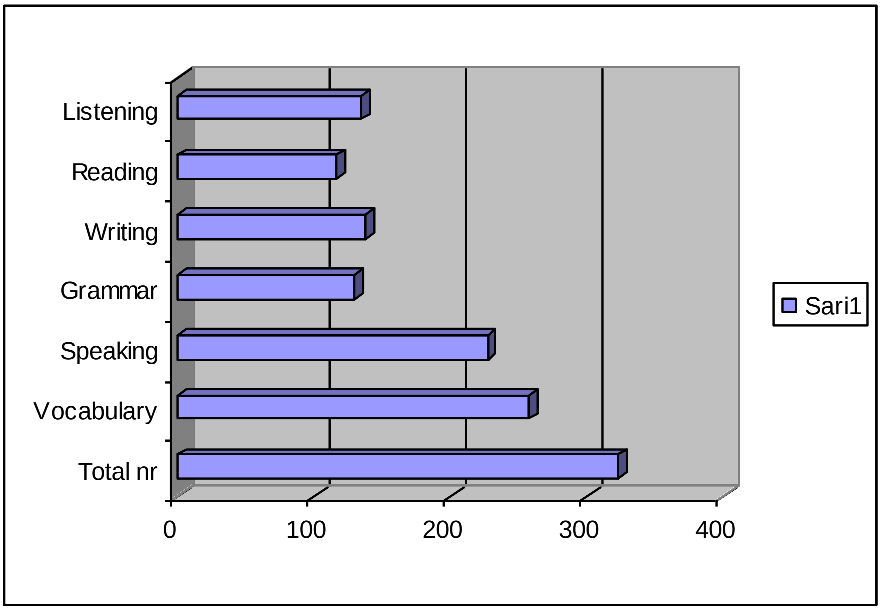
18. Have you got a part-time job, that is, do you work and study?

Thank you!

LISA 2

Answers to the Personal Profile Question 12

Which areas of English do you want to improve most?



Answers: number of (yes) answers, total for 14 groups, 323 students
Which areas of English do you want to improve most?

Vocabulary - **257** students (79,56%)

Speaking – **227** students (70, 27%)

Writing – **138** students (42, 72%)

Listening – **134** students (41,49%)

Grammar – **129** students (39,94%)

Reading – **116** students (35,91%)

ESP Teacher: Inga Jufkin, 6 groups of learners

<u>2006/07</u>

19 mathematics and infotechnology students answered as follows:
Vocabulary – 17 (89%) I
Speaking – 15 (79%) II
Grammar – 6 (31%)
Writing – 6 (31%)
Reading – 12 (63,1%) III
Listening – 10 (52%)

<u>2007/08</u>

11 mathematics and infotechnology students and 1 English philology student answered as follows:

Vocabulary – 10 (83,3%) I - II
Speaking – 10 (83,3%) I - II
Grammar – 3 (25%)
Writing – 5 (41,6%)
Reading – 5 (41,61%)
Listening – 8 (66,6%) III

<u>2007/08</u>

43 medical students answered as follows:

Vocabulary – 39 (90,7%) I
Speaking – 36 (83%) II
Grammar – 14 (32,5%)
Writing – 15 (34,9%)
Reading – 16 (37,2%)
Listening – 30 (69,7%) III

<u>2008/09</u>

52 medical students answered as follows:

Vocabulary – 43 (83,3%) II
Speaking – 46 (88,4%) I
Grammar – 14 (26,9%)
Writing – 26 (50%)
Reading – 31 (59,6%)
Listening – 32 (61,5%) III

ESP Teacher: Eda Tammelo, 8 groups of learners

<u>2001/2002</u>

69 social sciences students answered as follows:
Vocabulary – 52 (75.3%) I
Speaking – 47 (68.1%) II
Grammar – 39 (56.5%) III
Writing – 31 (44.9%)
Reading – 20 (28.9%)
Listening – 18 (26.0%)

<u>2002/2003</u>

34 social sciences sts answered as follows:
Vocabulary - 31 (91%) I
Speaking – 20 (58.8%) II
Grammar – 17 – (50%)
Writing – 16 (47.0%)
Reading – 9 (26.4%)
Listening – 18 (52.9%) III

<u>2003/2004</u>

52 social sciences sts answered as follows:
Vocabulary – 34 (65.3%) I
Speaking – 25 (48.0%) II
Writing - 18 (34.6%) III
Reading – 13 (25%)
Listening – 13 (25%)
Grammar – 14 (26%)

<u>2005/2006</u>

43 social sciences sts answered as follows:
Vocabulary - 31 (72%) I
Speaking - 28 (65.7%) II
Writing - 21 (48.8%)
Reading – 10 (23.3%)
Listening – 5 (11.6%)
Grammar – 22 (51.2%) III

University of Tartu
Language Centre

English in Basic Mathematics

Compiled by Inga Jufkin

Tartu 2009

PREFACE

The present study material is intended to be used in the lessons of English for Special Purposes at the Language Centre of the University of Tartu. It has been tailored for first-year (or undergraduate) students specializing in mathematics or some other mathematics related area at the University.

The aim of the course is to develop students´ ability to read, speak and write about their studies and mathematical topics in English. It is inevitable that the course does not in any way cover all the aspects of mathematics. The lessons are concerned with the key aspects of arithmetic, algebra, geometry and trigonometry. Before reading the text and doing the tasks, students can listen to and practise the pronunciation of some key words related to the topic. Each text is followed by a number of exercises and problems in which students can practise the words and expressions acquired from the text. The objective is that students will learn to use the language of basic mathematics with ease and confidence. The study aid serves as a basis for further writing and communication tasks.

Students can practise and test their knowledge of vocabulary and spelling by doing the self-check tasks and tests (matching, gap-filling, crosswords) accompanying the present material in the e-learning environment WebCT. The teacher will make the practice tasks and tests accessible for the students.

My special gratitude belongs to Katrin Kokk, lecturer of mathematics at the Faculty of Mathematics and Computer Science of the University of Tartu, and Kerli Orav-Puurand, teacher of mathematics at Tartu Secondary School of Business, for their invaluable advice and help in compiling this study aid. I am also very grateful to Nora Toots for reading the draft copy and Georg Allik, teacher of ESP at the Language Centre of the University of Tartu, for his suggestions and comments. Also, I would like to thank Djuddah A. J. Leijen, lecturer of English at the Language Centre of the University of Tartu, for his kind help with recording the listening tasks.

Inga Jufkin,
ESP teacher

TABLE OF CONTENTS

UNIT 1

MATHEMATICS

Pre-Reading Tasks

1. Listen and pronounce the following words. While you listen, underline the stressed syllable.

sub<u>tract</u>	trigonometry	area	diameter
multiply	geometry	width	conclusion
divide	algebra	height	system
arithmetic	ancestors	triangle	mathematician
arithmetic(al)	sign	rectangle	cardinals
operation	sphere	circumference	ordinals

2. Do you know the meaning of all the words? Discuss in pairs.

Find the words you do not know in the text on the next page and try to guess their meaning.

3. Discuss in pairs or groups.

- *What branches of mathematics can you name?*
- *Which branches have you studied at school?*
- *Which branches are included in your university curriculum (in your first year, in your second year, etc) ?*
- *What language does the word arithmetic come from? What does the word mean?*

Reading

MATHEMATICS

Counting, adding, subtracting, multiplying and dividing are part of arithmetic. Arithmetic* is one branch of the science of mathematics.* Among the many other branches are geometry, algebra and trigonometry. Mathematics has grown as the need for it has grown.

When men first began trading with one another they needed ways of counting and measuring. When merchants began keeping records of their business they had to invent signs to stand for numbers.

From India came the ancestors of the number signs, figures we use today. The mathematicians there probably invented zero and developed the use of fractions. The Arabs adopted their system and brought it to Europe during the Middle Ages. This system made calculating easy.

Geometry has to do mostly with form - with such things as angles, triangles, circles and spheres. Probably the Egyptians* first discovered how to find the area of a square and then of a rectangle. They multiplied the width by the height. From knowing how to find these areas, they worked out a way of finding the area of a triangle. They could multiply the width by the height and divide by two.

The Egyptians learned many other things about triangles. They worked out circles, too, and found out that the circumference of a circle is about $3\frac{1}{7}$ times its diameter. But before the time of the Greeks, no one had set down* what was known about geometry in an orderly way. About 300 B.C.* the Greek mathematician Euclid* did so.

Mathematics today is of great use to many other sciences. It is also a way of thinking - of drawing sound conclusions from facts.

NOTES TO THE TEXT

´**Mathematics**´ is an uncountable noun taking a singular verb and is very often abbreviated in speech and in writing to ´**maths**´in British English and ´**math**´in American English.
´**Arithmetic**´ or ´**arithmetics**´ is the most elementary branch of mathematics.

Egypt /'i: dʒipt/

Egyptian /i'dʒipʃn/ - (native) of Egypt

to set down – to record

B.C. /'bi:'si:/ - before (the birth of) Christ – *in Est*. enne meie ajaarvamist

Euclid /'ju:klid/ - *in Est.* Eukleides

Vocabulary and Language Focus

1. Translate into English. Use some of the expressions in sentences of your own.

1. teadusharu, 2. asju loendama, 3. loendamist kergeks tegema, 4. märke leiutama, 5. numbreid kasutama, 6. keskajal, 7. arvatavasti, 8. mõõtmise viisid, 9. arvet pidama äri kohta, 10. süsteemi kasutusele võtma, 11. murdude kasutamist edasi arendama, 12. liitma, liitmine, 13. lahutama, lahutamine, 14. korrutama laiust kõrgusega, 15. kahega jagama, 16. suureks kasuks olema, 17. järeldama; õigeid järeldusi tegema, 18. ruudu pindala leidma, 19. kaupmehed, 20. kaubitsema, 21. ringi ümbermõõt, 22. ristkülik.

2. Word formation. Complete the table.

Verb	Noun
develop	development
	conclusion
find	
adopt	
calculate	
	measurement, measure
invent	
use	
discover	

3. Fill in the blanks with words from the text.

1. Euclid was a Greek ___________ . 2. ________ is an elementary branch of mathematics. 3. The Egyptians learned many things about ________ . 4. ___________ has to do mostly with form. 5. Trading with one another people needed ways of ___________ and

__________ . 6. The Arabic system uses ten __________ to express __________ . 7. 0 (naught) is also called __________ , cipher and in sports nil or nothing. 8. The arithmetic symbols now in use were brought to Europe during __________ __________ __________ by the __________ . 9. Mathematics today is of great __________ to many other sciences. 10. Algebra is a __________ of mathematics, 11. Merchants __________ signs to stand for numbers. 12. Mathematics helps us to draw sound __________ from facts. 13. To find the area of a __________ we must multiply the __________ by the __________ and divide by two. 14. I study __________ . I am a future __________ .

Listening

1. The numbers used in counting, such as one, two, three, are called "<u>cardinals</u>".

Listen and practise reading the following cardinals, paying attention to their pronunciation and spelling:

1	one	11	eleven	20	twenty	21	twenty- one
2	two	12	twelve	30	thirty	22	twenty- two
3	three	13	thirteen	40	forty		
4	four	14	fourteen	50	fifty		
5	five	15	fifteen	60	sixty		
6	six	16	sixteen	70	seventy		
7	seven	17	seventeen	80	eighty		
8	eight	18	eighteen	90	ninety		
9	nine	19	nineteen	100	a hundred (one hundred)*		
10	ten	200	two hundred				
				326	three hundred (and) twenty-six*		
				1,060	one thousand and sixty (a thousand and sixty)*		

NOTES

Numbers between 100 and 199 can be written and spoken as ***one*** *hundred and four* or ***a*** *hundred and four*. We say ***one*** *hundred and four* when we want to be precise. In informal contexts, or when we are giving only an approximate number or amount, we say ***a*** *hundred and four.*

For numbers over 100, we say *six hundred and forty-two*, *seven hundred and ninety*, etc, using

and to link the hundreds and the tens. In American English *and* is often left out.

For numbers between 1 000 and 1 099 , we can use *a* instead of *one* before *thousand.* However, if there are any hundreds in the number we would normally say ***one** thousand two hundred and sixty.*

2. The adjectives that show the order of the objects counted, such as first, second, third, are called "<u>ordinals</u>". Listen and read the following ordinals:

20th	twentieth	30th	thirtieth
21st	twenty-first	40th	fortieth
22nd	twenty-second	50th	fiftieth
23rd	twenty-third	60th	sixtieth
24th	twenty-fourth	70th	seventieth
25th	twenty-fifth	80th	eightieth
26th	twenty-sixth	90th	ninetieth
27th	twenty-seventh	100th	a (one) hundredth
28th	twenty-eighth	1,000th	a (one) thousandth
29th	twenty-ninth	2,000th	two thousandth

3. Listen to the model and read the following dates.

<u>Model:</u>12(th) November 1981	<u>Read:</u> the twelfth of November
November 12, 1981	nineteen eighty-one
Nov. 12, 1981	

Oct.5, 1956	Jan.19, 1581	July 3, 2004
Nov.2, 1801	Aug.17, 1912	May 12, 1893
Sept.1, 1986	March 31, 1969	Dec. 15, 1904
April 8, 1911	June 18, 2005	Feb. 22, 1770

Pair Work

1. **Look at the ordinals given in exercise 2 and ask each other questions according to the model:**

What is the third (fifteenth, etc.) number?

2. Ask and answer the following questions.

1. What are the parts of arithmetic? 2. Why was mathematics born? 3. Where did the number signs we use today come from? 4. Where was zero probably invented? 5. What geometrical figures can you name?

Spelling

Write the following cardinals in words:

1) 337	4) 49	7) 103	10) 200	13) 13
2) 41	5) 94	8) 168	11) 14	14) 33
3) 30	6) 99	9) 186	12) 442	15) 76

Group Work

Solve the puzzle.

Next door to me live four brothers of different heights. Their average height is 74 inches, and the difference in height among the first three men is two inches. The difference between the third and the fourth man is six inches. How tall is each brother?

UNIT 2

THE HINDU-ARABIC SYSTEM OF NUMERATION

Pre-Reading Tasks

1. Listen and pronounce the following words. While you listen, underline the stressed syllable.

computation	idea	introduction
contribute	total	numeration
contribution	relatively	improvement
civilization	additive	explicit
symbol	position-value	various
major	precede	Hindu-Arabic
represent	neither	system

2. Do you know the meaning of all the words? Discuss in pairs.
Find the words you do not know in the text on the next page and try to guess their meaning.

3. Discuss in pairs or groups.

- ***What are the main differences between the Roman system of numeration and the Hindu-Arabic system of numeration?***
- ***Read the text and check your answers.***

Reading

THE HINDU-ARABIC SYSTEM OF NUMERATION

Although we seldom stop to think about it, we make use of a very powerful system of numeration whenever we count or perform some kind of arithmetic computation. This system evolved slowly and received contributions from many civilizations. We know the system as the Hindu-Arabic system of numeration because the Hindus and Arabs made major contributions to the system as we know it today.

The Hindu-Arabic system has a symbol to represent the number of elements in the empty set. We know this symbol as zero. The introduction of zero enables the Hindu-Arabic system to make use of what is referred to as position-value or place-value.

The ideas of zero and position-value are the main differences between the Hindu-Arabic system and the various systems that preceded it.

The Roman system of numbers is based upon seven capital letters to represent numbers:

I=1	X = 10	C = 100	M = 1000
V=5	L = 50	D=500	

The Roman system does not have an explicit symbol to represent the idea of zero. Neither did the Romans make use of position-value in writing a numeral. Each X in XXX means ten and nothing more, while each 5 in 555 has two meanings.

Both systems, the Roman and Hindu-Arabic, are additive systems, although they make use of addition in different ways. In the Roman system the values of the various symbols in a numeral are added to give the total value. For example, MCXVI means 1000+100+10+5+1 or 1116. In the Hindu-Arabic system 542 means 500+40+2 and not just 5+4+2.

The Hindu-Arabic system makes computation with pencil and paper much simpler. The Hindu-Arabic system also makes it relatively easy to represent very large numbers and very small numbers. This is quite an improvement over the Roman system.

Vocabulary and Language Focus

1. Translate into English. Use some of the expressions in sentences of your own.

1. süsteemile peamist panust andma, 2. arvutama, arvutusi tegema, 3.kujutama suuri arve, 4. süsteemi ära kasutama, 5. peamine erinevus süsteemide vahel, 6. põhinema suurtel tähtedel, 7. koguväärtust andma, 8. tähendama, 9. tähendus, 10. palju lihtsamaks tegema, 11. suhteliselt kerge, 12. suur edusamm, 13. kaht tähendust omama, 14. võimaldama, võimalik olema, 15. mõlemad süsteemid, 16. iga süsteem, 17. kuigi, 18. aeglaselt arenema, 19. tühihulk, 20. nulli kasutusele võtma, 21. eelnema, 22. erineval viisil, 23. näiteks (2), 24. kohaväärtus, 25. panust saama, 26. kasutama hindu-araabia arvusüsteemi.

2. Word formation. Complete the table.

Verb	Noun	Adjective
represent		
	reception	
add		
		broad
		wide
improve		
	contribution	
precede		
		introductory
	value	
		deep

4. Fill in the blanks, choosing the proper word from the options given in brackets.

1. The Roman numerals were used in bookkeeping in European countries ___________ the eighteenth century, ___________ our modern numerals were generally known in Europe ___________ as early as the year 1000**.** ***(at least, although, until)***

2. The Hindu-Arabic system ___________ slowly, many ___________ from

other civilizations were __________ to it, which __________ it to make computation much simpler. ***(added, enabled, evolved, ideas)***

3. __________ our European and American numerals are often spoken of as Arabic, they came to us by means of a book on arithmetic which was __________ written in India __________twelve hundred years ago, and was translated into Arabic. ***(probably, although, about)***

4. The Roman system is an __________ system; the Hindu-Arabic system __________ makes use of __________ , __________ in a different way. ***(addition, additive, also, although)***

5. Our number system uses __________ the symbols 0, 1, 2,..., 9 ; the base of our system is ten. Ten is __________ the base __________ we have ten fingers and the fingers were used in counting. ***(only, probably, because).***

3. Fill in the blanks with the proper words from the word bank in their correct forms.

to represent, computation, contribution, different, additive, to precede, to enable to introduce, powerful, improvement, to be based upon, introduction, to perform, introduction, to receive, to use

1. The Roman and Hindu-Arabic systems are __________ systems. 2. They make use of addition in __________ ways. 3. The Hindu-Arabic system __________ contributions from many civilizations. 4. When we __________ some kind of arithmetic computation, we make__________ of the Hindu-Arabic system of numeration. 5. The __________ of zero __________ , the Hindu-Arabic system to make use of position-value. 6. Many other systems __________ the Hindu-Arabic system. 7. The Roman system __________ __________ __________ capital letters, which represent numbers. 8. The Hindus and Arabs made major __________ to the system. 9. This system makes __________ with pencil and paper much simpler.
10. This is quite an __________ over the Roman system. 11. The Hindu-Arabia system of numeration is a __________ system. 12. This new system was __________ in Europe by the Arabs at about the beginning of the tenth century.

Pair Work

1. Read the following Roman numerals.

CDXLVII	MCM	XCVIII
MMDCLVI	MCMLXXVI	XCII
XVI	MM	LXV
LIV	MDCIXVI	CM
CCXXVIII	MCD	XL
MDCCCXCIX	DCC	LV

2. Ask and answer the questions.

1. What system of numeration do we use when performing calculations? 2. Why is it called the Hindu-Arabic system? 3. What value does the Hindu-Arabic system make use of? 4. What are the main differences between the Hindu-Arabic system and the systems that preceded it? 5. What kinds of systems are the Roman and the Hindu-Arabic systems? 6. Do the Hindu-Arabic and Roman systems make use of addition in the same way? 7. What numbers does the Hindu-Arabic system make easy to represent? 8. What are the main improvements of the Hindu-Arabic system over the Roman system of numeration? 9. How many symbols does the Roman system use? 10. How many symbols does the Hindu-Arabic system use for a decimal system?

Listening

Listen to the model and read the following cardinals.

Model: 9,617,333

9 617 333

nine million six hundred (and) seventeen thousand three hundred (and) thirty-three

1) 2,320,735	6) 1,029	11) 56,876,294
2) 1,682	7) 12,128	12) 672,901,711
3) 7,634	8) 18,614	13) 8,700,845
4) 936,637	9)115,498	14)18,545,913
5) 2,315	10) 800,902	15) 918,670,550

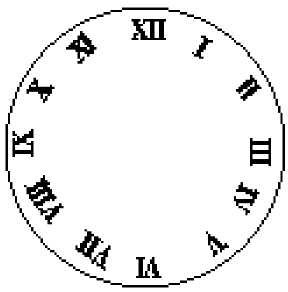
NOTE

To make it easier to read large numbers, we separate the figures of the numbers by commas into groups of three, counting from right to left. The function of the comma is to mark off the thousands, millions and billions. Sometimes in British English a space is used.

Group Work

Solve the following puzzle.

A clock with the hours round the face in Roman block numerals, as illustrated in the sketch fell down and the dial broke into four parts. The numerals in each part in every case summed to a total of 20. Can you show how the four parts of the clock face was broken?



UNIT 3

NUMBERS AND BASIC OPERATIONS

Pre-Reading Tasks

1. Listen and pronounce the following words. While you listen, underline the stressed syllable.

<u>in</u>teger	subtraction	division	contain
quantity	subtrahend	quotient	obtain
digit	multiply	remainder	represent
addition	multiplication	thus	consecutive
addend	multiplicand	generally	ratio
subtract	product	distinguish	

2. Do you know the meaning of all these words? Discuss in pairs.

Find the words you do not know in the text on the next page and try to guess their meaning.

3. Discuss in pairs or groups

- *Can you name the basic arithmetic operations?*
- *How can I get the answer 24 by only using the numbers 8,8,3,3 ? You can use the main signs.*

Reading

NUMBERS AND BASIC OPERATIONS

68 (sixty-eight) is a number. It is a whole number or integer. A number consists of one or more digits. 3, 5, 67 are odd numbers. 2, 12, 78 are even numbers. Arithmetical numbers are represented by symbols called numerals, as the Arabic figures and the Roman figures.

Generally when numbers are written the numerals are grouped by threes so that it becomes easy for the eye to distinguish them. Thus five million six hundred (and) seventy-five thousand four hundred (and) ninety-two is written as 5 675 492. Often the groups of threes are separated from one another by commas, thus: 5,675,492.

Numbers, when written, are often described by the number of numerals they contain, the number of places. Thus 72 is a two-place number and 4895 is a four-place number. Four-place numbers, especially dates, are mostly written without commas or spaces, as 1905, 1943.

Basic Operations. The **addition** of two or more numbers is an arithmetic operation by means of which* a new number is obtained. This new number contains as many units as are contained in all of added numbers taken together. The numbers that are added are known as the addends. The name of the operation is addition. The number resulting from the operation is called the sum. When we add one quantity to another we use the symbol + (plus).

Subtraction is an arithmetic operation by means of which one of the addends is obtained, when the sum and another addend are given. The number from which another number is to be subtracted* is known as the minuend. The number that is subtracted is known as the subtrahend. Subtraction is an operation opposite to addition. The result is known as the difference of the two given numbers. The result is also called the remainder. When we subtract one quantity from another we use the symbol - (minus).

Multiplication is an arithmetic operation by means of which one number is repeated as an addend until it occurs as many times as it is indicated by another number. There are two numbers involved in multiplication. The number by which you multiply is called the multiplier, the number being multiplied* is called the multiplicand. The result of the operation is called the product. When we multiply one quantity by another we use the symbol · or x (multiplied by or times).

The operation by means of which a factor is obtained when the product and the other factor are given is called **division**. The arithmetic operation of division is performed on the number which is called the dividend. The number by which the dividend is to be divided* is called the divisor. The answer, the result of the division of the dividend by the divisor, is called the quotient. The remainder is what is left over after the dividend has been divided into equal parts. When we divide one quantity by another we use the symbol: (divided by) or in England.

The results of these operations are indicated by the symbol = (equals or is equal to).

NOTES TO THE TEXT

by means of which - mille abil

is to be subtracted - tuleb lahutada

the number being multiplied - korrutatav arv

is to be divided - tuleb jagada

Vocabulary and Language Focus

1. Translate into English . Use some of the expressions in sentences of your own.

1. arve sisaldama, 2. eristama, 3. seega, 4. komaga eraldama, 5. eriti kuupäevad, 6. üldiselt, 7. kirjeldama, 8. ilma komadeta kirjutatud olema, 9. täisarv (2), 10. põhitehted, 11. paarisarv, 12. paaritu arv, 13. kolmekaupa grupeeritud olema, 14. kahest arvust koosnema, 15. mingit summat saama (2), 16. neljakohaline arv, 17. millegi abil, 18. erinevus millegi vahel, 19. millegi vastand, 20. kordama, 21. märkidega tähistatud olema.

2. Fill in the blanks, using the following words from the word bank in their correct form.

invent, contain, obtain, indicate, distinguish, separate, especially, generally

1. The result __________ by addition is called the sum. 2. A person with good eyesight can __________ distant objects. 3. The early Hindu number systems have no zero. They

___________ symbols for numbers like twenty, forty, and so on. 4. A symbol for zero had been ___________ in India. 5. I ___________ get up at six o'clock. 6. The sign-post ___________ the right road for us. 7. She likes the country, ___________ in spring. 8. England is ___________ from France by the English Channel.

3. Fill in the table.

What do we do?	**What do we call the operation?**	**What are the members?**	**What is the result?**
		addends	sum
subtract		minuend and	
	multiplication		
divide			

4. Fill in the blanks with suitable words.

1. Eighteen subtracted ___________ twenty equals ___________. 2. The operation which uses the symbol: is called ___________ . 3. Forty-eight ___________ thirty-six equals twelve. 4. The result of a division problem is called the ___________ . 5. A whole number is also known as an ___________. 6. Any number consists of combinations of ____________ .
7. The ___________ of three and four is twelve. 8. Three multiplied ___________ five equals ___________. 9. When we ___________ two quantities, for example, seven plus twelve, the answer (nineteen) is called the ___________. 10. The product is the result when one quantity is ___________ ___________ another. 11. The number by which the ___________ is to be divided is called the ___________ .12. A product is the result when two ___________ are ___________. 13. The product of any number multiplied by ___________ is zero. 14. The numbers to be added are called the __________. 15.

Addition is a mathematical __________ in which one quantity is __________ to another.

Listening

<u>Basic arithmetical operations.</u> Listen to the model and read the following operations.

<u>Model:</u> 37+24=61 (37 plus 24 is/is equal to/equals 61)

70-25=45 (70 minus 25/25 subtracted from 70 is/is equal to/ equals/leaves 45)

5 · 5 =25 (5 times 5 is/equals/is equal to/makes 25/ 5 multiplied by 5 is 25).

16: 4= 4 (16 divided by 4 equals/ is equal to/ is 4, the ratio of 16 to 4 is 4).

1) 116 - 14 =
2) 9+18 = 27
3) 45+62 =107
4) 79 - 65= 14
5) 25 - 2 = 23
6) 16 - 4 = 12
7) 4 · 8 = 32
8) 9 · 18 = 162
9) 14 · 27 = 378
10) 54: 9 = 6
11) 24: 3 = 8
12) 112: 8 = 14
13) 9 + 26 =
14) 10 +   = 17
15) 32 - 5 =
16) 8 + 3 = 11
17) 25:   = 5
18) 36: 9 =
19) 30 · 5 =
20) 9 ·   = 81.

Pair Work

1. Make up questions of your own. Ask your partner.

<u>Model:</u>
1) What is sixty-two plus twenty-six?
2) What is twenty-one minus four?
3) What is thirty-three divided by eleven?
4) What is four times seventeen?

2. Ask and answer the following questions.

1. What does a number consist of? 2. What is an odd number? 3. What is an even number? 4. How are numbers grouped when we write them? 5. Is 347 a two-place number? What is it? 6. What are the four basic operations? 7. What is an addend? 8. What is the result of addition called? 9. What is the minuend? 10. What is the subtrahend? 11. What is the result of subtraction called? 12. What is multiplication? 13. What is the multiplier? 14. What is the multiplicand? 13. What is the result of the operation of multiplication called? 16. What is division? 17. What is the divisor? 18. What is the result of the operation of dividing called? 19. What is the remainder? 20. By what do we indicate the results of the basic operations?

Group Work

Solve the puzzles.

The product of three consecutive numbers when divided by each of them in turn, the sum of the three quotients will be 74.

What are the numbers?

When asked about his birthday, a man said:
"The day before yesterday I was only 25 and next year I will turn 28."
This is true only one day in a year - when was he born?

If one and a half hens lay one and a half eggs in one and a half days, how many eggs does one hen lay in one day?

What number has 3 thousands, 1 more hundred than thousands, 3 fewer tens than hundreds, and 1 fewer one than thousands?

UNIT 4

COMMON FRACTIONS

Pre-Reading Tasks

1. Listen and pronounce the following words. While you listen, underline the stressed syllable.

aggregate	horizontal	express
integer	fraction	perform
contain	vulgar	operations
denominator	indicate	convenient
numerator	reduction	alter

2. Do you know the meaning of all the words? Discuss in pairs.

Find the words you do not know in the text on the next page and try to guess their meaning.

3. Discuss in pairs or groups.

- ***In what way is counting different from measuring?***
- ***What kind of numbers do we use when we count?***
- ***What kind of numbers do we need when we measure?***
- ***What is a fraction?***

Reading

COMMON FRACTIONS

A unit or an aggregate of units is called **a whole number** or **an integer**. A part of a unit is called a fractional number.

Every **fraction** must contain two numbers, a denominator and a numerator. The denominator indicates into how many equal parts the unit is divided. The numerator shows how many of these parts are taken.

A vulgar fraction or **a common fraction** is a number that has the numerator and the denominator represented by numbers placed the one above and the other below a horizontal line. The horizontal line separating the two numbers in each fraction is called the fraction line. In a fraction the upper and lower numbers are called the terms of the fraction, (four fifths or four over five) is a common fraction.

A proper fraction is a fraction in which the numerator is less than the denominator. The value of a proper fraction is always less than 1. $\frac{6}{7}$, $\frac{1}{5}$ and $\frac{9}{10}$ are proper fractions.

An improper fraction is a fraction in which the numerator is equal to or greater than the denominator. The value of an improper fraction is equal to or larger than 1. $\frac{5}{3}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{8}{2}$ are improper fractions.

A number which consists of a whole number and a fraction is called **a mixed number**. $2\frac{1}{9}$, $5\frac{1}{6}$, $9\frac{3}{4}$ are mixed numbers.

In performing operations with fractions it is often necessary or convenient to change their form. The process of changing the form without altering the value is known as reduction. To reduce a fraction to its lowest terms, divide the numerator and the denominator by the largest number that will divide into both of them evenly.

To add or subtract vulgar fractions, we must express them in terms of the lowest common denominator (L.C.D.), e.g. * in $\frac{2}{3}-\frac{1}{5}=\frac{7}{15}$ the lowest common denominator is 15.

To multiply or divide vulgar fractions, e.g.

$2\frac{5}{8}\times 2\frac{2}{3}\times 1\frac{3}{10}$, we must first change the mixed numbers to improper fractions $\frac{21}{8}\times\frac{8}{3}\times\frac{13}{10}$

and then cancel where it is possible

$$\frac{21\times 8\times 13}{8\times 3\times 10}=$$

Then we multiply the numerators and the denominators and express the result as a mixed number

$$=\frac{91}{10}=9\frac{1}{10}.$$

Division is just the opposite of multiplication. To divide one fraction by another, invert the divisor and then multiply. To invert means to turn upside down. Invert $\frac{3}{4}$ and we get $\frac{4}{3}$.

NOTES TO THE TEXT

e.g. /’i:'dʒ i:/ - read: for example

Vocabulary and Language Focus

1. Translate into English . Use some of the expressions in sentences of your own.

1.harilik murd (2), 2. lugeja, 3. nimetaja, 4. murrujoon, 5. täisarv (2), 6. väiksem kui, 7. millegagi võrdne olema (2), 8. olema suurem kui, 9. murru väärtus, 10. kahest arvust koosnema, 11. segaarv, 12. lihtmurd, 13. liigmurd, 14. murdudega tehteid teostama, 15. kuju muutma (2), 16. taandama, taandamine, 17. murdarv, 18. vajalik olema, 19. mugav olema, 20. et murde liita, 21. osa tervikust, 22. kahte arvu eraldama, 23. näitama, osutama (2), 24. korrutamise pöördtehe, 25. ümber pöörama, 26. vähim ühiskordne, 27. esitama murdu segaarvu kujul.

2. Fill in the blanks with the words from the text.

1. In the vulgar fraction seven ninths, ___________ the numerator and ___________ is the ___________. 2. The __________ ___________ ___________ of two thirds and a half is six. 3. An integer plus a fraction makes a ___________ __________. 4. An improper fraction exists when the ___________ is greater than the __________. 5. To add or subtract vulgar fractions, we must ___________ them in ___________ ___________ their lowest common

denominator. 6. $\frac{5}{2}\times\frac{2}{9}$ becomes $\frac{5}{9}$ if we ___________ the two's. 7. A fractional number is a part of a ___________ . 8. A unit or an ___________ of units is called an integer. 9. A part of a unit is called a ___________ . 10. Every fraction contains two numbers, ___________ and ___________ . 11. In performing operations with fractions it is often necessary to ___________ their form. 12. In a fraction the upper and lower numbers are called the ___________ of the fraction.

3. Write synonyms.

an integer
a vulgar fraction
to cancel
to alter
to show
to go to lectures
to turn upside down.
a higher educational institution

4 . Word formation. Complete the table.

Noun	Adjective(s)
education	
	industrial
agriculture	
fraction	
horizon	
addition	

5. Write sentences of your own, using the expressions given below.

to change to ____

to write over ____

to write under ____

to separate ____

to change a whole number ____

without changing ____

to reduce to its lowest terms ____

6. **Word formation. Complete the table.**

How many nouns end in - *or* ? How many in - *er* ?

Verb	**Noun** **suffix *-or***	**Noun** **Suffix *–er***
invent		
instruct		
numerate		
multiply		
denominate		
divide		
indicate		
act	actor	
calculate		
count		
teach		

7. **Fill in the blanks.**

1. In the vulgar fraction seven ninths, ___________ is the numerator and ___________ is the ___________ 2. The ___________ ___________ ___________ of two thirds and a half is six. 3. An integer plus a fraction makes a __________ ___________. 4. An improper fraction exists when the ___________ is greater than the __________. 5. To add or subtract vulgar fractions, we must ___________ them in ___________ ___________ their lowest common denominator. 6. $\frac{5}{2}\times\frac{2}{9}$ becomes $\frac{5}{9}$ if we ___________ the two's. 7. A fractional number is a part of a ___________. 8. A unit or an ___________ of units is called an integer. 9. A part of a unit is called a ___________ . 10. Every fraction contains two numbers ___________ and ___________. 11. In performing operations with fractions it is often necessary to __________ their form. 12. In a fraction the upper and lower numbers are called the ___________ of the fraction.

Pair Work

1. Read the following fractions and define them.

1) $\frac{2}{9}$	6) $\frac{2}{3}$	11) $\frac{1}{2}$	16) $3\frac{11}{15}$
2) $\frac{1}{3}$	7) $\frac{2}{5}$	12) $\frac{1}{7}$	17) $\frac{7}{4}$
3) $\frac{6}{5}$	8) $\frac{2}{13}$	13) $\frac{4}{7}$	18) $\frac{1}{5}$
4) $\frac{1}{4}$	9) $2\frac{5}{6}$	14) $\frac{8}{5}$	19) $\frac{8}{9}$
5) $\frac{3}{4}$	10) $\frac{7}{8}$	15) $1\frac{4}{9}$	20) $\frac{15}{7}$

2. Read out the following operations.

1) $\frac{1}{2}\times\frac{3}{5}=\frac{3}{10}$	4) $\frac{7}{4}:\frac{2}{1}=\frac{7}{8}$	7) $\frac{2}{3}-\frac{1}{5}=\frac{7}{15}$
2) $\frac{5}{8}\times\frac{1}{4}=\frac{5}{32}$	5) $3\frac{1}{4}+2\frac{7}{10}=5\frac{19}{20}$	8) $\frac{1}{6}-\frac{1}{8}=\frac{1}{24}$
3) $\frac{7}{1}\times\frac{3}{5}=4\frac{1}{5}$	6) $2\frac{1}{2}+\frac{9}{10}=3\frac{2}{5}$	

3. Perform the following operations. Give explanations in English.

1) $\frac{5}{7}+\frac{3}{7}=$	4) $\frac{4}{6}-\frac{1}{5}=$	7) $\frac{6}{8}:\frac{22}{7}=$
2) $\frac{1}{4}+\frac{2}{3}=$	5) $\frac{8}{9}\times\frac{5}{6}=$	8) $2\frac{1}{4}:3=$
3) $1\frac{2}{5}-\frac{3}{5}=$	6) $\frac{2}{5}\times 11=$	

4. Translate into Estonian and/or ask questions on the text.

Fractions indicate division, the numerator being a dividend, the denominator a divisor, and the value of the fraction the quotient. A fraction can be reduced to lower terms if the numerator and the denominator are divisible by a single number, that is if they have a common divisor. In order to **reduce a fraction to its lowest terms**, therefore, it is seen at once that the **greatest common divisor** must be used.

5. Ask and answer the following questions.

1. What is a mixed number? 2. What is an integer? 3. What must a fraction contain? 4. What does the denominator show? 5. What does the numerator show? 6. What is a common fraction? 7. What is a proper fraction? 8. Is the value of a proper fraction more or less than 1? 9. What is an improper fraction? 10. What is a fractional number? 11. Why is it sometimes necessary to change the form of fractions? 12. What is reduction? 13. How do you reduce a fraction to its lowest terms? 14. Is it possible to reduce $\frac{10}{8}$ to the lowest terms? In what way? 15. What must you do to add fractions having the same denominator? (different denominators?) 16. What must we do to multiply fractions having the same (different) denominators? 17. How do you multiply a mixed number and a fraction?

Group Work

Solve the following puzzle.

Recently I attended the twelfth wedding anniversary celebrations of my good friends John and Mary. Beaming with pride, John looked at his wife and commented, “At the time we got married Mary was 3/4th of my age, but now she is only 5/6th.

We began to wonder how old the couple must have been at the time of their marriage.

Can you figure it out?

UNIT 5

DECIMAL FRACTIONS

Pre-Reading Tasks

1. Listen and pronounce the following words. While you listen, underline the stressed syllable.

decimal	locate	disregard
nought	retain	significant
cipher	convert	figure
reverse	discard	recurring

2. Do you know the meaning of all the words? Discuss in pairs.

Find the words you do not know in the text on the next page and try to guess their meaning.

4. Discuss in pairs or groups.

- *What is the most important part of a decimal number?*
- *Why do you think so?*
- *What does "Decimal" really mean?*
- *What language does the word come from?*

Reading

DECIMAL FRACTIONS

A decimal fraction is a fraction having a denominator of 10, 100, 1000, or some similar multiple of 10. To write a decimal fraction we use a decimal point. Everything which comes after the decimal point (to the right of it) is a fraction, or part of a unit. All figures to the left of the decimal point are whole numbers and represent whole things.

.2 (or 0.2) is read two tenths (or nought point 2 or 0 /ou/ point 2). 64.5 is read sixty-four point five. 1,957.283 is read one thousand nine hundred and fifty-seven point two, eight, three.

In addition and subtraction the figures must be so placed that the decimal points come under each other. The operations can then be carried out just as if we were dealing* with whole numbers.

In multiplication forget all about the decimal point until the work is finished, multiply as usual with whole numbers. Then point off in the product as many decimal places, counting from the right, as there are decimal places in the multiplier and multiplicand together.

To multiply by 10 move the decimal point one place to the right. To multiply by 100 move the decimal point two places to the right. For other similar multipliers move the decimal point one place to the right for each cipher in the multiplier. This process is reversed in division, the rules being: to divide by 10 move the decimal point one place to the left, to divide by 100 move the decimal point two places to the left, etc.

Divide as in simple numbers*, disregarding the decimal point. Then, to locate the decimal point, subtract the number of decimal places in the divisor from the number of decimal places in the dividend. The difference is the number of decimal places in the quotient.

If there are more decimal places in the divisor than in the dividend, as, for example, .0064 : .00008 then a few ciphers can be added to the right of the dividend, making it .00640 : .00008 . This does not change the value of the dividend, and makes it possible to perform the division and locate the decimal point as before.

A decimal fraction may be changed to a common fraction by leaving out the decimal point, writing the decimal number as the numerator and the number shown by the name of the last decimal place as the denominator.

If we convert $2\frac{1}{4}$ into a decimal fraction, the result is 2.25 (two point two five). If we convert $\frac{2}{3}$ into a decimal fraction, we obtain $0.\dot{6}$ (nought point six recurring).

Note that 17: 3 = $5.\dot{6}$ or 5.67 correct to two decimal places. Note also that π is equal to 3.142 correct to four significant figures. 57.074 correct to 3 significant figures is 57.1. "Significant figures" are those which are retained whatever the position of the decimal point. Thus 38.97, 55.04, 0.03416 are all expressed to four significant figures. Discarding of the unnecessary decimal places is known as the rounding of numbers.

NOTES TO THE TEXT

We sometimes say "decimal" when we mean anything to do with our numbering system, but a "decimal number" usually means there is a decimal point.

just as if we were dealing with - just nagu me tegeleksime

as in simple numbers - nagu täisarvude korral

Vocabulary and Language Focus

1. Translate into English . Use some of the expressions in sentences of your own.

1. sarnane olema, 2. koma (kümnendpunkti) kasutama, 3. sellest paremal (vasakul), 4. täisarve tähistama, 5. üksteise all, 6. tehteid teostama (2), 7. millegagi tegelema (3 pv.), 8. korruta nagu tavaliselt, 9. paremalt loendades, 10. sama palju kui, 11. ühe koha võrra paremale nihutama, 12. rohkem kui, 13. ümber pööratud olema, 14. reeglid, 15. korruta nagu täisarvude puhul, 16. hoolimata, arvesse võtmata, 17. asukohta määrama, 18. võimalikuks tegema, 19. mõned numbrid, 20. väärtust muutma, 21. arve ümardama, 22. ümardatud nelja tüvenumbrini, 23. ära jätma (välja jätma), 24. viimane kümnendkoht, 25. kümnendmurruks muutma (2), 26. seega, 27. tulemust saama, 28. ümardatud sajandike täpsuseni, 30. 0,6 perioodis.

2. Fill in the blanks.

A. 1. Whole numbers __________ whole things. 2. To multiply the decimal

fraction by ten, we simply move the __________ __________ one place to the right.
3. 57.074 correct to __________ __________ __________ is 57.1. 4. To divide the decimal fraction by __________ we simply move the decimal point one __________ to the __________ . 5. In multiplication with decimal fractions multiply as usual with __________ __________ . 6. To multiply by 100__________ the decimal point two __________ to the __________ . 7. Professor Smith __________ _________ many mathematical problems.
8. When we __________ 45.6723 to one decimal place, we __________ 45.7. 9. In rounding the numbers we __________ the unnecessary decimal places. 10. Significant figures are those figures which we retain, __________ __________ 57.074 correct to three __________ __________ is 57.1. 11. Where shall we __________ the decimal point in the quotient? 12. To __________ a vulgar fraction to a decimal fraction, we simply __________ the numerator by the denominator.

B. When we __________ a vulgar fraction into a decimal fraction, the numerator is __________ by the __________ . The integer (if any) and the other __________ are separated by a __________ __________ . Sometimes the number of digits after this __________ __________ is infinite.For example, when we divide 1 by three. In this case we have the answer $0.\dot{3}$, or nought point three __________.

Pair Work

1. Read out the following.

1) 43.554
2) 10.2
3) 81.335
4) 16.9761
5) 3.5
6) 13,945.614
7) 4,321.9
8) 84.981
9) 2.46
10) 681.681

11) 3.6 + 7.2 = 10.8
12) 27.1 - 3.4 = 23.7
13) 6.9 · 2,2 = 15.18
14) 8.8: 2.2 = 4
15) 781.9+63.5 = 845.4
16) 436.6 - 231.8 = 204.8
17) 72.4 · 61.5 =4,452.6
18) 655: 3 = $218.\dot{3}$
19) 10: 6 = $1.\dot{6}$
20) 6.5 · 42.6 = 276.9

2. Ask and answer the following questions.

1. What is a decimal fraction? 2. How do we write decimal fractions? 3. What do the figures to the left (to the right) of the decimal point represent? 4. How do we write decimal fractions when we want to add them? 5. How can we carry out the operations of addition and subtraction? 6. How do we change a decimal fraction to a common fraction? 7. How do we multiply (divide) decimal fractions? 8. What are significant figures? 9. What do we do when we round decimal fractions?

Listening

Listen to the text and discuss in pairs.

Is it easier to compare vulgar or decimal fractions? Why?

COMPARING FRACTIONS. Decimal fractions are useful when we wish to compare fractions. If we take the two vulgar fractions and they are difficult to compare. The comparison is made simpler when they are converted into decimal fractions. $\frac{63}{79} = 0.797$ $\frac{53}{69} = 0.768$. These fractions are correct to three decimal places.

Group Work

Solve the following puzzle.

The combined ages of Richard and Mary are 44 years and Richard is twice as old as Mary was when Richard was half as old as Mary will be when Mary is three times as old as Richard was when Richard was three times as old as Mary.
How old is Richard?

UNIT 6

PERCENTAGE, RATIO AND PROPORTION

Pre-Reading Tasks

1. Listen and pronounce the following words. While you listen, underline the stressed syllable.

per<u>cen</u>tage	average	actual
percent	ratio	reduce
equivalent	proportion	refer
entire	inverse	equivalent
particular	architect	

2. Do you know the meaning of all the words? Discuss in pairs.

Find the words you do not know in the text on the next page and try to guess their meaning.

3. Discuss in pairs or groups.

- ***In how many ways can a percentage be expressed?***
- ***How can we compare ratios?***
- ***Can you explain what the golden ratio is?***
- ***Can you express the golden ratio algebraically?***

Reading

PERCENTAGE, RATIO AND PROPORTION

We have already learned two ways of writing fractional parts: common fractions and decimal fractions. Another method is by using percentage.

Percentage is a particular kind of a decimal fraction, the denominator of which is always 100. Instead of writing the denominator we use the term "percent"* to indicate that the denominator is 100. The word "percent" and the sign % actually refer to the denominator of a fraction expressed as hundredths*. When we speak of "6 percent", we mean $\frac{6}{100}$ or 0.06. These all mean the same thing, namely, 6 parts out of 100. In working with problems involving percentage we must be able to change a percent to a decimal and a decimal to a percent.

We can change a percent to a decimal by dropping the percent sign and moving the decimal point two places to the left. We can change a percent to a common fraction with a given number as the numerator 100 as a denominator.

One hundred percent of quantity is the entire quantity. To find a percent of a number, change the percent to the equivalent decimal fraction or common fraction and multiply the number by the fraction. To find the percent of one number from a second number, form a fraction in which the first is the numerator and the second number is the denominator. Divide the numerator into the denominator and change the decimal fraction to a percent. To find a number when a percent of it is known, change the percent to an equivalent decimal fraction or common fraction, divide the given number by this fraction.

If a student scores 81% in one test and 87% in the next, his average (or mean) percentage is 84%.

If, in a given classroom, there are fourteen boys and seven girls, we say that the ratio of girls to boys is 1:2 (one to two).

When we build a model ship, we make it to the scale. For example, if a model is built to a scale of 1:30 (one to thirty), this means that 10 centimetres on the model re-presents 300 centimetres on the ship itself. The scale of a map shows the ratio of the distance on the map to the distance on the area covered by the map.

3:6 (three to six) and 5:10 (five to ten) are two equal ratios, in other words 3 and 6, 5 and 10 are in proportion (in direct proportion, or directly proportional). If it takes 5 men one hour to do a job, and 10 men half an hour to do the same job, we can say that the number of men and the time are in inverse proportion, or that these quantities are inversely proportional.

When an architect makes a plan of a house, his drawing is much smaller than the actual house. The plan is reduced in size to fit the paper he is using. This process of reducing in size is called drawing to scale. The reduced drawing is known as a scale drawing.

NOTES TO THE TEXT

In British English, *percent* is sometimes written as two words (*per cent*, although *percentage* and *percentile* are written as one word). In American English, *percent* is the most common variant, but *per mille* (1 part in 1,000) is written as two words. In EU context the word is always spelled out in one word *percent.*

expressed as hundredths - sajalistena väljendatuna

Vocabulary and Language Focus

1. Translate into English . Use some of the expressions in sentences of your own.

1. murdu moodustama, 2. kümnendmurru eriliik, 3. veel üks meetod, 4. täishulk, 5. nimetaja kirjutamise asemel, 6, märki kasutama, 7. tegelikult, 8. millelegi viitama, 9. murruna väljendatuna, 10. sedasama tähendama, 11. protsenti kümnendmurruks muutma, 12. protsendimärki ära jätma, 13. kümnendpunkti kahe koha võrra vasakule nihutama, 14. mõõtkava järgi joonestama , 15. tähistama, 16. tüdrukute ja poiste arvuline suhe klassis, 17. võrdelises sõltuvuses olema, 18. pöördvõrdelises sõltuvuses olema, 19. suuruselt vähendatud olema, 20. tegelik arv, 21. osutama, näitama, 22. keskmine protsent.

2. Fill in the blanks.

1. In a certain country, rainy days and dry days are in the __________ 1:7. 2. If three metres of a material cost 225 units of money and eight metres cost six hundred units

of money, the lengths and prices are __________ __________ . 3. If a plan of a building is drawn to a __________ of 1:65, one centimetre of the plan __________ sixty-five centimetres on the building. 4. To convert a _________ to a fraction, divide __________ 100. 5. If we wish to __________ a vulgar fraction as a __________ , we must __________ by one hundred. 6. We can change a percent to a decimal by __________ the percent sign.

7. __________ __________ writing out the words "percent" we more often use a special __________ after the number. 8. The fraction $\frac{8}{40}$ __________ as a percentage is 20%.

9. One __________ percent of quantity is the entire quantity. 10. The process of __________ in size is called drawing to __________ .

Pair Work

1. Ask and answer the following questions.

1. What percentage is four fifths? 2. What is thirty percent of fifty? 3. Express fifty-six as a percentage of seventy. 4. What is four and a half percent of eight hundred people? 5. What fraction is seventy-five percent? 6. What decimal fraction is sixty-three point nine percent? 7. What is the ratio of men to women if sixty percent are men? 8. In a class of twenty-five students, twenty come to school by bus and five on foot. What is the ratio of those who come on foot to those who come by bus, and what percentage of the class does each group represent? 9. The numerator of a fraction is 6. This numerator is equal to thirty-three point three recurring percent of the denominator. What is the fraction? 10. Which fraction with a denominator of sixteen is in proportion to one over four? 11. If a plan is drawn to a scale of 1:50, what is the actual measurement which is shown on the plan as four centimetres? 12. Divide one hundred and forty sheep into two groups in the ratio of 3:4. 13. Divide thirty-six pounds into three parts in the ratio 6:5:1. 14. Five families have a total of 100 sheep. How many sheep will six families have if the numbers are in proportion? 15. A concrete mix of cement, sand and gravel (betoonisegu tsemendist, liivast ja kruusast) is made in the ratio of 2:5:8. What is the weight of each part in thirty tons of concrete? 16. In a class of

students the ratio of success to failures in an examination was 9:2. If eighteen students passed the examination, how many failed? 17. If ten litres of oil weighs eight kilograms, and a litre of water weighs one kilogram, what is the ratio of the relative density (suhteline tihedus) of oil and water?

2. Ask and answer the following questions.

1. What is percentage? 2. What methods are there for writing fractional parts? 3. What does the term "percent" indicate? 4. Where do we put the percent sign? 5. How do we change a percent to a decimal fraction? 6. How much is the entire quantity expressed as a percentage? 7. How do we change a vulgar fraction to a percentage? 8. What must an architect do when he wants to build a house? 9. What is the ratio of girls to young men in your group? What percentage of the group do they represent? 10. What kinds of "proportion" are there?

Group Work

Solve the puzzle.

A father, I know, is 4 times his son's age. And in 30 years the son will be half as old as his father. How old are the father and son each now?

UNIT 7

POWERS AND ROOTS

Pre-Reading Tasks

1. Listen and pronounce the following words. While you listen, underline the stressed syllable.

involution	exponent	specify
evolution	obtain	index
inverse	equation	indices
omit	customary	base
thus	extract	logarithm
original	require	

2. Do you know the meaning of all the words? Discuss in pairs.

Find the words you do not know in the text on the next page and try to guess their meaning.

3. Discuss in pairs or groups.

- *How many square roots does every positive real number have?*
- *One of the square roots of a positive number is also positive. Is the other one?*
- *Can you take the cube of a negative number?*
- *When you have a root in the denominator, it is declared irrational, so the process of removing the root is called what?*

Reading

POWERS AND ROOTS

Involution. A number may be multiplied by itself, this result may be again multiplied by the original number, and so on, thus $2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 16$, in which 2 is used 4 times as a factor, This process is called involution, which may be defined as follows:

Involution is the process of finding the result when a number is used a given number of times as a factor. A shorter way of expressing the fact that 2 is used 4 times as a factor is the following: $2^4 = 16$ (read: 2 to the fourth power equals 16, or, the fourth power of 2 equals 16).

The terms in involution are base, exponent and power. The base is the number which is to be used a given number of times as a factor, the exponent is the number indicating how many times the number is used as a factor, the power is the result obtained by using a number a given number of times as a factor. In the above illustration, 2 is the base, 4 the exponent, and 16 the power. Hence involution is often spoken of as the process of raising a number to a given power.

Evolution. Let us now consider the inverse operations. In the equation, $2^4 = 16$, we have three terms, 2, 4, 16, any one of which may be wanting*. If the 2 is wanting, question is: What number raised to the fourth power equals 16? $x^4 = 16$. That is, we are to find* what number used a given number of times as a factor produces a given result. This process is known as evolution. The customary form of indicating that this operation is to be performed is: $\sqrt[4]{16} = ?$ (read: the fourth root of sixteen equals what?) The terms are the number or base, index, and root. The index indicates the root to be extracted. The base is the number whose root is to be extracted. The root is the result obtained by extracting an indicated root. In the above illustration, 4 is the index, 16 is the number or base; 2 is the required root. In expressing square root it is customary to omit the index, for example, $\sqrt{25}$.

If the 4 is wanting in the above equation, the question is: To what power must 2 be raised to produce 16 as the result?

$$2^x = 16$$

The form of expressing this question is: $\log_2 16 = ?$ (read: the logarithm of 16 to the base 2 equals what?). The result is called the logarithm of the number. The customary or common base is 10; in speaking of the logarithm of a number, unless otherwise specified, we mean to what power must 10 be raised to produce the given number.

Illustration:

.$10^2 = 100$, hence the logarithm of 100 is 2. Since 10 is understood to be the base it is not written. $\log 100 = 2$ is the customary form, not $\log_{10} 100 = 2$.

NOTES TO THE TEXT

which is to be used - mida tuleb kasutada
any of which may be wanting - igaüks neist võib olla otsitavaks
we are to find - meil tuleb leida
index , pl. indexes, indices /'indisi:z/

Vocabulary and Language Focus

1. Translate into English . Use some of the expressions in sentences of your own.

1. astendamine, 2. algarv, 3. tegur, 4. liige; termin, 5. alus, põhi, 6. astmenäitaja, astendaja, 7. ülaltoodud näide, 8. astendama, astmesse tõstma, 9. juurimine, 10. vastupidine tehe, 11. võrrand, 12. otsitav olema, 13, tavaline, üldtarvitatav olema, 14. juur, 15. juurija, (juure)näitaja, 16. juurima, juurt leidma, 17. ruut, 18. logaritm 16-st, 19. määrama, tähistama, määratlema, 20. tähendama, mõtlema, (millegi all) mõistma, 21. siit, järelikult, 22. tulemust saama, 23. defineerima, 24. nõutud juur, 25. antud arv kordi.

2. Fill in the blanks.

1. Any number to the __________ of 0 (nought /'no:t/) is equal to__________ . 2. To divide powers we __________ the __________ . 3. To __________ a power to a power, we __________ the exponents. 4. *a* to the __________ of five divided __________ *a* __________ equals *a* cubed. 5. The __________ __________ of forty-nine is seven. 6. The __________ in evolution is the number whose root is to be extracted. 7. The base in _________ is the number which is to be used a given number of times as a factor. 8. The __________ of a root indicates the __________ to be extracted. 9. To what power must 3 be __________ to produce 9 as a result? 10. In the __________ , $x^4 = 16$, we are to find

what number used 4 __________ as a factor produces the given result. 11. Involution and evolution are __________ operations. 12. Involution is the __________ of finding the __________ when a number is used a given number of times as a factor. 13. In speaking of the __________ of a number, we mean to what power must 10 be __________ to produce the given number.

3. Write sentences of your own, using the following expressions.

to square a number ____

to raise to power ____

to obtain a result ____

to take a square root ____

to take a cube root ____

Listening

Listen to the models and practise reading the powers and roots.

Model 1: 1) x^2 (x square(d) /x to the second power /the square of x/the second power of x)

2) y^3 (y cube(d)/y to the third power/the cube of y/ the third power of y)

3) n^{-10} (n to the minus tenth (power)/(the) minus tenth power of n)

4) $(x+y)^2$ (quantity x plus y squared/x plus y all squared)

Model 2: 1) $\sqrt{64}$ (the square root of 64)

2) $\sqrt[3]{27}$ (the cube root of 27)

3) $\sqrt[5]{x}$ (the fifth root of x)

4) $\sqrt[3]{8x^6y^9}$ (the cube root of 8x to the power of 6 y to the power of 9)

Pair Work

1. Read out the following.

1) $x^5: x^2=$	6) $3y^2 \cdot y=$	11) $a^3 \cdot a^2=$
2) x^2+y^3	7) a^2+b^2	12) $(x^2)^3=$
3) p^4	8) $z^n=(x+y)^2$	13) $5^2=25$
4) x^y	9) $6a^2-3a^2=$	14) $7^2=$
5) $4b^2 \cdot 2b^2=$	10) $6y^2:3y^2=$	15) $-5^3=$

2. Read out the following. Express in more simple terms.

1) $\sqrt{x}^{\,2}$	6) $\sqrt{a^2b^2}$	11) $\sqrt[3]{8}$
2) $\sqrt[3]{8a^6}$	7) $\sqrt[3]{a^6}$	12) $\sqrt[3]{64}$
3) $\sqrt{4x^4}$	8) $\sqrt[5]{a^5}$	13) $\sqrt[3]{27a^3}$
4) $\sqrt[4]{m^4n^8}$	9) $\sqrt{16b^2}$	14) $\sqrt[6]{a^3}$
5) $\sqrt[3]{b^3}$	10) $\sqrt[3]{8x^6y^9}$	

3. Ask and answer the following questions.

1. What is involution? 2. What are the three terms of involution? 3. What does the exponent of a power show? 4. What operation is inverse to involution? 5. What is evolution? 6. What does the index of a root indicate? 7. What is meant by the logarithm of a number? 8. What is the second power of 9? 9. What is the fourth power of 3? 10. What is the square root of 64? 11. What is the fifth root of 32?

4. Work in pairs. Look at ex. 3 questions 8 - 11. Ask each other similar questions.

Group Work

Solve the problem. Give explanations in English.

If the value of an investment in the stock market increases by 25% each year, what will be the value of a \$8000 investment in 3 years?

Solve the puzzle.

Can you place 10 coins in such a way that they lie in 5 straight lines and on each line there are 4 coins? There are at least two solutions.

UNIT 8

THE NATURE OF ALGEBRA

Pre-Reading Tasks

1. Listen and pronounce the following words. While you listen, underline the stressed syllable.

arithmetic	monominal	supply
arithmetic(al) operation	formulae	thus
algebra	average	polynomial
algebraic	trinominal	
alphabet	binominal	
generalization	allied	
particular	apply	

2. Do you know the meaning of all the words? Discuss in pairs.

Find the words you do not know in the text on the next page and try to guess their meaning.

3. Discuss in pairs or groups.

- *What does algebra deal with?*
- *What do the expressions al-jebr in Arabic and algebra in Medieval Latin actually mean?*
- *What is the difference between the old "classical algebra" and the new "modern algebra", which emerged early in the nineteenth century?*

Reading

THE NATURE OF ALGEBRA

Algebra is a generalization and development of arithmetic. The two sciences are closely allied to one another.

In arithmetic numbers are represented by figures, and these have only one value. In algebra they are represented by the letters of the alphabet, and these can have any value given to them. Letters of the Latin alphabet are generally used to represent numbers.* Since the letters or symbols, as they are called, may stand for any numbers, the results obtained are true of all numbers.

Thus, in arithmetic, $5 \cdot 6$ is always equal to 30, that is, has only one value, but on the other hand $5 \cdot a$, which is written $5a$, has many values depending on the value that is given to a. Again, if a man walks 4 miles an hour, he can go 12 miles in 3 hours, - a particular result, and in x hours he can go $4x$ miles, - a general result, having many values depending on the value we give to x. Also, if a man walks at the rate of v miles an hour for t hours, he goes $v \cdot t$ miles, that is, vt miles. Remembering this result, we could apply it in hundreds of particular cases, so that algebra supplies us with formulae* which we can use to help us to work problems in arithmetic. For example, the statement "Average speed is equal to the distance covered divided by the total time taken", can be written as the formula:

$$v = \frac{d}{t}$$

distance - d; speed - v; time - t.

Algebraic expression. An algebraic expression is an expression in which several numbers represented by letters (or by letters and figures) are connected by means of signs indicating the operations with numbers and the order of these operations.

Such are, for instance, the expressions:

$$\frac{a}{100} \cdot p, \ ab, \ 2x-5, \text{ etc.}$$

An algebraic expression whose parts are not separated by plus or minus signs is called a term, as

$$2x^3, \quad -5xyz, \quad \frac{xy}{z}.$$

In the expression $7x^2 - 3y + 8$ there are three terms.

An expression of one term is called a monomial. Examples: x^2, $7y$, $-3ab$. An expression consisting of two or more terms is polynomial. Example: $a^2+2ab+b^2-6c^2$.

A polynomial of two terms is called a binomial, an expression of three terms is called a trinomial.

NOTES TO THE TEXT

formula (sing.), plural: formulas or formulae

Vocabulary and Language Focus

1. Translate into English. Use some of the expressions in sentences of your own.

1. arvudega tegelema, 2. tihedalt teineteisega seotud olema, 3. aritmeetika edasiarendus, 4. üldine, üldiselt, üldistus, üldistama, 5. tähtedega tähistatud olema, 6. ainult üht väärtust omama, 7. ükskõik millist väärtust omama, 8. kõikide arvude kohta kehtima, 9. väärtusest sõltuma, 10. neli miili tunnis, 11. täpne ja üldkujul antud tulemus, 12. kõndima kiirusega 4 miili tunnis, 13. keskmine kiirus, 14. valem, valemid, 15. kasutama (rakendama) seda valemit sadades eri olukordades, 16. nii et, 17. millegagi harjuma, 18. antud avaldisi algebraliselt avaldama, 19. sümbolite ja märkide abil ühendatud olema, 20. üksliige ja hulkliige, 21. kahest või kolmest liikmest koosnema, 22. tulemust meelde jätma, 23. binoom ja trinoom , 24. varustama, 25. saadud tulemus, 26. miinusmärgiga eraldatud olema, 27. tehete järjekord.

2. Word formation. Complete the table.

Verb	Noun
	introduction
	generalization
	definition
divide	
express	
	multiplication
	application
	supply
operate	
represent	
	subtraction
state	

3. Write adverbs to the following adjectives (by adding the suffix -*ly*) :

Adjective	Adverb	Adjective	Adverb
general		different	
particular		ordinary	
similar		simple	

4. Fill in the prepositions in the following expressions. Make up sentences of your own.

to be represented ….. , to deal ….. , to stand …., to be closely allied ….. , to supply somebody …. something.

5. Fill in the blanks with suitable words.

1. Algebraic expressions which ___________ ___________ more than one term are called multinomials or polynomials. 2. By the use of algebra we can reduce complex problems to simple ___________ . 3. Algebra is a ___________ of arithmetic, 4. In any algebraic expression quantities which are to be added or subtracted are called ___________ . The ___________
2a + b - 3cd contains three ___________ . 5. Algebra is ___________ in many ___________ of life and science. 6. An expression of one term is called a ___________ . 7. When we have solved a particular problem, we can often reduce the method of solving it to a fixed pattern (mudel), and write down this pattern as a ___________ which can be ___________ for solving similar problems. 8. The outstanding characteristic of algebra is the use of letters to ___________ numbers. 9. Algebra is closely ___________ to arithmetic. 10. The expression $a^2 + 2ab + b^2 - 6c^2$ ___________ four terms.

Pair Work

1. Read out the following expressions.

1) a^2+b^2

2) $(x-y)(x-2)$

3) $(x-y)ab$

4) $\frac{3}{4}(y-4)$

5) $x-(x-1)^2$

2. Read out the following formulae.

1) $C=\pi d$	5) $I=\dfrac{PRT}{100}$	8) $F=\dfrac{mv^2}{r}$
2) $2S=U+V$	6) $F=\dfrac{9}{5}C+32$	9) $E=mc^2$
3) $x=a^n-b^2$	7) $V=\pi r^2 h$	10) $A=\pi r^2$
4) $v=u+at$		

3. Read and change the subject of the formulae.

Often we will need **<u>to change the subject of a formula</u>**. For example, from Boyle's law, we have the formula

$$P = \frac{k}{V}.$$

We can change the subject of the formula to V, and the result is $V = \dfrac{k}{p}$.

Change the subject of the formulae given in exercise 2 as follows:

1) d =	5) P =	8) r =
2) V =	6) C =	9) m =
3) b =	7) h =	10) π =
4) u =		

4. Ask and answer the following questions.

1. What science is algebra closely allied to? 2. What do we use in algebra to represent numbers? 3. What is an algebraic expression? Give some examples. 4. What does an algebraic expression consist of? 5. How many terms does the expression a^2+2ab contain? 6. What is an expression of one term called? 7. What is a binomial? 8. What is a trinomial? 9. What is a polynomial? 10. What is a term? 11. What is a formula?

Listening

Listen to the following text. Then speak about the order of operations in an algebraic expression.

<u>Order of Operations in an Algebraic Expression</u>

With regard to the order in which the operations indicated in an algebraic expression should be performed, it was agreed upon to perform the operations of the higher order first, i.e., involution and evolution, then multiplication and division, and, finally, addition and subtraction. Thus, if we have the expression

$$3a^2b - \frac{b^3}{c} + d\ ,$$

we must, when evaluating it, first perform the involution (square the number a and cube the number b) , then the multiplication and division (multiply 3 by a^2 and the result obtained by b, divide b^3 by c) and, finally, the subtraction and addition (subtract $\frac{b^3}{c}$ from $3a^2b$ and add d to the result).

Group Work

Solve the puzzle.

Please help Alice.

Poor little Alice started to do this multiplication problem but was spanked sent to bed before she had a chance to complete it. If you don´t help her she´ll get another "2" in her artithmetic and probably another spanking. What can you do with it? Who is the quickest to give the answer ?

$$\begin{array}{r} \cdot\ \cdot\ 7 \\ \cdot\ \cdot\ \cdot \\ \hline \cdot\ \cdot\ 9 \\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \ \ \ \\ \hline 3\ \cdot\ \cdot\ 1\ 9 \end{array}$$

UNIT 9

AXIOMS AND THEOREMS

Pre-Reading Tasks

1. Listen and pronounce the following words. While you listen, underline the stressed syllable.

	proof	eliminate
axiom	fundamental laws	elimination
axiomatic	accept	contradict
assume	theorem	contradiction
assumption	deduce	therefore
prove	deduction	mutually

2. Do you know the meaning of all the words? Discuss in pairs.

Find the words you do not know in the text on the next page and try to guess their meaning.

3. Discuss in pairs or groups.

- ***Mathematicians describe an especially pleasing method of proof as elegant. Depending on context, what may this mean?***
- ***Can you name the theorem for which the greatest number of different proofs have most probably been discovered?***

Reading

AXIOMS AND THEOREMS

Axioms. Some mathematical laws are accepted without proof. These fundamental laws are known as axioms. In algebra, for example, there are the following axioms:

1) $x + y = y + x$

2) $xy = yx$

3) $x +(y + z) = (x + y) + z$

4) $x(yz) = (xy)z$

5) $x(y + z) = xy + xz$

6) $x + 0 = x$

7) $1x = x$

8) For every real number x, there is a real number y such that $x + y = 0$.

9) For every non-zero real number x, there is a real number y such that $xy = 1$.

Theorems. From the axioms given above we can prove all the laws of algebra. Laws which are not axioms are called theorems, A theorem is a statement of mathematical truth which has to be proved from facts already proved or assumed. There are various methods of proving theorems. Some examples are given here.

<u>Proof by deduction.</u>

Theorem 1.

To prove: If $a + b = a + c$, then $b = c$.

Proof: By axiom (8), there is a number y such that $y+ a = 0$. Adding y to both sides gives

$$y + (a + b) = y + (a + c).$$

By axiom (3), we have $(y+a) + b = (y + a) + c$. But. $y + a = 0$, therefore $0 + b = 0 + c$. By axiom (6), $0 + b = b$ and $0 + c = c$.

Therefore $b = c$.

<u>Proofs by elimination and contradication.</u>

Theorem 2.

To prove: Given a and b, there is one and only one x such that $a + x = b$.

Proof: There are three possibilities: more than x, less than one x, exactly one x. If we eliminate two of these possibilities, then third must be true. We can divide the proof into three parts.

a) To prove that there is not less than one such that $a + x = b$. By axiom (8), there is a number y such that $a + y = 0$.

Let $x = y + b$, then $a + x = a + (y + b)$. By axiom (3) $a + x = (a + y) + b$. But $a + y = 0$, therefore $a + x = 0 + b$. By axiom (6), $a + x = b$. Hence there is not less than one x such that $a + x = b$.

b) To prove there is not more than one x such that $a + x = b$. We can prove this by using proof by contradiction, i.e. we assume the opposite of what we are trying to prove and show that this leads to a contradiction.

Assume that there are several different x, such that $x_1 \neq x_2 \neq x_3$, etc. and

$a+x_1=b$, $a+x_2=b$, $a+x_3=b$, etc. i.e.*

$a+x_1=a+x_2=a+x_3$, etc.

By theorem 1, we have $x_1=x_2=x_3$ etc., but this contradicts our assumption that $x_1 \neq x_2 \neq x_3$ etc. Therefore there is not more than one x such that $a + x = b$.

c) Two possibilities have been eliminated, therefore the only remaining possibility is that there is one and only one x such that $a + x = b$.

NOTES TO THE TEXT

i.e. = id est (Lat.), read: that is

Vocabulary and Language Focus

1. Translate into English. Use some of the expressions in sentences of your own.

1. teoreemi tõestama, 2. ilma tõestuseta tunnustama, 3. algebra seadused, 4, mitmed teoreemide tõestamise meetodid, 5. näiteks, 6. seega, 7. üks ja ainult üks x, 8. rohkem kui üks x, 9. vähem kui üks x, 10. täpselt üks x, 11. liitma y mõlemale poolele, 12. tõene olema, 13. aksioomidena tuntud olema, 14. tõestus deduktsiooni teel, 15. vastupidist eeldama, 16. eeldus, 17. vasturääkivusele viima, 18. ainus ülejäänud võimalus, 19. elimineerima kaht võimalust kolmest, 20. nii et, 21. kui ... , siis ... .

2. Say whether the following statements are true (T) or false (F). Correct the false statements:

1) Theorems are fundamental laws.
2) There are not less than three ways of proving theorems.
3) All of the symbols a, b, x, y used in the above proofs refer to real numbers.

4) All of the symbols a, b, x, y used in the above proofs refer to non-negative numbers.

5) The three kinds of proof shown are mutually exclusive.

3. Word formation. Complete the table.

Verb	***Noun***	***Adjective***
contradict		
deduce		
	eliminate	
		inventive
prove		
	application	
	supply	
differ		
		exclusive
solve		
		divisible
	assumption	

Pair Work

1. Using the information given in the reading text about axioms, we may say about the first axiom:

It is <u>*axiomatic*</u> that <u>*if*</u> x +y = a, <u>*then*</u> y + x = a.

Form similar sentences about the other axioms given in the reading text.

2. Read the model and look at the reading text. Form similar sentences about the n axioms.

Axiom 1 is illustrated by the following example:

2 + 3 = 5; 3 + 2 = 5.

1) $1 \cdot 22 = 22$

2) 5 is a non- zero real number, $\frac{1}{5}$ is a real number

3) $5 \cdot 7 = 35$: $7 \cdot 5 = 35$

4) $3 \cdot (11 + 19) = 3 \cdot 30 = 90$; $(3 \cdot 11) \cdot (3 \cdot 19) = 33 + 57 = 90$

5) $3 + 0 = 3$

6) $3 + (4 + 5) = 3 + 9 = 12$, $(3 + 4) + 5 = 7 + 5 = 12$

7) 5 is a real number; -5 is a real number

8) $2 \cdot (3 \cdot 4) = 2 \cdot 12 = 24$; $(2 \cdot 3) \cdot 4 = 6 \cdot 4 = 24$

3. Complete the proofs of two more theorems by filling in the blanks with suitable words.

Say what kinds of proof are used.

Theorem 1: If ab = ac and $a \neq 0$, then b = c.

By ___________ there is a number y ___________ ya = 1.

___________ both sides by y, ___________ y (ab) = y (ac).

By ___________, (ya) b = (ya) c.

But ya = 1 , _________ 1b = 1c.

By ___________ , 1b = b and 1c = c.

___________ b = c.

Theorem 2: Given $a \neq 0$ and b, there is one and only one x such that ax = b.

There are three possibilities, ___________ one x, ___________ one x, __________ one x.

i) By ___________ there is a number y ___________ ya = 1.

___________ x = yb.

___________ ax = a (yb).

By ___________, we have ax = (ay) b.

___________ay = 1, ___________ ax = 1b.

By ___________ ax = b.

___________ there is ___________ .

ii) ___________ $ax_1 = b$, $ax_2 = b$, $ax_3 = b$, etc. and

$x_1 \neq x_2 \neq x_3$, etc. ___________ $ax_1 = ax_2 = ax_3$, etc.

By ___________, we have $x_1 = x_2 = x_3$, etc.

But this ___________ our ___________ that $x_1 \neq x_2 \neq x_3$, etc.

___________ there is ___________ .

iii) ___________ the only ___________ possibility is that there is ___________ .

4. Ask and answer the following questions.

1. What is an axiom?
2. What is a theorem?
3. What methods of proving theorems can you name?
4. What is an assumption?
5. What is an assertion?

5. Formulate the *assumption* and *assertion* of a theorem.

Group Work

Solve the puzzle.

A young mathematician when asked his age replied, ”My grandfather was 65 when I was born. Now if you add the square root of the year of the California Gold rush (a rational number) to the square root of the year in which a king of England addicated (a rational number) you´ll have Grandpa´s age, so all you need to do is subtract 65 from this and you´ll know how old I am now.”

How old is this obnoxious lad?

UNIT 10

FACTORS AND COEFFICIENTS

Pre-Reading Tasks

1. Listen and pronounce the following words. While you listen, underline the stressed syllable.

coefficient	reverse	trinomial
divisible	literal	polynomial
multiple	algebraic	expand
numerical	binomial	factorize

2. Do you know the meaning of all the words? Discuss in pairs.

Find the words you do not know in the text on the next page and try to guess their meaning.

3. Discuss in pairs or groups.

- ***Throughout mathematics, we use a process known as factorising in many different problems. What is this process used for?***
- ***How to factorise polynomials?***

Reading

FACTORS AND COEFFICIENTS

Arithmetical Factors. Each of two or more numbers whose product is a given number, is called a factor of the given number. If a number divides exactly into a second number, the first is called a factor of the second, and the second is a multiple of the first. Example: 25 divides exactly into 100, so 25 is a factor of 100, and 100 is a multiple of 25.

The fraction 8/24 is normally written as 1/3. It is normal to express fractions in their lowest terms. Here 2, 4 and 8 are all factors of both the numerator and the denominator, but 8 is the highest common factor (H.C.F.). A factor which is also a prime number (1, 2, 3, 5, 7, 11, etc.) is called a prime factor.

The smallest number which is exactly divisible by two or more numbers is called their least common multiple (L.C.M.). The L.C.M. of 24 and 36 is 72.

Algebraic Factors. If the expression 3x (3x - 5) is expanded, we obtain the result $9x^2 - 15x$. If the expression 9x - 15x is factorized*, we reverse the process and obtain the result 3x (3x - 5). In an expression where it is difficult to discover the H.C.F., it helps to group the terms.

EXAMPLE

Factorize the following expression:

$$ax - ay + bx - by$$

a is a factor of the first two terms, and *b* is a factor of the second two terms. Thus, by grouping the terms, we obtain

$$a(x - y) + b(x - y).$$

Here (x - y) is a common factor, so we factorize again to obtain the result:

$$(x - y)(a + b).$$

In some cases the product of two binomials is a trinomial, e.g.

$$(a + 5)(a - 2) = a^2 + 3a - 10$$

and so the factors of a trinomial can be expressed as two binomials.

Coefficients. A coefficient is the numerical factor of a product. For example, in the expression 7xyz, 7 is the coefficient of the remaining factors x, y, z. If a letter is written without a number before it, the coefficient is understood to be 1. For example, x means 1x, and ab means 1ab.

Algebraic expressions may be simplified by combining similar terms. Two terms are called similar if they differ only in their coefficient. Thus, 3a and 5a are like terms, and xy and 4xy are like terms. Unlike terms do not have the same literal factors. 3d, 7x, 2y and 5xy are all unlike terms.

NOTES TO THE TEXT

Both -*ise (realise, factorise)* and -*ize (realize, factorize*) spellings are acceptable in British English , but American English uses only -*ize.*
If you *factorize* a number, you divide it into factors. The word *factor* is also used as a verb: If you *factor* a number, you divide it into parts.

In arithmetic and number theory, the **least common multiple** or **lowest common multiple** (**LCM**) or **smallest common multiple** of two integers *a* and *b* is the smallest positive integer that is a multiple of both of *a* and of *b*. Since it is a multiple, it can be divided by *a* and *b* without a remainder. If either *a* or *b* is 0, so that there is no such positive integer, then LCM (*a*, *b*) is defined to be zero.

In mathematics, the **greatest common divisor (GDD)**, also known as the **greatest common denominator**, **greatest common factor (GCF)**, or **highest common factor (HCF)**, of two or more non-zero integers, is the largest positive integer that divides the numbers without a remainder.

Vocabulary and Language Focus

1. Translate into English . Use some of the expressions in sentences of your own.

1. ühistegur, 2. suurim ühistegur, 3. algtegur, 4. algteguriteks lahutama, 5. vähim ühiskordne, 6. sulge avama, 7. liikmeid grupeerima, 8. tulemust saama, 9. 2-ga täpselt jaguv olema, 10. vastupidine protsess, 11. seega, 12. kahe kaksliikme korrutis, 13. raske avastada olema, 14. aritmeetilised ja algebralised ühistegurid, 15. lihtsustama, 16.sarnased liikmed, 17. (arvuline) kordaja, 18. samu tähelisi tegureid omama, 19. erinema ainult kordaja poolest, 20. ülejäänud tegurid.

2. Fill in the blanks.

1. Twenty-three has only two __________ , itself and __________, and is therefore a __________ . 3. The factors of a __________ can be ex pressed as the __________ of two binomials. 4. Twenty-four is the __________ __________ of twelve and eight. 5. A __________ is generally placed in front of a mathematical expression of letters or symbols and used as a multiplier. 6. Two, three, five and seven are called the __________ __________ of 210. 7. If an algebraic expression consists of more than one term, the terms are __________ by plus (+) or minus (-) signs. 8. An algebraic expression containing two or more terms can be __________ by combining __________ terms. 9. 2a and 3b cannot be added because these are __________ terms. 10. If two or more numbers are multiplied, the result of the multiplication is called a __________ .

Pair Work

1. Give the correct answers.

1) What are the prime factors of thirty-eight?

2) What is the highest common factor of eighteen and twenty-six ?

3) What is the lowest common multiple of six and eight?

4) Express the fraction fourteen over twenty-one in its lowest terms.

2. Expand the following.

1) Three x minus four all squared.

2) Two y plus nine all squared.

3) Five a minus four all squared.

4) Four plus two a all squared.

5) Four p minus two q all squared.

3. Factorize the following.

1) x squared plus two xy plus y squared;

2) nine a squared plus eighteen ab plus nine b squared;

3) thirty-six minus sixteen a squared;

4) four minus b squared;

5) x squared minus y squared.

4. Factorize the expressions.

1) $y^2 + 7y + 10$
2) $a^2 + 5a + 6$
3) $b^2 + 9b + 8$
4) $x^2 + 6x + 8$
5) $2x^2 + 8x + 8$
6) $x^2 + 8x + 15$
7) $3a^2 + 9a + 6$
8) $2c^2 + 5c + 3$
9) $x^2 + 5x + 6$
10) $b^2 + 9b + 20$

5. Ask and answer the following questions.

1. What is the result of multiplication called?
2. What numbers are called factors?
3. What is a prime factor?
4. What is called the least common multiple?
5. What coefficient is called a numerical coefficient?
6. When is the coefficient considered to be 1?
7. By what are the terms separated?
8. What do like terms have?
9. How do we simplify an algebraic expression?
10. What is the opposite of "factorizing"?

Group Work

Solve the problem using the trial and error method.

A number of cats got together and decided to kill between them 999 919 mice. Every cat killed an equal number of mice.

How many cats do you think there were?

Oh, by the way let me clarify just two points - it is not one cat who killed the lot, because I have said "cats" and it is not 999 919 cats each killed one mouse, because I have used the word "mice".

I can give you just one clue - each cat killed more mice than there were cats.

UNIT 11

EQUATIONS

Pre-Reading Tasks

1. Listen and pronounce the following words. While you listen, underline the stressed syllable.

equation	satisfy	simultaneous
linear	simplify	determine
equality	solution	imaginary
quantity	transpose	
quadratic	parentheses	
cubic	factorization	
quartic	substitute	

2. Do you know the meaning of all the words? Discuss in pairs.

Find the words you do not know in the text on the next page and try to guess their meaning.

3. Discuss in pairs or groups.

- *Can you define an equation?*
- *What does an equation consist of?*
- *What sign is used in an equation?*

Reading

EQUATIONS

<u>Equations</u>. Statements such as the following are called equations:

$3x = 12$; $18 = 4x + 2$.

An equation is the statement that two expressions are equal. It is a statement of equality. It has two sides, or members, a left member and a right member.

The letter or letters whose values we seek are called unknown quantities. If we want to solve an equation, we must find the value of the letter (usually x) which satisfies the equation. The number which makes the equation true (satisfies it), is called the root or solution of the equation. The process of finding the root of an equation is called solving the equation.

When the equation is solved, the answer must be checked, by substituting it for x in the original equation. If both members of the equation reduce to the same quantity, the answer obtained is correct.

The following rules aid in finding the root:

1. The roots of an equation remain the same if the same expression is added to or subtracted from both sides of the equation.
2. The roots of an equation remain the same if both sides of the equation are multiplied or divided by the same expression other than zero and not involving the letter whose value is in question.
3. The roots of an equation remain the same if the two sides of an equation are exchanged.

EXAMPLE 1.

$$x + 9 = 23$$

Here we subtract 9 from each side:

$$3 + 9 - 9 = 23 - 9.$$

Therefore $x = 14$.

We can check by substituting 14 for x.

Any term of one side of an equation may be transposed to the other side if its sign is changed.

EXAMPLE 2.

Find the value of x which satisfies

$$3x + 7(4 -x) + 6x = 15.$$

Clearing the parentheses and combining terms:

$$3x + 28 - 7x + 6x = l5,$$

$$2x +28 =15.$$

Transposing +28 from the left side:

$$2x = 15 - 28,$$

$$2x = -13.$$

Dividing each side by 2, according to rule 2:

$$\frac{2x}{2} = -\frac{13}{2}; \quad x = -\frac{13}{2}$$

Types of Equations. An equation which, when reduced to its simplest form, contains only the first power of the unknown quantity, is called a linear equation. The equations not involving the use of powers are also called simple equations, or equations of the first degree. Thus,

$3x = 8$ is a linear equation in x.

$4y - x = 5$ is a linear equation in x and a linear equation in y.

A quadratic equation in x is an equation which, when reduced to its simplest form, may be written in the form,

$ax^2 + bx + c = 0$, where x is the variable and a, b and c are constants and may have any real positive and negative value, except that a cannot equal zero.

Thus,

$$4x^2 - 4 = 12 \text{ and } 3y^2 + y = 4y + 3$$

are both quadratic equations.

If the highest power of the unknown which appears in the equation is 3, that is the cube of the unknown, the equation is of the third degree and is called a cubic equation.

An equation in which the highest power of the unknown is 4 is the fourth degree and is called a quartic equation. An equation in which the highest power of the unknown is 5, the equation is called a quintic equation. If the highest power of the unknown is 6, the equation is called a sextic equation. Equations of higher degree than 6 do not have special names. They are usually referred to simply stating the degree of the equation.

Equations of any degree, as well as the first may be simultaneous, as many equations as unknowns being required in any case to determine the value of all the unknowns. Simultaneous equations are also called systems or sets of equations.

Vocabulary and Language Focus

1. Translate into English . Use some of the expressions in sentences of your own.

1. võrrandit lahendama, 2. võrdus, 3. võrrandi kaks poolt, 4. asendama, asendus,

5. võrrandit rahuldama, 6. taandama, teisendama, 7. samaks jääma, 8. väärtust otsima, 9. vastust kontrollima, 10. tõene olema, 11. reegel, 12. väga sageli kasutama, 13. teisele poole võrdusmärki viima, 14. märki muutma, 15. sulge avama, 16. lihtsaima kujuni taandama, 17. sisaldama, 18. tundmatu, 19. lineaarvõrrand, esimese astme võrrand, 20. ruutvõrrand, 21. kuupvõrrand, 22. neljanda (viienda, kuuenda) astme võrrand, 23. nulli sisaldama, 24. rohkem kui ühte lahendust omama, 25. lahend, 26. väärtust kindlaks määrama, 27. kokkulangevad võrrandid, võrrandisüsteemid , 28. nõudma.

2. Word formation. Complete the table.

Verb	Noun
	evaluation
substitute	
satisfy	
simplify	
reduce	
	expression
eliminate	
	combination
	division
equal	
magnify	
investigate	
identify	
assert	
	assumption

3. Fill in the blanks.

1. When we have ___________ an equation, we should ___________ our answer. 2. The answer is checked by ___________ it for the letter in the original equation. 3. If our answer ___________ the equation, it is correct. 4. We can use one equation to help us solve another equation. These equations are called ___________ equations. 5. ___________are fixed

equations which can be applied in certain regular situations. 6. The equation 2x = 4 where x is the _________, is true for x = 2. 7. It is always a good plan to __________ the accuracy of one's work by __________ the result in the __________ equation. 8. Any term of one side of an equation may be transposed to the other side if its __________ is changed. 9. The value of the letters for which the equation is true is the __________ of the equation. 10. To solve an equation which __________ fractions, first reduce each fraction to its lowest term.

Pair Work

1. Solve the following.

1) Find the number when seven times the number is four less than sixty-seven.
2) Find the number when twenty-eight is one more than three quarters of the number.
3) Find the number when five, plus three times the number, equals forty-one.
4) Three consecutive (järjestikune) odd numbers add up to twenty-seven. What are they?
5) Two consecutive even numbers add up to thirty. What are they?

2. Solve the following.

1) b plus eight equals eleven.
2) Seven b equals forty-two.
3) Two x equals one.
4) Three y plus nine equals twenty-seven.
5) Four y minus eleven equals y plus one.
6) Seven b equals sixteen minus three b.
7) Five c plus six equals two c plus twenty-four.
8) Twelve plus four a equals seven a minus twenty-one.
9) Twelve minus two b equals four b plus thirty-six.
10) Three x plus five equals two x.

3. Ask and answer the following questions.

1. What kinds of equations can you name? 2. Which sign is written between the left and the right members of an equation? 3. What are the letters whose values we seek called? 4.

What is meant by solving an equation? 5. What is an equation? 6. What equations are called linear equations? 7. What is a quadratic equation? 8. What is the highest degree of the unknown in the biquadratic equation? 9. What kind of equation is a simultaneous equation? 10. How many unknowns must be eliminated in order to solve simultaneous equations in *n* unknowns?

4. Say which of the following are quadratic expressions.

1) $x^2 + 3$	3) $x + 2y + z$	5) $3x^2-2$
2) $x^3 + 2x-16$	4) $x^2 +x^4$	6) $x^2 + 3x + 7$

5. Complete the table by changing the following equations to the general form for quadratic equations and give the values of a, b and c:

Given	General form	a	b	c
1) $2x^2 - 3x = 2$	$2x^2 - 3x - 2 = 0$	2	-3	-2
2) $3x^2 = -1$				
3) $x^2 = 3x$				
4) $5x - 3 = 4x^2$				
5) $x^2 + x = 1$				
6) $5x^2 + 7 = 20$				

6. Read the text about completing the square and then write similar sentences about the following expressions.

Factorizationof $x^2 + 12x + 36$ gives $(x + 6)^2$. Therefore the expression is known as a perfect square. $x^2 + ax$ can be made into a perfect square by adding $(\frac{a}{2})^2$. For example,

$x^2 + 20x$ can be made into a perfect square by adding 100.

$x^2 + 20x + 100$ factorizes into $(x + 10)$.

This operation is known **as completing the square**.

Now form similar sentences.

1) x^2-12x;	2) x^2+3x;	3) x^2+7x.

7. Use expressions from this list to complete the calculation below:

Completing the square,

Dividing …,

Factorizing,

Subtracting ... ,

Taking the square root …,

Model: x^2-10x -200 = 0

_________, we obtain (x+10)(x -20) = 0.

Factorizing, we obtain (x + 10) (x - 20) = 0.

Given $ax^2 + bx + c = 0$.

____________________, we obtain $x^2 + \frac{b}{a}x + \frac{c}{a} = 0$

____________________, we obtain $x^2 + \frac{b}{a}x = -\frac{c}{a}$

____________________, we obtain $x^2 + \frac{b}{a}x + \left(\frac{b}{2a}\right)^2 = \left(\frac{b}{2a}\right)^2 - \frac{c}{a}$

____________________, we obtain $(x + \frac{b}{2a})^2 = \left(\frac{b}{2a}\right)^2 - \frac{c}{a}$.

____________________, we obtain $x + \frac{b}{2a} = \frac{\pm\sqrt{(b^2 - 4ac)}}{2a}$.

____________________, we obtain $x = \frac{-b \pm \sqrt{(b^2 - 4ac)}}{2a}$.

This gives the formula for finding the roots of a quadratic equation.

Listening

1. Listen to the following and then complete the sentences.

Finding the Roots in a Quadratic Equation

If the factors of a quadratic equation cannot be found easily, then we can find the roots by using the formula

$$\frac{-b \pm \sqrt{(b^2 - 4ac)}}{2a}$$

The two roots are at $\frac{-b \pm \sqrt{(b^2 - 4ac)}}{2a}$ and $\frac{-b - \sqrt{(b^2 - 4ac)}}{2a}$

<u>If</u> (b^2 - 4ac) is negative, <u>then</u> $\sqrt{(b^2 - 4ac)}$ is imaginary and no real roots satisfy the equation.

Plrease complete the two sentences.

1) If (b^2 - 4ac) is positive, …………………………………………………………………..

2) If (b^2 - 4ac) is zero, ……………………………………………………………………….

2. Listen to the model. Factorize and give the roots of the following quadratic equations.

<u>**Model**</u>: Factorization of $x^2 + x - 12 = 0$ gives

$$(x - 3)(x + 4) = 0.$$

The roots of the equation are therefore 3 and -4.

1) $x^2 + 7x + 10 = 0$

2) $x^2 - 9x + 18 = 0$

3) $x^2 - 100 = 0$

4) $x^2 + 5x - 6 = 0$

Group Work

Solve the puzzle.

5 years ago Kate was 5 times as old as her son.

5 years hence her age will be 8 less than three times the corresponding age of her son.

Find their ages.

UNIT 12

EQUATIONS IN TWO UNKNOWNS

Pre-Reading Tasks

1. Listen and pronounce the following words. While you listen, underline the stressed syllable.

arbitrary	letter	obtain
arbitrarily	member	general
parentheses	order	alternative
compare	consider	transform
factor	denominator	transpose
simplify	contain	

2. Do you know the meaning of all the words? Discuss in pairs.

Find the words you do not know in the text on the next page and try to guess their meaning.

3. Discuss in pairs or groups.

- ***What kind of equation is it?***

  A mathematical equation for an unknown function of one or several variables that relates the values of the function itself and its derivatives of various orders.

- ***In what fields of life do these equations play a prominent role?***

Reading

EQUATIONS IN TWO UNKNOWNS

General Form of_Linear Equations in Two Unknowns.

Take this example of an equation in two unknowns:

$$2(2x+3y-5)=\frac{5}{8}(x+3)+\frac{3}{4}(y-4).$$

In order to simplify this equation, transform it in the same way as in equations in one unknown:

1. Remove the parentheses:

$$4x+6y-10=\frac{5}{8}x+\frac{15}{8}+\frac{3}{4}y-3.$$

2. Cancel the denominators by multiplying every term by 8:

$$32x + 48y - 80 = 5x + 15 + 6y - 24.$$

3. Transpose the unknown terms to one member of the equation and the known terms to the other:

$$32x + 48y - 5x - 6y = 15 - 24 + 80.$$

4. Collect similar terms:

$$27x + 42y = 71.$$

Thus, after the equation has been transformed in the way indicated above, we obtain an equation whose left member has only two terms: one having the unknown x (to the first power) and the unknown y (to the first power), the right member of the equation consists only of one term containing no unknowns. Representing the coefficients of x and y by a and b and the term containing no unknowns by the letter c, we may write a linear equation in two unknowns in a general way as

$$ax + by = c.$$

This form of equation is known as the general form of linear equations in two unknowns.

Systems of Two Linear Equations in Two Unknowns.

Consider the equation

$$x - 2y = 5. \tag{1}$$

In this equation x = 7 and y = 1, but also x = 5 and y = 0. There are many such pairs of values which satisfy the equation (1). To find pairs other than those given, choose a value of one letter, say y arbitrary, and then from (1) find the corresponding value of x.

For example, let y = 3. Then from (1)

$$x = 5 + 2y, \tag{2}$$

whence $x = 5 + 2\cdot 3$, $x = 5 + 6 = 11$ and the pair of values $x = 11$, $y = 3$ satisfies the equation (1).

The method for finding the pair of values satisfying both equations indicated above usually applies to pairs of equations of the form:

$$\begin{cases} a_1 x + b_1 y = c_1, \\ a_2 x + b_2 y = c_2, \end{cases} \tag{3}$$

where a_1, a_2, b_1, b_2, c_1, c_2 are known, and x and y are unknown quantities.

To solve a system of two linear equations in two unknowns, solve for one unknown in one equation and substitute this result in the other equation, thus obtaining one equation in one unknown.

An alternative way of solving a system of two linear equations, which is usually more convenient, is given by the following rule: multiply the two equations with numerical factors which are chosen so that the coefficients of one of the two unknowns have the same numerical values in both equations.

By adding or subtracting the two equations, a new equation with only one unknown quantity is obtained. Solve this equation. In order to find the second unknown quantity, substitute the value which has been found and solve for the remaining unknown quantity.

Vocabulary and Language Focus

1. Translate into English . Use some of the expressions in sentences of your own.

1. teisendama, 2. selleks et lihtsustada, 3. sulge avama, 4. nimetajaist vabanema, 5. tundmatuid liikmeid üle viima, 6. sarnaseid liikmeid koondama, 7. ülaltoodud viisil, 8, üldisel viisil, tavalisel moel, 9. kahe tundmatuga lineaarvõrrandit lahendama, 10. vaadelgem võrrandit, 11. valima (3 pv.), 12. samu arvulisi väärtusi omama, 13.järelejäänud tundmatud, 14. tähistama a-ga, 15. mõlemat võrrandit rahuldama, 16. kahte tundmatut sisaldama, 17. teine võrrandi lahendamise viis, 18. mugavam olema, 19. kehtima mõlema võrrandi suhtes, 20. asendama, asendus, 21. väärtust vabalt valima, 22. saama ühe tundmatuga võrrandit, 23. tundmatute väärtusi leidma.

2. Word formation. Complete the table.

Adjective	Adverb	Verb	Noun
general			
simple			
	equally		
		correspond	
easy			
clear			

3. Fill in the blanks in the definitions and sentences.

1. A ___________ ___________ is a number which has one and itself as its only ___________ . 2. A ___________ expression is an algebraic expression which is made up of two ___________ . 3. ___________ ___________ are equations which are solved at the same time. 4. A quadratic expression is an expression which has a ___________ as the highest ___________ of any letter. 5. A factor of a number is a number which will___________ exactly into that number. 6. To solve an equation one must find the values of the ___________ that satisfy the equation. 7. Any term of one side of an equation may be ___________ to the other side if its sign is changed. 8. The equation $4x + 1 = 8x - 7$ is an equation of the first ___________ . 9. Simultaneous equations contain at least ___________ unknowns. 10. Simultaneous equations in two unknowns can be solved by ___________ one ___________ . 11. Linear equations do not ___________ the use of powers. 12, The equation $3x^2 - 11x + 6 = 0$ can be easily solved by ___________ .

4. Complete the instructions for solving a problem.

<u>Problem:</u> Three less than five times a number is the same as nine added to three times the number. Find the number.

<u>Solution:</u> Let x ___________ the number.

Therefore 5 times the number equals ___________ .

Three less than ___________ is $5x - 3$.

This is the same as 3 times the number (3 x) plus nine:

$$3x + 9.$$

Write this as an __________.

$$5x - 3 = 3x + 9.$$

___________ the terms

$$2x = 12.$$

$$x = 6.$$

___________ the answer by ___________ 6 for x in the equation.

$$5 \cdot 6 - 3 = 27$$

$$3 \cdot 6 + 9 = 27.$$

The answer __________ the equation.

5. Complete and change the following sentences according to the example.

<u>Model</u>: $x^2 - 2x - 3 = 0.$

1) Factorization of the left-hand side gives

$$(x - 3)(x + 1) = 0.$$

2) Factorizing the left-hand side gives $(x-3)(x+1) = 0.$

1) $x^2 - 2x - 3 = 0$	Addition of 4 to both sides gives *<u>a perfect square.</u>*
2) $\frac{25}{10}$	Reduction of the fraction gives _____________________
3) $9x = 18y$	Division of both sides by 9 ________________________
4) $x^2 + 10x + 32$	Subtraction of 7 from this expression gives __________
5) $x^2 - 5x + 6 = 0$	Solution of this equation gives roots at ______________
6) $a - \frac{a}{x^2} = 0$	Multiplication of both sides by x^2 ____________________

Pair Work

1. Give full descriptions of the following equations.

1) $\begin{cases} x + 2y + z = 11 \\ 4x + y + 3z = 14 \\ 2x + 3y + 4z = 22 \end{cases}$

2) $\begin{cases} 5x + y = 13 \\ 2xy = 12 \end{cases}$

2. Ask and answer the following questions.

1. What equations are called linear? 2. Can one solve an equation without the values of the unknowns? 3. In what way do we cancel denominators if we take some in the equation? 4. What must we do with similar terms in the equation? 5. What is the first operation in solving a system of two linear equations in two unknowns? 6. What do you obtain by adding or subtracting the two equations? 7. What operation do you perform to find the second unknown quantity? 8. Can you explain how an expression is factorized (e.g. $9a^2 + 18ab + 9b^2$)? 9. Can you explain how an expression is expanded (e.g. $(3x - 4)^2$)? 10. Can you explain how to change the subject of a formula (e.g. $E = mc^2$)?

Group Work

Solve the puzzle.

Some months back, this year, I was walking through the Central Park in New York. I saw an intelligent-looking little boy playing all by himself on the grass. I decided to talk to him and just as an excuse to start the conversation I asked him his age. A mischievous glint flickered in his eyes and he replied, "Two days back I was ten years old, and next year I shall be thirteen. If you know what 's today you'll be able to figure out my birthday and that'll give you my age." I looked at him bewildered.

How old was the boy?

UNIT 13

GEOMETRY

Pre-Reading Tasks

1. Listen and pronounce the following words. While you listen, underline the stressed syllable.

geometry	transversal	rectangle
geometrical	length	circle
stereometry	width	architecture
surface	engineer	surveying
horizon	architect	straight
horizontal	triangle	oblique

2. Do you know the meaning of all the words? Discuss in pairs.

Find the words you do not know in the text on the next page and try to guess their meaning.

3. Discuss in pairs or groups.

- *What are called the basis of all geometry? Why?*
- *There are four main definitions of a point. A point has four definitions because, over the years, many different mathematicians have come up with their own ideas as to what a point should be. What are they?*
- *How many dimensions does a point have? What about a dot?*

Reading

GEOMETRY

Geometry is the branch of mathematics which investigates the relations, properties and measurement of solids, surfaces, lines and angles. Geometry teaches facts about triangles, rectangles, circles, etc. that have a practical value in architecture, surveying, designing, and in the various fields of engineering and other sciences. Engineers, architects and people of many other professions use geometry in their daily work.

In 350 B.C. a Greek mathematician Euclid compiled out of the disorganized geometry of his day a set of rules concerning space and shapes that seemed so basic and true that no one changed it for two thousand years. Under his guidance, geometry became an organized body of knowledge.

Even today, most textbooks on geometry follow the plan of Euclid's writings, often using his own diagrams, methods of proof, and ways of stating geometrical truths.

Plane geometry (planimetry) is a study of figures made by points and lines that lie in the same plane, that is, figures that have only two dimensions, length and width.

Solid geometry (stereometry) deals with figures that have three dimensions - thickness as well as length and width,

Points. A point has no length, width or thickness. It indicates position, but has no size. To represent a point in geometry we mark a dot and label it with a capital letter. It would be called "point A".

Lines. A line has no width or thickness.It has length and direction. An infinite number of straight lines can be drawn through one point. Since a line extends indefinitely in either direction, we must work with line segments, or portions of lines. The segment is represented by two capital letters, one placed at each end. It can also be represented by a small letter.

A line joins two points. Only one straight line can be drawn between two points. There are three kinds of lines - straight, curved and broken. Two points may be at any distance apart, so a straight line may be considered as having any length. A broken line is a line formed of successive sections, or segments, of straight lines. A curved line or simply a curve, is a line no portion of which is straight. Lines that extend from left to right as the horizon are called horizontal lines. Lines may be also vertical, oblique or parallel. Parallel lines are equidistant at all points. A straight line drawn across a set of two or more parallel lines is called a transversal.

Vocabulary and Language Focus

1. Translate into English . Use some of the expressions in sentences of your own.

1. matemaatika haru, 2. kujundeid uurima, 3. suhted, 4, pindade mõõtmed, 5. joonte ja nurkade omadused, 6. punkt, 7. pikkus, laius ja paksus, 8. asukohta näitama, 9. sirgjoone siht, 10. lõpmatu arv, 11. geomeetrilisi kehasid joonestama (3 pv.), 12. piiramatult pikenema, 13. kahte punkti ühendama, 14. kõverjoon, 15. murdjoon, 16. horisontaal- ja vertikaaljooned, 17. kaldjoon, 18. kõikides punktides võrdsetel kaugustel olema, 19. planimeetria ja stereomeetria, 20. insenerid ja arhitektid, 21. praktilist väärtust omama, 22. kolmnurgad, ristkülikud, ringid, 23. reeglite kogum, 24. ruum ja kuju, 25. muutma, muutuma, 26. tõestamise meetodid, 27. tõesus, tõde, 28. tõene olema, 29. samal tasapinnal asuma, 30. kolme mõõdet omama.

2. Word formation. Complete the table.

Adjective	**Noun**
long	
	width
thick	
thin	
high	
distant	
true	
equal	

3. Fill in the blanks with suitable prepositions.

1. Solid geometry deals __________ figures that have three dimensions. 2. Parallel lines are lines that are everywhere equally distant __________ each other. 3. Parallel lines are equidistant __________ all points. 4. A broken line is formed __________ segments __________ straight lines. 5. Geometry teaches facts __________ triangles, rectangles,

circles, etc. 6. __________ 350 B.C. Euclid compiled a set of rules concerning shapes and space. __________ his guidance geometry became an organized body of knowledge. 7. A transversal line is a straight line drawn __________ a set of two or more parallel lines. 8. Geometrical knowledge has a practical value __________ architecture and engineering. 9. Plane geometry is a study of figures made __________ points and lines that lie __________ the same plane. 10. A line extends indefinitely __________ either direction.

4. Make up sentences of your own, using the expressions given below.

extend ____
under somebody's guidance ____
to have a practical value in ____
to be represented by ____

5. Fill in the blanks.

1. A straight line is the shortest __________ between two points. 2. Plane geometry is a study of figures that have only two dimensions: __________ and__________. 3. __________ geometry deals with figures that have three dimensions: __________ as well as __________ and __________. 4. __________ lines are lines that are everywhere equally distant from each other. 5. An __________ number of straight lines can be drawn through one point. 6. A segment is __________ by two capital letters or by a small letter. 7. A point has no size. It __________position. 8. Lines may be __________ or curved. __________ lines may be divided into three groups: vertical, __________ and __________ . 9. Pairs of lines may be divided into two groups: those which __________ at an angle, and those which are __________ at all points. 10. The latter are called__________ lines. 11. __________ is the process of raising a number to a given power. 12. In order to determine whether a quantity is a root of an equation, it should be __________ for the unknown quantity in the original equation.

Listening

Listen to the pronunciation of some Greek letters. Practise the pronunciation.

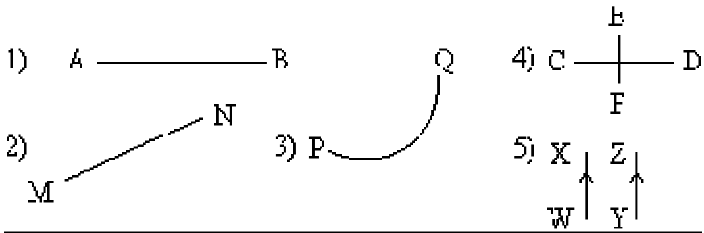
α - alpha	β - beta
π - pi	θ - theta
δ – delta	Ø – phi

Pair Work

1. Look at the Greek letters and answer the following questions.

1) Which letter has two parallel vertical lines and one horizontal line?
2) Which letter has one curved line and a horizontal line?
3) Which letter has one curved line and a vertical line?
4) Which letters have one curved line?
5) Which letter has one straight line and two curved lines?

2. Using the words you have learnt, describe the following lines.



3. Describe the following mathematical symbols.

<u>Model:</u> The minus sign has one horizontal line.

1) the plus symbol	5) the pi symbol
2) the multiplication symbol	6) the square root symbol
3) the minus symbol	7) the factorial sign
4) the equals symbol	8) the approximately equal sign

4. Look at the figure and say which lines are:

1) vertical

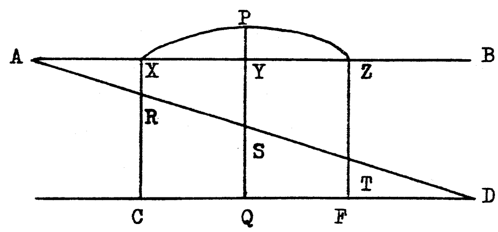
2) transversal

3) parallel

4) oblique

5) horizontal

6) curved



5. Ask and answer the following questions.

1. Who compiled a basic set of rules concerning space and shapes? 2. What is geometry? 3. What kind of geometric figures does plane geometry study? 4. What does solid geometry study? 5. What are the characteristic features of a point? 6. How do we represent a point in geometry? 7. How many lines can be drawn through one point? 8. What is a segment? 9. How many lines can be drawn between two points? 10. What lines do you know? 11. Define a straight line. 12. Define a curved line. 13. When did Euclid live? 14. Why do we study geometry?

Group Work

Solve the puzzle.

That mysterious number.

If you add 1000 to a certain whole number, the result is actually more than if I multiplied that number by 1000. What is the number?

UNIT 14

ANGLES

Pre-Reading Tasks

1. Listen and pronounce the following words. While you listen, underline the stressed syllable.

vertex	reflex	bisect
acute	perpendicular	bisector
obtuse	alternate	intersect
supplementary	angle	intersector
complementary	protractor	

2. Do you know the meaning of all the words? Discuss in pairs.

Find the words you do not know in the text on the next page and try to guess their meaning.

3. Discuss in pairs or groups.

- ***What were the three classical problems in Greek mathematics which were extremely influential in the development of geometry?***
- ***Which of them was the most/least famous?***
- ***When were the arguments about the proof of the impossibility put together by mathematicians?***
- ***What did Gauss state about the problems of duplicating a cube and trisecting an angle ?***
- ***What did Pierre Wantzel do in 1837?***

Reading

ANGLES

Measuring angles. An angle is formed when two straight lines meet at a point. The lines are called the sides of an angle. The point at which the sides meet is called the vertex of the angle. The angle is read as angle BAC or CAB (Fig. 14.1).

The size of an angle depends upon the amount one side has turned away from the other. The length of the sides of an angle does not determine its size. The unit of measure used in measuring an angle is the degree. A degree is a unit that equals 1/90 of a right angle and 1/360 of a circle. A right angle, therefore, contains 90 degrees (90°), and a circle contains 360 degrees. The size of an angle is the number of degrees through which one side of the angle has turned away from the other side.

Kinds of angles.

Right angle. If one side of an angle turns a quarter of a complete circle away from the other side, the angle that is formed is a right angle. It contains 90° (Fig. 14.2).

When two lines intersect at right angles, the lines are perpendicular. Each angle formed by a perpendicular line contains 90° (Fig. 14.3).

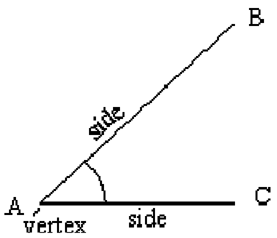


Fig. 14.1

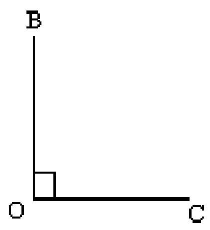


Fig. 14.2

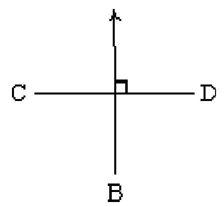


Fig. 14.3

Complementary angles. When two angles put together form a right angle, and thus their sum is 90°, the angles are complementary. For example, angle DBC is the complementary of angle ABC since their sum (60° + 30°) equals 90°. (Fig. 4.4). In Fig. 14.5 angles ABY and YBC are equal. The sum of angles ABY and YBC is 90°. They are complementary angles. Line BY bisects angle ABC. BY is the bisector of angle ABC.

Straight angle. If one side of an angle turns half a complete circle away from the other side, the angle that is formed is a straight angle. The sides of a straight angle lie in the same straight line. Notice that a straight angle is twice the size of a right angle since in a straight angle the side has made half a complete turn, or two quarter turns. The number of degrees in a straight angle is 180° (Fig.14.6).

Supplementary angles. When the sum of two angles is 180°, the angles are said to be supplementary. For example, angle ABC is the supplementary angle of angle CBD since their sum (120° + 60°) is 180° (Fig. 14.7).

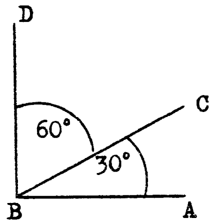


Fig. 14.4

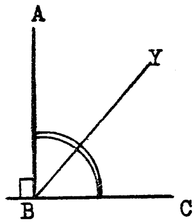


Fig. 14.5

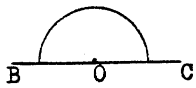


Fig. 14.6

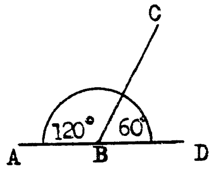


Fig. 14.7

Acute angle. If one side of an angle turns less than a quarter of a circle away from the other side, the angle formed is an acute angle. An acute angle, therefore, is smaller than a right angle, or less than 90° (Fig. 14.8).

Obtuse angle. If one side of an angle turns more than a quarter of a circle but less than half a circle away from the other side, the angle formed is an obtuse angle. Therefore, an obtuse angle is greater than a right angle but smaller than a straight angle. It contains more than 90° but less than 180° (Fig. 14.9).

Reflex angle. If one side of an angle turns more than half a circle (180°) but less than a complete circle (360°) away from the other side, the angle formed is a reflex angle. Therefore, a reflex angle is greater than a straight angle (Fig. 14.10).

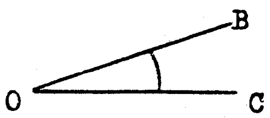


Fig. 14.8

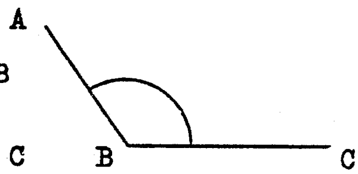


Fig. 14.9

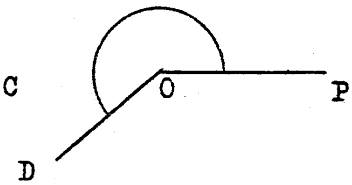


Fig. 14.10

Figure 14.11 shows a transversal line drawn across two parallel lines. Angles θ and κ are equal (opposite angles). Angles β and κ are equal (corresponding angles). Angles β and θ are equal (alternate angles).

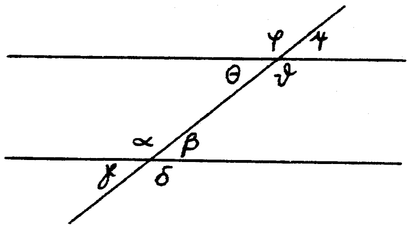


Fig. 14.11

Angles of any given size may be drawn, or the size of any angle may be measured, by using an instrument called a protractor.

Vocabulary and Language Focus

1. Translate into English . Use some of the expressions in sentences of your own.

1. nurka moodustama, 2. nurga haarad, 3. nurga tipp, 4. nurga suurust mõõtma, 5. täisnurka joonestama, 6. täiendusnurk, 7. sirgnurk, 8. kõrvunurgad, 9. teravnurk, 10. nürinurk,11.ülinürinurk, 12. tippnurgad, 13. kaasnurgad, 14. põiknurgad, 15. nurga suurusest sõltuma, 16. teise haara suhtes pööratud olema, 17. mõõtühik, 18. veerand täispöördest, 19. pool täispöördest, 20. lõikuma, 21. kuna, 22. seega, 23. sisaldama vähem kui 90°, 24. sisaldama rohkem kui 180°, 25. poolitama, nurgapoolitaja, 26. malli kasutama, 27. läbi kahe paralleelse sirge sirgjoont tõmbama, 28. nurka konstrueerima.

2. Fill in the blanks.

1. If two straight lines __________ at an angle of 90°, they __________ a right angle. The two sides of this angle are __________ to each other. 2. If an angle is less than 90°, it is called an __________ right angle ACD into two equal parts. It is called a __________ of angle ACD. 4. Angles are __________ and __________ with the help of an instrument called a _________ . 5. When the sum of two angles is 180°, the angles are said to be __________. 6. If one side of an angle turns__________ than a quarter of a circle but __________ than half a circle away from the other side, the angle formed is called an _________ angle. 7. A __________ angle is greater than a straight line. 8. The unit of __________ used in measuring an angle is the degree. 9. The point at which the __________ meet is called the __________ of the angle. 10. A right angle __________ 90°, a circle __________ 360° degrees.

3. Make up sentences about angles, using the following expressions.

to be less than______________________________

to be more than______________________________

to depend upon ______________________________

to be formed______________________________

to be called______________________________

Pair Work

1. What kind of angle does a clock make at

1) two o'clock?

2) three o'clock?

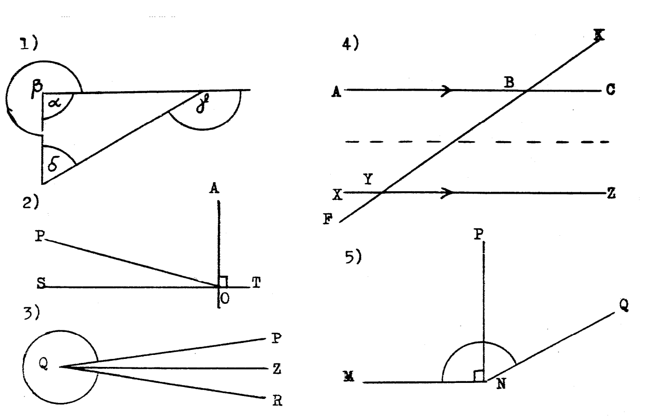
3) four o'clock?

4) twenty to ten?

5) twelve minutes past seven?

6) twenty-nine minutes past twelve?

2. Name the kinds of angles and lines shown in the following figures.



3. Ask and answer the following questions.

1. What do we call the instrument we measure and draw angles with? 2. What do we call the point at which the sides of an angle meet? 3. What unit of measure do we use when measuring an angle? 4. How many degrees does a straight angle contain? 5. Define a right angle. 6. What are complementary angles? 7. How many degrees does an acute angle (an obtuse angle) contain? 8. Is a reflex angle smaller than a straight angle? 9. What do we call the lines that intersect right angles? 10. When is an angle formed?

Group Work

Solve the puzzle.

Can you make 2 squares and 4 right-angled triangles using only 8 straight lines?

UNIT 15

THE TRIANGLE

Pre-Reading Tasks

1. Listen and pronounce the following words. While you listen, underline the stressed syllable.

isosceles	Pythagoras	symmetry
scalene	interior	symmetrical
hypotenuse	exterior	coincide
apex	equilateral	bisect
vertex	bilateral	identify
vertices	congruence	identified
theorem	congruent	altitude

2. Do you know the meaning of all the words? Discuss in pairs.

Find the words you do not know in the text on the next page and try to guess their meaning.

3. Discuss in pairs or groups.

- *Pythagoras found an amazing fact about triangles. When and where did Pythagoras live? What was the amazing fact he was the first to prove?*
- *In which country did philosophers know about the fact about 1000 years earlier?*
- *How do we lable the vertices of a triangle?*

Reading

THE TRIANGLE

Polygons. A portion of a plane surface may be enclosed by straight lines. The least number by which it can be so enclosed is three; it may be bounded by four, five, or any higher number of straight lines or by a curved line. Such an enclosed plane is called a plane figure or a polygon.

Triangles. A triangle is a three-sided plane figure bounded by three straight lines and containing three angles. The three sides of a triangle meet at points called vertices. The vertex at the top of a triangle may be called the apex, and the line at the bottom may be called the base. The perpendicular distance from the opposite vertex to the base is called the altitude. A triangle is identified by naming its vertices in any order. The sum of every triangle is 180°.

Kinds of triangles. There are various types of triangles. A scalene triangle is a triangle with no two sides equal. An isosceles triangle is a triangle which has two equal sides. The equal sides are called the legs, the third side is called the base. The angles at the base are called the base angles. The angle formed by the two equal sides, is called the vertex angle.

An equilateral triangle is a triangle with all three sides equal.

A triangle having one right angle is called a right triangle; having one obtuse angle, an obtuse triangle; having three acute angles, an acute triangle.

In a right- angled triangle the side opposite the right angle is called the hypotenuse. The theorem of Pythagoras states: "In a right-angled triangle the square on the hypotenuse is equal to the sum of the squares on the other two sides."

In triangle ABC, line BC is produced to point X (Fig. 15.1). ABC is an interior angle, and ACX is an exterior angle.

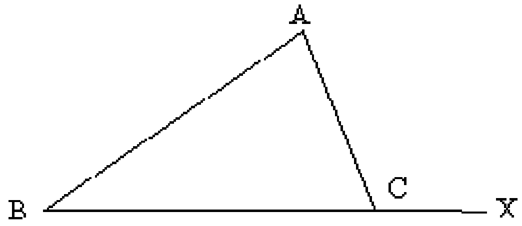


Fig. 15.1

Congruence, similarity and symmetry. If the following parts of two triangles are equal:

a) two sides and the included angle; or,

b) a right angle, the hypotenuse and a side; or,

c) two angles and a corresponding side; or,

d) all three sides;

then the two triangles are congruent.

If two triangles have their corresponding angles equal and corresponding sides proportional, they are similar. Similar figures have the same shape but not necessarily the same size (Fig. 15.2).

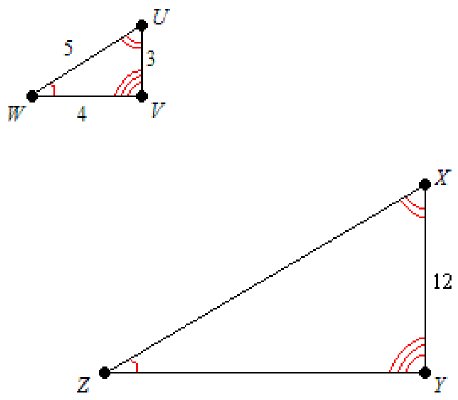


Fig. 15.2

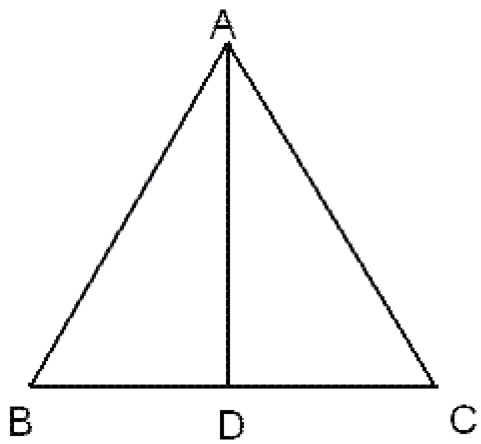


Fig. 15.3

A line has been drawn in Fig. 15.3. The figure is now divided into two parts that have the same size and shape. Two triangles are on either side of an axis of symmetry (or centre line). They are symmetrical triangles. If we fold the figure along the axis of symmetry, the two parts will coincide. The axis of symmetry AX is perpendicular to, and bisects BC.

We speak about line symmetry (Fig. 15.3), point symmetry and plane symmetry. The circle possesses point symmetry as well as line symmetry. If a solid can be divided into two equal solids by a plane, and if every part on one side of the plane has a corresponding part on the other, the original solid has plane symmetry.

Vocabulary and Language Focus

1. Translate into English . Use some of the expressions in sentences of your own.

l. telgsümmeetria, 2.tsentraalsümmeetria, 3. sümmeetria tasandi suhtes, 4. kummalgi pool sümmeetriatelge, 5. kolmnurga alust poolitama, 6. tasapinnaline kujund, 7. tipp, tipud, 8. alusnurgad, 9. tipunurka moodustama, l0.ükskõik millises järjekorras, 11. kolmnurga kõrgust mõõtma,12.väikseim arv, 13. sise- ja välisnurk, 14. erikülgne kolmnurk, 15. võrdhaarne kolmnurk, 16. võrdkülgne kolmnurk, 17. kaks külge ja nendevaheline nurk, 18. sama kuju ja suurust omama, 19. kongruentne olema, 20. kongruentsus ja sarnasus, 21. sarnased kolmnurgad, 22. kolme sirgega piiratud olema, 23. tasapind, 24. kokku langema, ühtima , 25. mitmed liigid, 26. hulknurk.

2. Fill in the blanks.

1. Each triangle has three points, or __________ . 2. A line which meets another __________ at 90° is called a __________ line. 3. If two angles of a triangle are equal to 45°, the triangle is called a __________ __________ __________ triangle. 4. If we __________ a right angle, we have two __________ angles of 45°. 5. If each of the angles in a triangle is equal to 60°, the triangle is called __________ . 6. If a figure has __________ symmetry, then the line which connects every two corresponding points must pass through the centre of symmetry and be bisected by it. 7. Any diameter of the circle is an __________ of symmetry. 8. If we fold a figure along the axis of symmetry and the two parts __________ , we may speak about __________ symmetry.

3. Complete the following theorems.

1. The __________ angle of a triangle is equal to the __________ of the two __________ opposite angles.

2. In an __________ triangle __________ sides are equal and the angles at the base of these sides are also __________ .

3. In an __________ triangle __________ sides are equal and __________ angles are equal to 60°.

4. If two angles and a side of one triangle are equal to two angles and the __________ side of another triangle, the triangles are __________.

4. State the meaning of the prefixes in the following words.

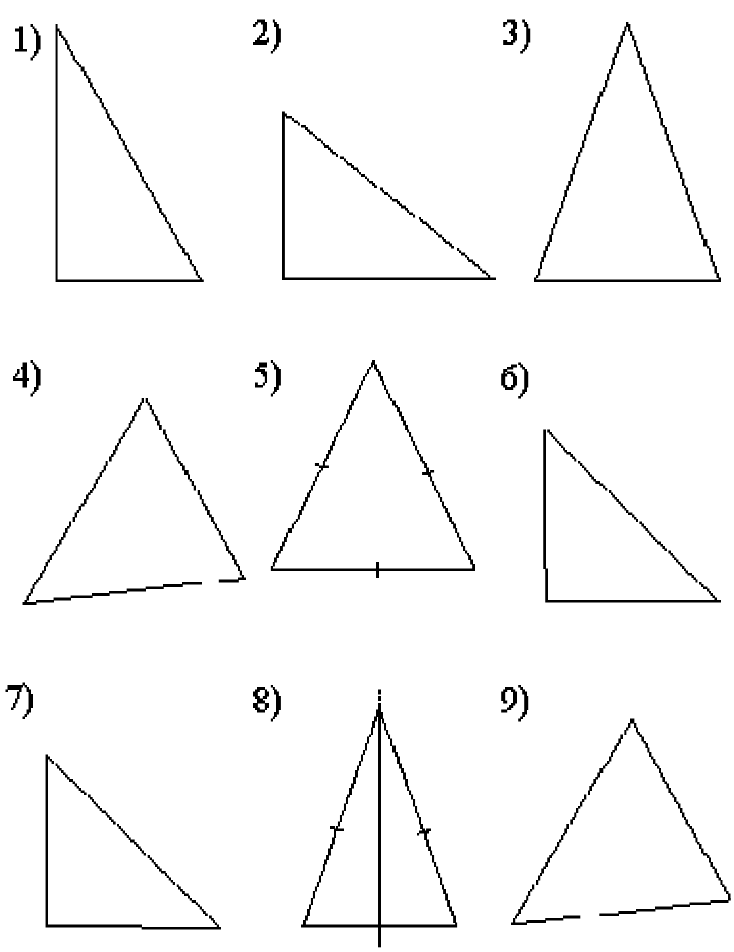
<u>tri</u>angle	<u>equi</u>distant	<u>un</u>proportional	<u>inter</u>sect
<u>poly</u>gon	<u>un</u>equal	<u>co</u>exist	<u>bi</u>sect
<u>equi</u>lateral	<u>co</u>incide	<u>inter</u>national	<u>bi</u>lateral

5. Say whether the following statements are true (T) or false (F). Correct the false statements.

1. The exterior angle of a triangle is always obtuse.
2. Only two angles of a triangle may be acute.
3. The smallest angle of a triangle is opposite the shortest side.
4. The point where the sides of an angle meet is called the vertex.
5. A triangle with two obtuse angles is called an obtuse triangle.

Pair Work

1. Describe each triangle. Discover any relationships between the triangles (i.e. symmetry, similarity or congruence).



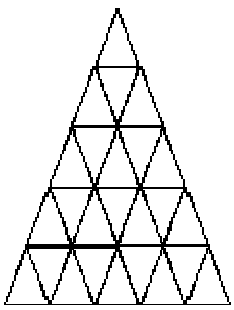
2. Ask and answer the following questions.

1. How many dimensions does a polygon have? 2. What is a polygon? 3. What is a plane figure? 4. What is a triangle? 5. What do we call the line at the bottom of a triangle? 6. What are some special forms of triangles? Describe them. 7. What does the theorem of Pythagoras state? 8. What figures are similar figures? 9. When are two polygons similar? 10. When are two triangles congruent? 11. What figure has line symmetry? 12. How many axes of symmetry can figures have? 13. What points are called corresponding ones? 14. What is meant by point symmetry? 15. What is plane symmetry?

Group Work

Solve the puzzle.

How many triangles are there in this figure?



Answer the question.

In 1816, while studying the Brocard points of a triangle, a mathematician exclaimed, "It is indeed wonderful that so simple a figure as the triangle is so inexhaustible in properties. How many as yet unknown properties of other figures may there not be?"

Who was the mathematician?

UNIT 16

THE CIRCLE

Pre-Reading Tasks

1. Listen and pronounce the following words. While you listen, underline the stressed syllable.

circle	diameter	arc
circular	intersect	chord
circumscribe	tangent	area
circumference	secant	quadrant
radius	vertex	approximately
radii	vertices	

2. Do you know the meaning of all the words? Discuss in pairs.

Find the words you do not know in the text on the next page and try to guess their meaning.

3. Discuss in pairs or groups.

- *What is the difference between an ellipse and a circle?*
- *Give the definition of a circle.*
- *What is the difference between the circle and a disk?*
- *How can we find the area of a circle?*

Reading

THE CIRCLE

A circle* is a plane figure bounded by the curved line all points of which are the same distance away from the fixed point, called the centre or the point of origin. The length of the curved line, or the distance around the circle, is its circumference. A straight line drawn from the centre to any point on the circumference is called a radius (plural: radii). The line drawn from one side of the circle to the other, passing through the point of origin, is called the diameter.

Any part of the curved line which makes the circle (circumference) is an arc. A straight line joining the ends of an arc is called a chord. It connects any two points on the circumference of a circle. The part of a circle enclosed by an arc and a chord is called a segment. A part of a circle enclosed by two radii and an arc is called a sector. A line meeting the circumference but which (when produced) does not intersect it is called a tangent. A line which intersects the circumference in two places is called a secant.

The circles having the same point of origin are called concentric. A circle which passes through the vertices of a triangle is called the circumcircle of the triangle. And its center is called its circumcentre. The circle may be circumscribed around the triangle.

A half circle is called a semi-circle. When a circle is cut into four equal parts, each of the quarters is called a quadrant.

Area of a Circle. If a circle is divided into 4 quadrants and a square is circumscribed about the circle, four small squares are formed (Fig. 16.1).

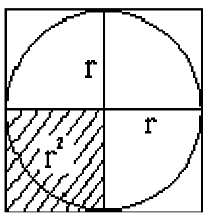


Fig. 16.1

The side of each small square is equal to the radius r. The area of each small square is r^2, the area of the large square is equal to the sum of the four small squares, or $4r^2$.

We can see that the area of the circle is about $\frac{3}{4}$ of the large square. It is approximately equal to $3\frac{1}{7}$ of small squares, or $3\frac{1}{7}r^2$. This can be also written πr^2.

RULE to remember: the area of a circle equals π times the radius squared.

$$A = \pi r^2.$$

NOTES TO THE TEXT

In everyday use, the term "circle" may be used interchangeably to refer to either the boundary of the figure (also known as the perimeter) or to the whole figure including its interior. However, in strict technical usage, "circle" refers to the perimeter while the interior of the circle is called a disk.

Vocabulary and Language Focus

1. Translate into English . Use some of the expressions in sentences of your own.

1. kõverjoonega piiratud olema, 2. kindlaksmääratud punkt, 3. ringi keskpunkt, 4. ringi pindala mõõtma, 5. kaare ja kõõluga ümbritsetud olema, 6. ringjoont puutuv sirge, 7. lõikuma, 8. puutuja ja lõikaja, 9. kolmnurga ümberringjoon, 10. raadius, raadiused, 11. diameetri pikkus, 12. kaht punkti ühendama, 13. ligikaudselt võrdne olema, 14. kontsentriliste ringide keskpunkt, 15. neljaks veerandiks jagama, 16. kaare ja kahe raadiuse poolt ümbritsetud olema, 17. poolringi moodustama, 18. millestki võrdsel kaugusel olema, 19. keskpunkti läbima, 20. nelja väikese ruudu summa.

2. Say whether the following statements are true (T) or false (F).
Correct the false statements.

a) A chord is a curved line.
b) The radius of a circle is half the length of its diameter.
c) A closed curve where all points on the curve are equidistant from the centre is called a circle.
d) A sector has three sides - two chords and arc.

3. **Complete the table. Write the plural of the following words. The first in each group has been done for you.**

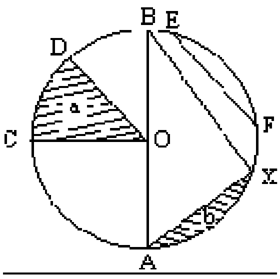
Singular	**Plural**
Vert**ex**	vertic**es**
Index	
Ax**is**	ax**es**
Analysis	
Hypothesis	
Parenthesis	
Basis	
Criter**ion**	criter**ia**
Phenomenon	
Formul**a**	formul**ae**
Radi**us**	radi**i**

4. Fill in the blanks.

1. All the ___________ of a circle are equal. 2. ___________ circles are circles which have the same ___________ of ___________. 3. A triangle has been ___________ if a circle passes through its __________. 4. A ___________ is the area enclosed by an arc and two ___________ , while a ___________ is the area ___________ enclosed by an arc and a ___________ . 5. If a line passes through a circle and intersects the circumference, it is called a ___________, but a ___________ meets the circumference without intersecting it. 6. A circle is a ___________ geometric figure. 7. All the points on the circumference of a circle are ___________ from the centre. 8. All the radii of a circle are ___________. 9. The ___________ bisector of a ___________ passes through the centre of a circle. 10. We may think of a circle as a regular polygon ___________ by an infinite number of sides. 11. The side of a circle is called the ___________. 12. If we draw the ___________ of a circle, the line divides the circle into two equal ___________. 13. A ___________ separates a circle into two ___________ and the circumference into two ___________. 14. A chord which passes through the centre of a circle is called a ___________.

Pair Work

1. Work in pairs. Name the following parts of the figure.



a) shaded area a

b) shaded area b

c) EF

d) XF

e) AB

f) OC and OD

g) O

2. Now answer these questions.

1. What are the properties of any triangle ABX with AB as its base and X as a point on the circumference?

2. When is a sector also a segment?

3. Give answers to the following tasks and questions.

<u>1. A circle has a radius of 3 centimetres. Calculate</u>

a) the diameter

b) the circumference.

<u>2. The circumference of a circle is approximately 15.7 centimetres. Calculate</u>

a) the approximate radius

b) the approximate diameter.

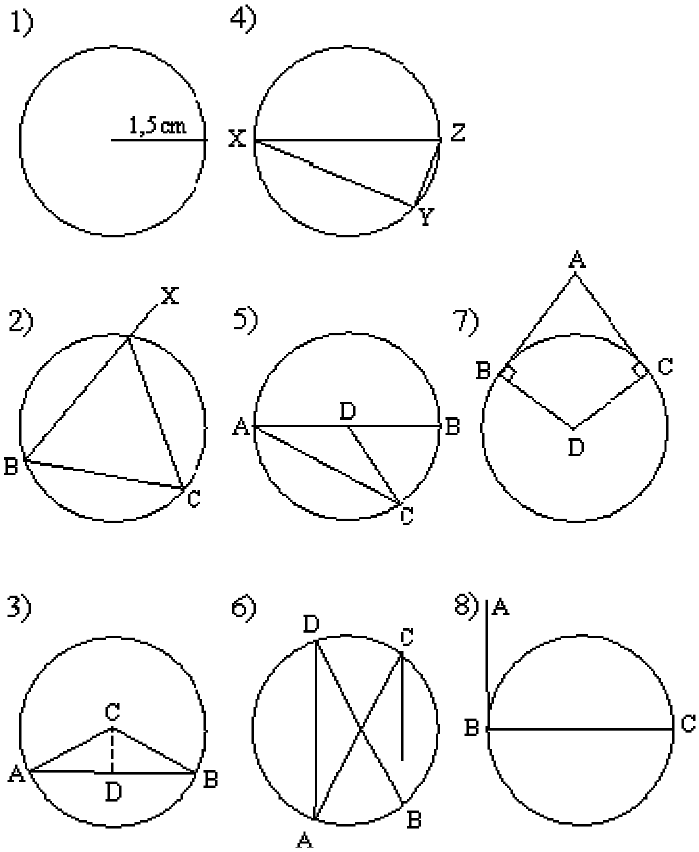
<u>3. If two chords of a circle, AB and CD, intersect at 0, what is the relationship between AO · OB and CO · OD?</u>

4. Ask and answer the following questions.

1. What is the area of a circle equal to? 2. What is the length of the bounding line of a circle called? 3. What is a radius? 4. What is a diameter? 5. What do we call a half of a circle? 6. What is the difference between a segment and a sector? 7. Can you explain the difference

between a secant and a tangent? 8. How may a circle be defined?

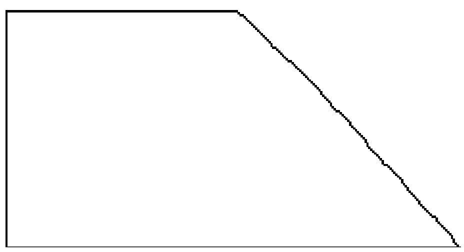
5. Work in pairs. Use the words you have learned to give information about these figures:



Group Work

Solve the puzzle.

The shape shown in the sketch below, obviously, is that of a square attached to half of another similar square, divided diagonally:



Can you divide it into four pieces all of precisely the same size and shape?

UNIT 17

KINDS OF POLYGONS

Pre-Reading Tasks

1. Listen and pronounce the following words. While you listen, underline the stressed syllable.

dimension	parallelogram	hexagonal
one-dimensional	trapezium	octagon
two-dimensional	rhombus	octagonal
surface	elliptical	heptagon
quadrilateral	perimeter	heptagonal
quadrangle	pentagon	decagon
rectangle	pentagonal	decagonal
rectangular	hexagon	diagonal

2. Do you know the meaning of all the words? Discuss in pairs.

Find the words you do not know in the text on the next page and try to guess their meaning.

3. Discuss in pairs or groups.

- *What language is the word 'polygon' derived from?*
- *What does the word polygon mean?*
- *Can you define the terms: chiliagon, myriagon, megagon, googolgon?*

Reading

KINDS OF POLYGONS

A line is 1-dimensional. Triangles and circles are 2-dimensional. Here are some more 2-dimensional figures.

Quadrilaterals. A plane surface bounded by four straight lines is called a quadrilateral or quadrangle. There are several kinds of quadrilaterals (Fig. 17.1).

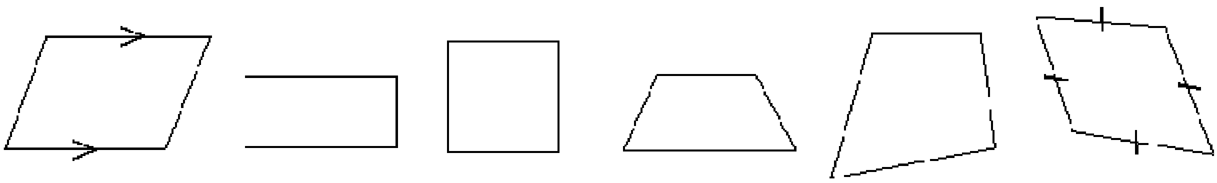


Fig. 17.1

A parallelogram is any quadrilateral in which two pairs of opposite sides are parallel. This figure is also called a rhomboid. **A rectangle** is a parallelogram whose angles are all right angles. **A square** is a rectangle which has four right angles and in which all the sides are equal in length. Objects shaped like a square are square. Objects shaped like a rectangle are rectangular. **A trapezium** is a quadrilateral in which only one pair of opposite sides is parallel. **A trapozoid** has no parallel sides*. **A rhombus** is a parallelogram with four equal sides but no right angles.

Other plane figures. **A pentagon** is a polygon which has five sides. **A hexagon** is a polygon which has six sides. We speak about pentagonal and hexagonal objects. **A heptagon** is a polygon which has seven sides. **An octagon** has eight sides. **A decagon** is a polygon which has ten sides (Fig. 17.2).

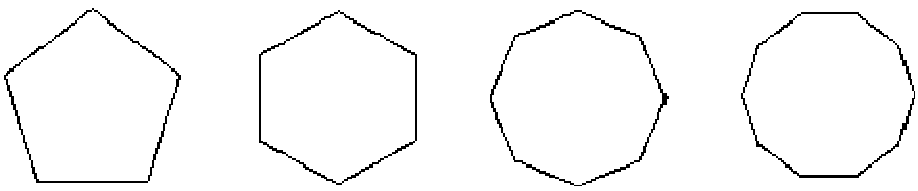


Fig. 17.2

A polygon that has equal sides and equal angles is called a **regular** polygon; not equal, an **irregular** polygon.

We may think of a regular polygon as bounded by an infinite number of sides. Such a figure is called a circle. A circle is a curved line all points of which are equidistant from the centre. Therefore, if we inscribe a regular polygon inside of a circle, every vertex of the regular polygon will rest on the line of the circle. An ellipse is an irregular plane figure. Objects shaped like an ellipse are elliptical.

The line drawn from one corner of the polygon to the opposite corner is called the diagonal.

The perimeter of a plane figure is the line around it. The perimeter of each of the figures we have been studying would equal the sum of the lengths of its sides.

The perimeter of a rectangle equals two times the length plus two times the width

$$p = 21 + 2w \text{ or } p = 2(1 + w).$$

Since a square is a rectangle having four equal sides, we can represent each of the sides by the letter s. The perimeter of the square is expressed by the formula

$$p = s + s + s + s, \text{ written as } p = 4s.$$

The perimeter of a square equals the length of one side multiplied by 4.

NOTES TO THE TEXT

In British English a **trapezium** has two parallel sides and a **trapezoid** no parallel sides. In American English the meanings of these terms are reversed.

Vocabulary and Language Focus

1. Translate into English . Use some of the expressions in sentences of your own.

1. kahemõõtmelised kujundid, 2. ruudu pindala, 3. ristküliku pikkus ja laius, 4. rombi küljed ja nurgad, 5. trapetsite vastasküljed, 6. nelinurkade liigid, 7. korrapärased ja mittekorrapärased hulknurgad, 8. täisnurka konstrueerima, 9. kuusnurka joonestama, 10. viisnurka mõõtma, 11. kuusnurki ja seitsenurki uurima, 12. kaheksanurga ümber ringi joonestama, 13. ringi sisse kümmenurka joonestama, 14. tasapinnalise kujundi ümbermõõt, 15. valemi kujul väljendatud olema, 16. hulknurga tipud ja diagonaalid, 17. ellipsikujulised esemed, 18. ümbritsetud nelja sirgjoonega, 19. rööpküliku mõõted, 20. ruudu ümberringjoon.

2. Fill in the blanks.

1. A __________ is a __________ with six sides. 2. A four-sided figure is called a __________ . 3. A shape with five sides is a __________ shape. 4. A four-sided figure with

two sides parallel is called a __________. 5. A rhomboid has two __________ and two __________ angles. 6. The __________ of the __________ angles of a quadrilateral is equal to 360°. 7. A __________ may be called an equilateral rectangle. 8. If two __________ of a parallelogram are vertical, the other two are _________. 9. A __________ which has length and width is __________-__________. 10. A figure with four equal __________ but no right angles is called a __________. 11. The __________ of a circle is equal to 2R. 12. The diameter of a circle__________ __________ __________ twice the __________ . 13. If the rectangle is __________ into two parts by a diagonal, it will be seen that two equal right triangles are formed. 14. A three-sided polygon is called a __________.

3. Complete the following sentences.

<u>Model:</u> Opposite sides of a parallelogram are parallel <u>and so are those of</u> a regular hexagon.

1) Opposite sides of a rectangle are equal, <u>and</u> so are …………. ……..
2) All the angles of a square are right angles, and so are ……………..…….
3) All the sides of a regular hexagon are equal, and so are ………………….
4) All the sides of an equilateral triangle ………………..…………………..
5) All the angles of an equilateral triangle …………………………………..

4. What shape are the following objects?

<u>Model:</u> The cover of a book is shaped like a rectangle. It is rectangular.

1) a wheel	5) a blackboard	8) a coin
2) a road sign	6) a setsquare	9) a record
3) a protractor	7) a chessboard	10) a ruler
4) the Pentagon in Washington		

5. Make statements about 2-dimensional figures.

<u>Model:</u> A square is a kind of rectangle, but not all rectangles are squares.

1) rhombus - parallelogram

2) parallelogram - trapezium

3) isosceles triangle - triangle

4) isosceles triangle - equilateral triangle

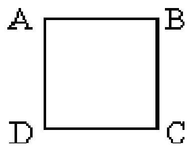
5) rectangle - plane figure

6) right-angled triangle - triangle.

Pair Work

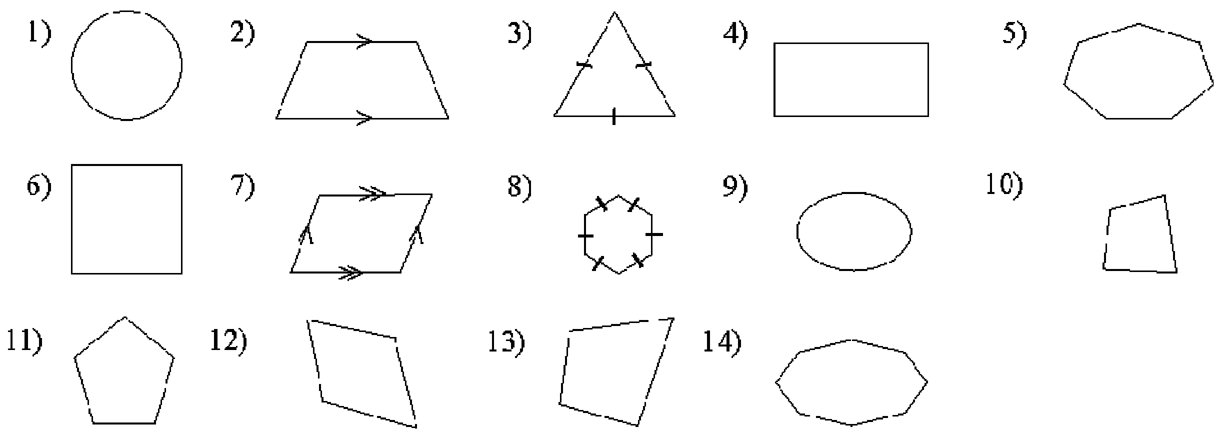
1. Name the following shapes and, where appropriate, describe their lines and angles.

<u>Model:</u>



ABCD is a square. It is a four-sided figure. All its sides are equal.

All its angles are right angles. Opposite sides are parallel.



2. Complete the following sentences.

<u>Model:</u> The diagonals of a rhombus <u>are not equal unless</u> the rhombus is a square.

1) The diagonals of a parallelogram do not bisect the angles unless ____________________.
2) The diagonals of a parallelogram are not equal unless ______________________________.
3) The diagonals of a trapezium do not bisect each other unless _____________________.
4) The sides of two similar triangles are not equal unless ____________________.

3. Speak about inscribed and circumscribed figures. Match A, B and C in the table.

A	**B**	**C**
A circle can be inscribed in --------------------------------- A circle can be circumscribed about --------------------------------- A circle cannot be inscribed in --------------------------------- A circle cannot be circumscribed about	a quadrilateral a triangle a trapezium a rhombus a rectangle a square	in all cases --------------------------------- unless the sums of the opposite sides are equal --------------------------------- unless the sum of the opposite angles is 180° --------------------------------- unless the nonparallel sides are equal

4. Ask and answer the following questions.

1. What quadrilaterals do you know? 2. What is the perimeter of a square equal to? 3. What dimensions does a two-dimensional figure have? Can you name some two-dimensional figures? 4. What is a plane figure? 5. What is a quadrilateral? 6. What is a polygon? 7. What triangles do you know? 8. How may a circle be defined? 9. Which figures are curved? 10. Which figures contain right angles? 11. What is the length of the bounding line of a plane figure called? 12. Can you name a one-dimensional figure?

UNIT 18

THREE-DIMENSIONAL FIGURES

Pre-Reading Tasks

1. Listen and pronounce the following words. While you listen, underline the stressed syllable.

		stereometry
polyhedron	perimeter	longitudinal
dimension	generate	transverse
three-dimensional	sphere	circular
prism	spherical	cross-section
pyramid	equilateral	truncated
pyramidal	edges	frustum
intersection	perpendicular	cone
cylinder	vertices	conical
cylindrical	oblique	surface area

2. Do you know the meaning of all these words? Discuss in pairs.

Find the words you do not know in the text on the next page and try to guess their meaning.

3. Discuss in pairs or groups.

- ***What does stereometry deal with? What does plane geometry deal with? What is the plane?***
- ***What is the importance of ' The Elements' by the Greek mathematician Euclid? What main parts does his work consist of?***

Reading

THREE-DIMENSIONAL FIGURES

Plane figures have only two dimensions: length and width. Figures that have three dimensions are called geometric solids or solid figures. The three dimensions of solid figures are length, width, and thickness, or height.

Polyhedrons. A polyhedron is a solid bounded by planes. The bounding planes are its faces; the lines of intersection of the faces are its edges; and the points of intersection of its edges are its vertices.

Prisms. A prism is a solid, each side of which is a polygon, and the upper base of which is parallel and congruent (exactly the same in size and shape) to the lower base. Corresponding vertices of the top and bottom polygons are joined by parallel edges (Fig. 18.1). A prism whose lateral edges are perpendicular to its bases is called a right prism. Right prisms include: the rectangular prism and the cube. We speak about triangular prisms, hexagonal prisms, etc.

A geometric figure which has six sides, all of which are rectangles, is called a rectangular solid or rectangular prism (Fig. 18.2). If the dimensions of a rectangular solid are equal, the solid is called a cube (Fig. 18.3). The faces of a cube are squares. Objects shaped like a cube are cubic.

The lateral area of a right prism is equal to the product of the altitude by the perimeter of the base. The volume of any prism is equal to the product of its base by its altitude. Prisms which are irregular in shape may be called prismoids.

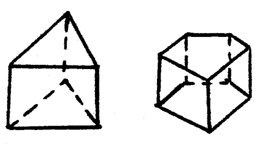
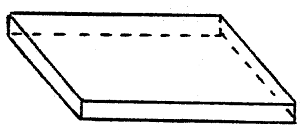
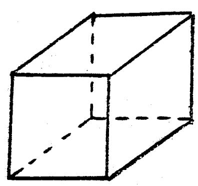
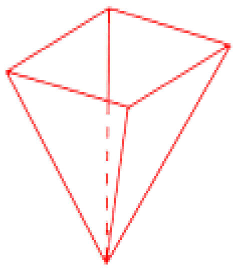




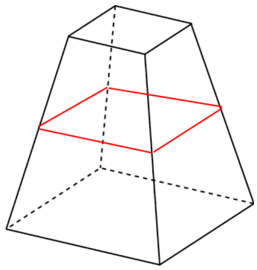
Fig. 18.1 Fig. 18.2 Fig. 18.3

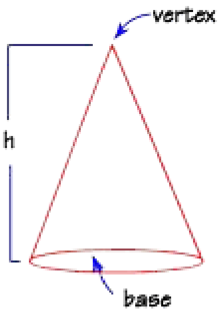
Pyramids. A pyramid (Fig. 18.4) is a polyhedron formed by a polygon of any number of sides, called the base, and whose other faces are triangles meeting at a common point called the vertex of the pyramid. The volume of any pyramid is equal to one third of the product of its base by its altitude. One kind of pyramids is a truncated pyramid (Fig. 18.5).

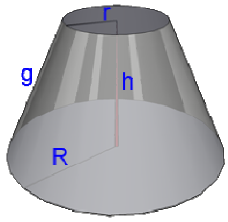
A cone (Fig. 18.6) is much like a pyramid but has a circle for a base. Objects shaped like a cone are conical. One kind of cones is a truncated cone or a frustum of a cone (Fig. 18.7).

We speak about right and oblique pyramids. Objects shaped like pyramids are pyramidal.







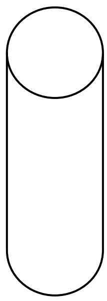


Fig, 18.4 Fig. 18.5 Fig. 18.6 Fig. 18.7

Cylinders. In geometry, the section of a cylinder may be of any curved shape, but in practical work we always think of a cylinder as being round, that is, of circular section.

A cylinder is a circular prism, the bases of which are equal circles that are parallel to each other (Fig. 18.8). If the sides of the cylinder are perpendicular to the bases, the cylinder is called a right cylinder. The axis of a right circular cylinder is the line between the centres of the bases.

A right circular cylinder is sometimes called a cylinder of revolution, since it may be generated by a rectangle revolving about one of its sides as an axis. The volume of a cylinder is the product of the base and the altitude. Objects shaped like a cylinder are cylindrical. We may have a transverse cross-section (or right section) and a longitudinal cross-section of a cylinder (Fig. 18.9).



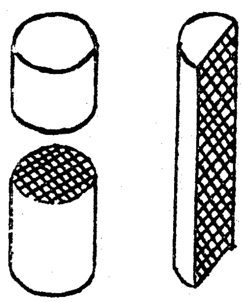


Fig. 18.8 Fig. 18.9

Spheres. A sphere is a curved surface all points of which are equidistant from a point which is called the centre. Objects shaped like a sphere are spherical. Objects shaped like an **ellipsoid** are ellipsoid.

Vocabulary and Language Focus

1. Translate into English . Use some of the expressions in sentences of your own.

1. hulktahukas e. polüeeder, 2. püramiidi tipp, 3. geomeetrilise keha pindala, 4. pöördsilindri ruumala, 5. keskpunktist võrdsetel kaugustel olema, 6. tahkude lõikumine, 7. prisma servad, 8. kaldprisma põhjad, 9. kolmnurkse püstprisma kõrgus, 10. korrapärase prisma külgpindala, 11.põhja ümbermõõtu leidma, 12. kuupi mõõtma, 13. risttahuka omadused, 14. mittekorrapärane kolmnurkne püramiid, 15. pöörlema, pöörlemine, 16. rist- ja telglõige, 17. kõverpind, 18. tasapindade poolt piiratud olema, 19. täpselt sama suurus ja kuju, 20. tüvipüramiid ja tüvikoonus, 21. püst- ja kaldprismasid võrdlema.

2. Complete the description of the structure of a rectangular prism and a square pyramid.

1. A rectangular prism consists of six __________. The faces are divided into four__________ and two __________. Each face is __________ in shape. __________faces are parallel.

2. A square pyramid is made up of __________ faces. The bottom face is a __________. Each __________ face is a __________ with two sides equal. The point where the lateral __________ meet is called the __________. Each __________ of the bottom face is 90°. The centre of the bottom face is directly __________ the apex.

4. Word formation. Form nouns from the adjectives.

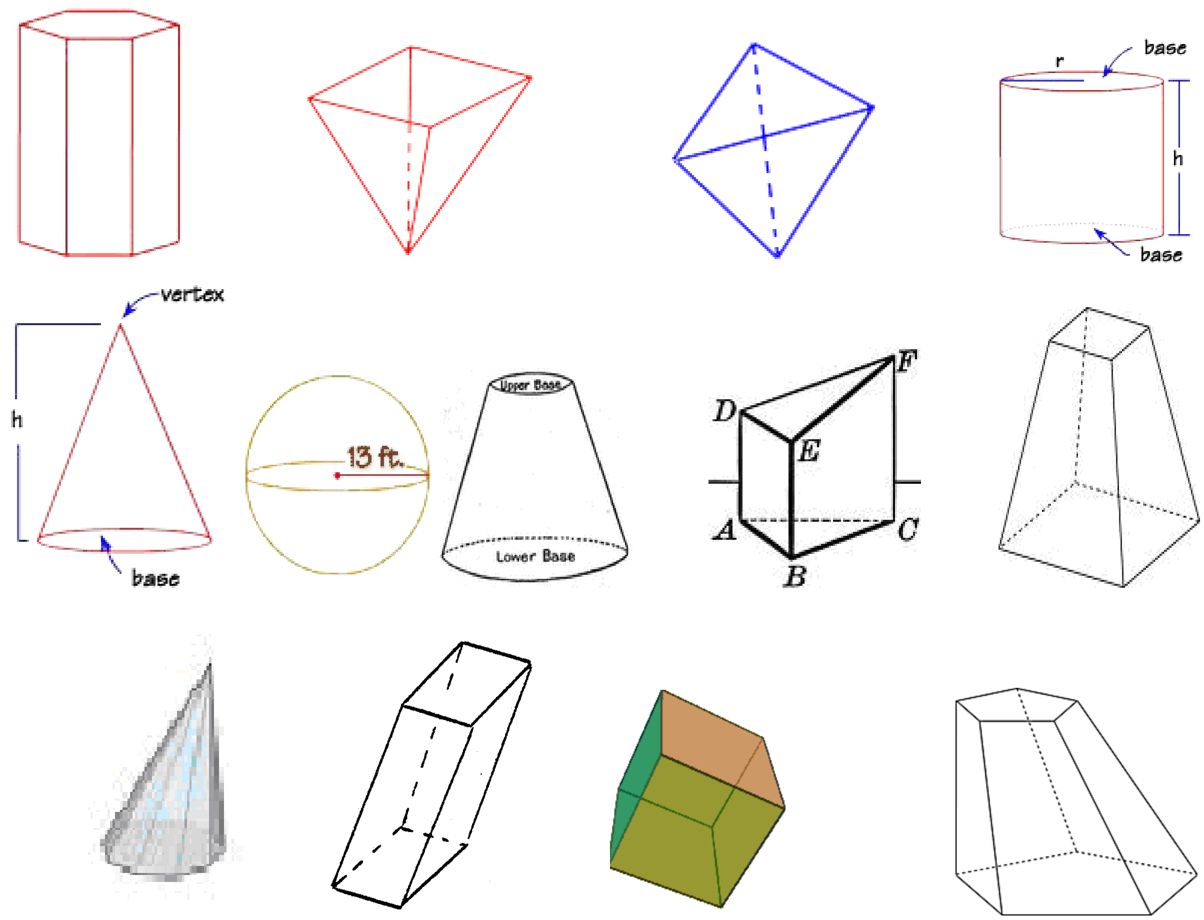
Adjective	**Noun**
long	
wide	
high	
deep	
	thickness
hexagonal	
conical	
cubic	
pyramidal	

Pair Work

1. Draw the following.

1) a longitudinal section of a cylinder
2) a longitudinal section of a right pyramid
3) a transverse section of a square pyramid
4) an oblique section of a cone
5) a transverse section of a right hexagonal prism
6) a transverse section of an ellipsoid
7) a longitudinal section of a right cone
8) a transverse section of a right triangular pyramid
9) an oblique section of a cylinder.

2. Identify the following shapes and their sections.



3. Ask and answer the following questions.

1. What geometric solids have three dimensions? 2. What are the dimensions of solid figures? 3. What is a polyhedron? 4. What are the types of polyhedrons? 5. What cylinder is called a right cylinder? 6. What is a pyramid? 7. What is the least number of faces that a polyhedron may have? 8. What is the difference between a right prism and an oblique prism. 9. What is the lateral area of a right prism equal to? 10. What is the volume of a prism equal to? 11. What is the volume of a pyramid equal to? 12. Why is a right circular cylinder called a cylinder of revolution? 13. What is a sphere? 14. What is the volume of a cylinder equal to? 15. What is a prismoid? 16. What do we call objects shaped like spheres and ellipsoids?

4. Read the model.

Model.

The volume of a right prism is found by using the formula $l \cdot h \cdot w$, where l - length, h - height and w - width.

Now make similar sentences using this table.

	Volume	Surface Area
Sphere	$V = \frac{4}{3}\pi r^3$	$A = 4\pi r^2$
Cylinder	$V = \pi r^2 h$	$A = 2\pi r(r+h)$
Cone	$V = \frac{1}{3}\pi r^2 h$	$A = \pi r(r + \sqrt{r^2 + h^2})$ or $\pi r(r+1)$

5. Read the model and form correct sentences.

Model. The right-rectangular prism in Figure 18.10 is a cube. Eliminating h and w from the above formula gives volume $V = 1^3$.

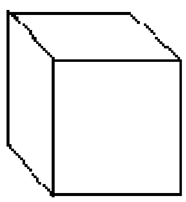


Fig. 18.10

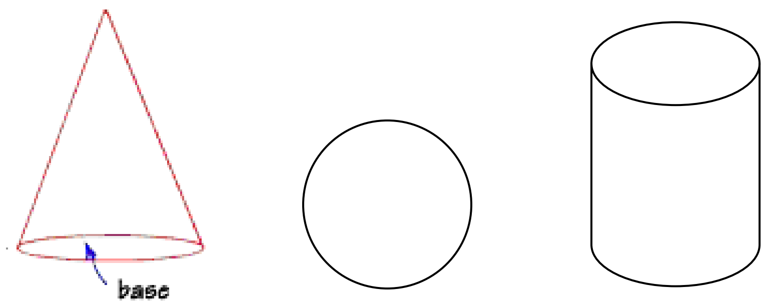


Fig. 18.11

The radii of the sphere and of the bases of the cylinder and cone in Fig. 18.11 are all equal. In addition, the height of the cylinder and the cone are both equal to the diameter of the sphere. Therefore h can be eliminated from the above formulae.

Now make correct sentences from the table.

Eliminating *h* from the formula for the …

volume surface area	of the	cylinder cone	gives	$6\pi r^2$ $3\cdot 24\pi r^2$ $\frac{2}{3}\pi r^3$ $2\pi r^3$

6. Answer these questions about the solids in the table.

a) Which solid has the greatest volume?
b) Of the sphere and cone, which solid is larger and by how much?
c) Compare the cylinder and the cone in the same way.
d) Which solids may be inscribed in which other solids?
e) What is the ratio of the volumes of the three solids?
f) Compare the surface area of the sphere with the area of the curved surface of the cylinder.

7. Read and then fill in the blanks in the given sentences.

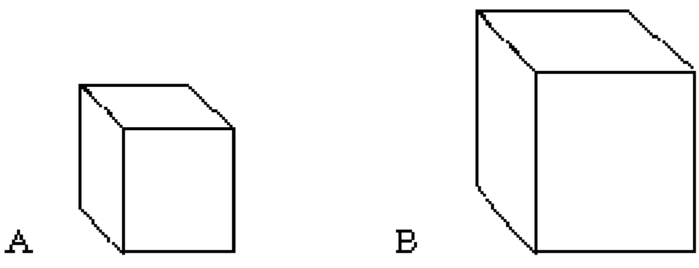


Fig. 18.12

The length of the diagonal of one face of cube A in Fig. 18.12 is equal to the diameter of the sphere in Fig. 18.11. The length of one edge of cube B is also equal to the diameter of the sphere.

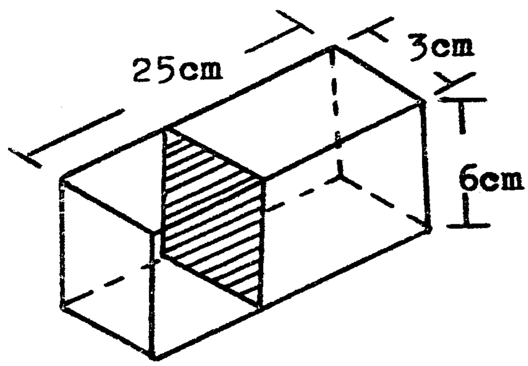
Model: Cube B <u>cannot be inscribed</u> in the sphere, <u>as</u> the sphere is not large enough.

1. Cube A ___________ inscribed ________ sphere ________________ too small.
2. Cube A ___________ circumscribed ________ sphere ________________ large enough.
3. The cylinder___________ inscribed ___________ cube A ______________________ .
4. The cylinder ___________ inscribed ___________ cube B _________________________ .
5. Cube A ___________ circumscribed ___________ cone ______________________.
6. The cone ___________ inscribed ________ cube B__________________________ .

8. Describe the structure and dimensions of the following figures.

The measurements are given. Give the formula necessary for their measurement.

Model: Figure 18.13 shows a right-rectangular prism. The dimensions of the prism are:



:

Fig. 18.13

It has a height of 6 cm. (It is 6 cm high).

It has a width of 3 cm. (It is 3 cm wide).

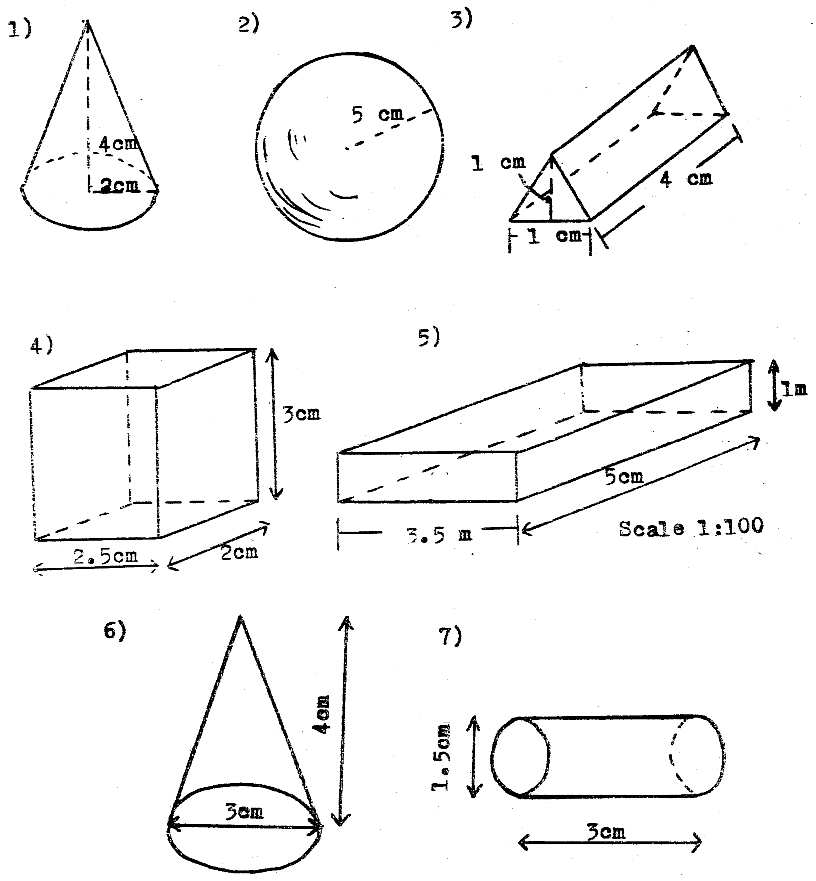
It has a length of 25 cm. (It is 25 cm long).

It has a volume of 450 cm^3. It has a surface area of 486cm^2.

It has a cross-sectional area of 18 cm^2.

The formula for finding the volume is length · height · width.

The formula for finding the cross-sectional area and thesurface area are, respectively height · width and 2(hw+hl+wl).



9. Read the model and then give similar sentences about the other regular polyhedrons.

Model.

All faces of a regular polyhedron are congruent with each other.

Five kinds of regular polyhedrons exist.

A tetrahedron has 4 faces, 4 vertices and six edges.

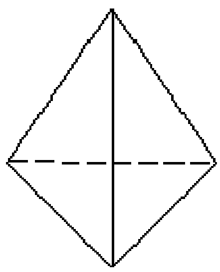


Fig. 18.14

Each face is an equilateral triangle (Fig.18.14).

	Edges	Faces	Vertices
Cube (hexahedron) Octahedron Dodecahedron Icosahedron			

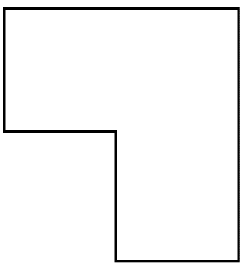
The relationship between edges, faces and vertices is a constant. Give this constant in a formula. It is known as Euler's formula.

Group Work

Solve the puzzle.

Divide this figure into:

1. two congruent figures
2. three congruent figures
3. four congruent figures.



UNIT 19

TRIGONOMETRY

Pre-Reading Tasks

1. Listen and pronounce the following words. While you listen, underline the stressed syllable.

trigonometry	secant	observation
trigonometric	cosecant	quantity
sine	procedure	abbreviation
cosine	hypotenuse	verify
tangent	application	adjacent
cotangent	astronomer	arbitrary

2. Do you know the meaning of all these words? Discuss in pairs.

Find the words you do not know in the text on the next page and try to guess their meaning.

3. Discuss in pairs or groups.

- ***What words is the word "trigonometry" derived from?***
- ***When and in what country was trigonometry invented?***
- ***Who was trigonometry invented by?***
- ***For what purpose was trigonometry first used?***

Reading

TRIGONOMETRY

Trigonometry is a branch of mathematics that deals with angles and sides of triangles and their relations to one another. Otherwise we can say that trigonometry is the set of methods and procedures required to solve problems concerning triangles when angles of the triangles are involved.

Application of the science to problems requiring the determination of unknown angles and distances from known or measured angles and distances, occurring in a figure lying wholly in one plane, is the subject matter of plane trigonometry. Applications to similar problems whose diagrams lie in more than one plane of three-dimensional space are comprised in spherical trigonometry,

Trigonometry had its origin among the Greeks. The word itself has been derived from the two Greek words: ´trigonon´ (meaning a triangle) and ´metria´ (meaning measurement). The inventor of trigonometry was Hipparchus (born about 160 B.C., a Greek astronomer, who made his observations at Rhodes.* The origin of trigonometry was practical; it was invented because it was necessary for astronomical research.

At length it was advanced, chiefly by the Swiss mathematician, Leonhard Euler (1707-1783), to the dignity of a science.

At present, it has most intimate connections with every branch of mathematics pure and applied, and applications in many branches of science.

Trigonometric Functions in a Right -Angled Triangle.

Trigonometry is based on certain "functions" of angles. A function is a quantity that depends on another quantity for its value. Any quantity that depends upon an angle for its value is the function of that angle. If a right triangle is constructed, having a certain angle at one corner, there will be certain definite relations between the sides of this triangle.

These ratios are six in number and are called the trigonometric functions. The names and abbreviations are sine (sin), cosine (cos), tangent (tan), cotangent (cot), secant (sec), cosecant (cosec or csc).

In the right-angled triangle ABC with hypotenuse C (Fig. 20.1), the side *a* opposite the angle α and the side *b* adjacent to the angle α are known as the opposite side and the adjacent side, respectively.

The definitions of the six angle functions are then:

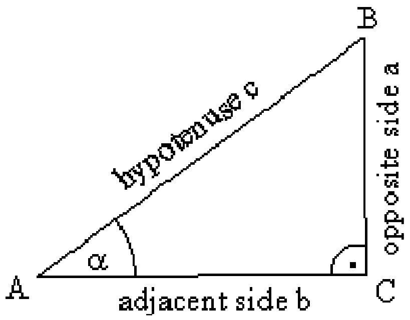


Fig. 19.1

$$\sin\alpha = \frac{a}{c} = \frac{opposite\_side}{hypotenuse}$$

$$\cos\alpha = \frac{b}{c} = \frac{adjacent\_side}{hypotenuse}$$

$$\tan\alpha = \frac{a}{b} = \frac{opposite\_side}{adjacent\_side}$$

$$\cot\alpha = \frac{b}{a} = \frac{adjacent\_side}{opposite\_side}$$

$$\sec\alpha = \frac{c}{b} = \frac{hypotenuse}{adjacent\_side}$$

$$\cos ec\alpha = \frac{c}{a} = \frac{hypotenuse}{opposite\_side}$$

Between these trigonometric functions several relationships hold, which can easily be verified in the right-angled triangle (Fig. 19.1), but hold quite generally for an arbitrary angle α.

NOTES TO THE TEXT

Rhodos /roudz/ - a Greek island in easten Aegean Sea

Vocabulary and Language Focus

1. Translate into English . Use some of the expressions in sentences of your own.

1. kolmnurga nurkade ja külgedega tegelema, 2. meetodite ja võtete kogu, 3. nõudma, 4. rakendamine, kasutamine, 5. sarnased ülesanded, 6. tuletama, 7. tasapinnaline ja sfääriline trigonomeetria, 8. teatud funktsioonidel põhinema, 9. rakendus- ja puhtmatemaatika, 10. tihedad seosed, 11. edasi arendama, 12. astronoomilised uurimised,13. trigonomeetria leiutaja, 14. esinema, ette tulema, 15. teatud kindlad suhted nurkade vahel, 16. väärtus, 17. antud

suurustest sõltuma, 18. vastasnurk ja lähisnurk, 19.vastavalt, 20. tõestama, 21. kehtima (3 pv.), 22. suvaline nurk, 23. ühel tasapinnal asuma, 24. nimetused ja lühendid.

2. Word formation. Complete the table.

Verb	**Noun**
require	
define	
relate	
measure	measure, measurement
solve	
abbreviate	
observe	
derive	
determine	
verify	
apply	
mean	

3. Word formation. Complete the table.

Noun	**Adjective**
function	
relation	
distance	
triangle	
similarity	
trigonometry	
theory	
	equal
circle	
cube	
algebra	
	similar

4. Fill in the blanks.

1. To find the tan of an angle A, we must divide the ________ side by the ________ side. 2. An equation may have one, two or more unknown ________ . 3. The ________ of the trigonometric functions are completely determined by the angle A. 4. If we change the ________ of angle A, the ________ of the functions will be changed. 5. The ________ of trigonometry was practical. 6. The sides opposite the angles A, B, C will be denoted by the corresponding small letters, a, b, c, ________ . 7. We can define the trigonometric functions of the acute angle by taking ________ of the sides of the triangle. 8. Sin, cos, and tan are ________ of sine, cosine and tangent. 9. In measuring angles the symbols º, ', '', are used to denote ________, ________ and ________ , respectively. 10. The ratio of the opposite side to the ________ . ________ is called the tangent of the angle. 11. In any right triangle, we call the two lines that form the right angle the ________ , while the ________ opposite the right angle is called the ________ . 12. In any right triangle, the ________ of either acute angle is the ratio of the side opposite the ________ to the hypotenuse.

Pair Work

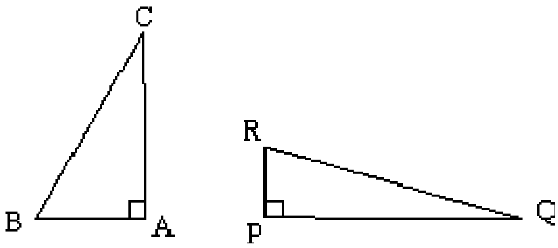
1. Ask and answer the following questions.

1. What does trigonometry deal with? 2. What kind of problems does it help to solve? 3. What does plane trigonometry deal with? 4. What is the subject matter of spherical trigonometry? 5. By whom was trigonometry advanced to the dignity of science? 6. Name the sciences in which the methods of trigonometry are widely used? 7. What is a trigonometric function? 8. What are the six trigonometric functions? Define them. 9. Do the functions of the right-angled triangle hold for an arbitrary angle?

2. How can you express the following?

Model: tan ABC= $\dfrac{AC(opposite)}{BA(adjacent)}$

1) tan PQR	4) sin ABC	7) cos PRQ
2) tan ACB	5) cos ABC	8) sin PRQ
3) tan PRQ	6) sin RQP	9) cos BCA
		10) sin ACB



Group Work

Solve the puzzle.

Family Fortune

How can 2 fathers and two sons divide twenty-one dollar bills evenly among them? Each must receive an equal number of dollar bills.

UNIT 20

TRIGONOMETRIC FUNCTIONS AND THE SOLUTION OF TRIANGLES

Pre-Reading Tasks

1. Listen and pronounce the following words. While you listen, underline the stressed syllable.

initial	tangent	conversely
terminal	cotangent	finite
reciprocal	secant	infinite
sine	cosecant	theorem
cosine	dependence	denote

2. Do you know the meaning of all these words? Discuss in pairs.

Find the words you do not know in the text on the next page and try to guess their meaning.

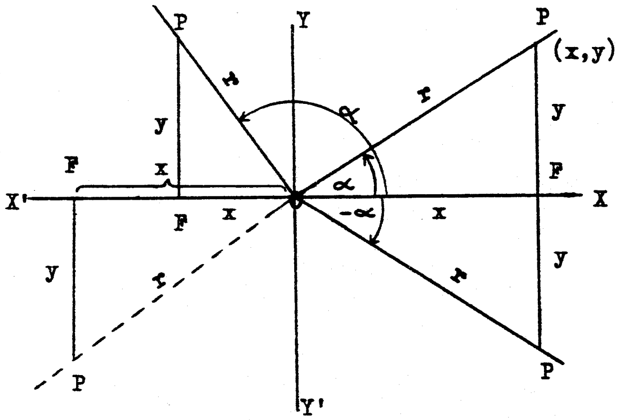
3. Discuss in pairs or groups.

- ***What are the six trigonometric functions of an angle?***
- ***Do similar triangles maintain the same ratios between their sides?***
- ***What do trigonometric functions specify?***

Reading

TRIGONOMETRIC FUNCTIONS AND THE SOLUTION OF TRIANGLES

Trigonometric Functions of Any Angle. On OP, making say angle with OX, take any point P. Thus, OX is the initial side of the angle α and OP is the terminal side. Complete the figure as indicated, denoting the lengths of OF, FP and OP by x, y, and r, respectively (Fig. 20.1).



Plainly, the values of x, y, and r vary with the position of P on OP, but, and this is important, their ratios do not. These ratios do vary, however, and this, too, is important to note, with the value or size of the angle α. Because of this reciprocal dependence of the ratios on α and of α on the ratios, the latter are called functions of α, and conversely. Because of their importance, the ratios, or trigonometric functions of the angle, have received names and symbols, as follows:

$\frac{y}{r}$ = sine of α = sin α,

$\frac{r}{y}$ = cosecant of α = cosec α,

$\frac{x}{r}$ = cosine of α = cos α,

$\frac{r}{x}$ = secant of α = sec α, (1)

$\frac{y}{x}$ = tangent of α = tan α,

$\frac{x}{y} =$ cotangent of α = cot α.

These equations serve to define sin α and cos α for all finite values of α. For any one of the other functions the denominator of the defining ratio becomes zero for certain values of α. Since division by zero is not allowed, the tangent and secant are not defined for angles whose terminal side falls on the y-axis, and the cotangent and cosecant are undefined for angles whose terminal side falls on the x-axis.

From the above-given definitions (1), follow the three reciprocal relations:

$$\cot\alpha = \frac{1}{\tan\alpha},\ \sec\alpha = \frac{1}{\cos\alpha},\ \cos ec\alpha = \frac{1}{\sin\alpha}.$$

The cotangent of the angle is the reciprocal of the tangent, it is reverse ratio of the tangent, the secant and cosecant being the reverse ratios of cosine and sine, respectively.

The Laws of Sine and Cosine. Such may be named the famous formulas that serve for the solution of any triangle, i.e., for the determination of the remaining parts of a triangle of which any three parts are known.

The angles of the triangle ABC are lettered α, β and γ and the lengths of the opposite sides are lettered a, b, and c, respectively, as shown in Fig. 20.2.

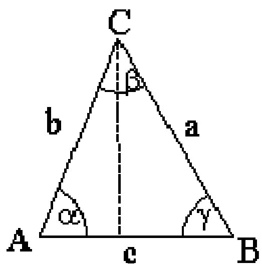


Fig. 20.2.

The law of sines or sine theorem is

$$\frac{a}{\sin\alpha} = \frac{b}{\sin\beta} = \frac{c}{\sin\gamma} \qquad (2)$$

and the law of cosines or cosine theorem is

$$\cos\alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}. \qquad (3)$$

To solve a triangle, we substitute in formulas (2) and (3) all the known values and solve the equations for the unknown values. The law of sines is effective when two angles and a side are known or when two sides and an angle opposite one are known. The law of cosines is effective when two sides and an included angle are known or three sides are known. The area of the triangle may be found from

$$\text{area} = \frac{1}{2} bc \sin \alpha.$$

This formula is derived from the relations

$$\text{area} = \frac{1}{2} ch \qquad \text{and} \qquad h = b \sin \alpha \qquad \text{in Fig. 20.2.}$$

Vocabulary and Language Focus

1. Translate into English.

1. alghaar, 2. lõpphaar, 3. viimatimainitu, 4. nende tähtsuse tõttu, 5. muutuma, 6. lõpule viima, 7. nagu joonisel näidatud, 8. külgede pikkusi tähistama, 9. sõltuvus, 10. kindlate (lõplike) väärtuste korral, 11. defineerimatu olema, 12. x-teljele langema, 13. kolmnurga ülejäänud osad, 14. tähtedega tähistama, 15. pöördsuhted, 16. siinusteoreem e. siinuslause, 17. koosinusteoreemi kasutama, 18. kõiki antud väärtusi asendama, 19. mõjus olema, 20. kaks külge ja nendevaheline nurk, 21. valemit tuletama, 22. kolmnurga pindala arvutama, 23. kolmnurka lahendama, 24. iga kolmnurga lahendamine, 25. kuulsad valemid.

2. Read the text and fill in the blanks with suitable words.

The Solution of Triangles

A triangle has three __________ and three __________. When __________ of these elements are known and at least one of the elements is a __________, the other three __________ can be __________. Only one trigonometric ratio, __________ is required in the calculation.

In a triangle ABC, we are given the__________ of AB and AC and the __________ of the angle ABC. We use this __________:

$$\sin\!< ACB = \frac{AB \sin < ABC}{AC}$$

The fraction $\frac{AB \sin < ABC}{AC}$ may be of three kinds:

i) an improper fraction, i.e.__________than one; ii) a proper fraction, i.e. __________than one; or iii) exactly __________ to one.

3. Say whether the following statements are true (T) or false (F)?

Correct the false statements.

1) The sine ratio is sufficient for triangle ABC (given AB, AC and angle ABC) to be solved.

2) Any three elements of a triangle are sufficient for it to be solved.

3) Case (i) would require angle ACB to be greater than two right angles.

4) Only one further element is required to solve the triangle in (ii).

5) In (ii) we are given the further information that angle ACB exceeds (is greater than) one right angle. This is sufficient for the triangle to be solved.

4. Using the information from the above-given exercise, put the statements from A and B together.

A	B
In case (i), AC is smaller than AB sin<ABC.	Only one solution satisfies the equation: <ACB= 90°.
In case (ii), AC is greater than AB sin<ABC.	This requires sin<ACB to be greater than one, which is impossible. Therefore no such triangle can exist.
In case (iii), AC is equal to AB sin < ABC.	Two values of <ACB may satisfy the equation. In this case, further information is required to solve the triangle exactly.

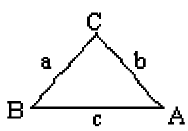
Pair Work

1. Look at this model and form similar sentences about the following cases.

Model.

Angle A>180°. No such triangle can exist.

a = b = c =3 cm. Only one such triangle can exist.



1) $\frac{b\sin\alpha}{a} > 1$ 3) $\frac{b\sin\alpha}{a} = 1$

2) $\frac{b\sin\alpha}{a} \geq 1$ 4) $\frac{b\sin\alpha}{a} < 1$

2. Solve the following.

1) tan30°· cot30°=

2) $\sin(\cos\frac{3\pi}{2}) =$

3) $\tan(\cot\frac{\pi}{2}) =$

4) cos = 0.8. Calculate sin α and tan α.

5) $\cos^2\alpha = \frac{1}{2}$. What is the size of the angle α?

3. Ask and answer the following questions.

1. What is a trigonometric function of an angle? 2. What is one of the most important applications of the trigonometric functions? 3. How do we find the functions of any angle? 4. Which function of the angle is the reciprocal of tangent? 3. What do we call the co-functions of the sine and the secant? 6. When is the sine theorem effective? 7. When is the cosine theorem effective? 8. Is it easy to determine on the basis of the definitions of the trigonometric functions whether a given function of an angle is positive or negative? 9. If θ is any angle in the second quadrant, is $\cos\theta = \frac{x}{r}$ a negative or a positive quantity?

Group Work

Solve the following.

There are 2 trees in a garden (tree "A" and "B") and on the both trees are some birds.
The birds of tree A say to the birds of tree B, “ If one of you comes to our tree, then our population will be the double of yours.“
Then the birds of tree B say to the birds of tree A, “ If one of you comes here, then our population will be equal to that of yours. “
Now answer: How many birds in each tree?

SOURCES USED

Anderson, I. (Koost).(1988). *A Course in English for first-year students of mathematics*. Tartu: TRÜ Kirjastus.

Baluk M.G., Tatarinova G.I. (1972). *Anglijskij jazyk. Utchebnoje posobije dlja studentov mehaniko-matematitcheskovo fakul'teta*. L'viv: Izdatel´stvo Universiteta.

Blackie, D. (1981). *English for Basic Maths*. Walton-on-Thames : Thomas Nelson and Sons Ltd.

Devi, S.(1979). *Puzzles to Puzzle You*. Delhi: Orient Paperbacks.

Gellert, W., Gottwald, S., Hellwich, M. (Toim.). (1977). *The VNR Concise Encyclopedia of Mathematics*. New York [etc.] : Van Nostrand Reinhold.

Elementary Algebra Notes. (1985). Coles Editorial Board. Coles Publishing Company Ldt.

Encyclopaedia Britannica: A New Survey of Universal Knowledge (1963) Chicago etc., 1963. - Vol. 22.

Gretchina O.V., Mironova E.P. (1974). *Posobije po anglijskomu jazyku dlja matematitcheskih fakul'tetov pedagogitcheskih vuzov*. Moskva: Izdatel´stvo Moskovskovo Universiteta.

Hall, D. & Bowyer, T. (1980). *Mathematics: English for Science and Technology*. London: Longman Group Limited.

Weisstein, E.W. (s.a.). *Brocard Points*. MathWorld – A Wolfram Web Resource. Külastatud 26.12.2009, aadressil http://mathworld.wolfram.com/BrocardPoints.html

Mathavira (mathematician). (s.a.). Külastatud 12.12.2009, aadressil http://www.economicexpert.com/a/Mathematician.html

Parts of natural numbers – a complete course in arithmetic (s.a.). The Math Page Skill in Arithmetic. Külastatud 27.12.2009, aadressil http://www.themathpage.com/Arith/parts-of-numbers_1.htm#natural

Pythagoras summary. (s.a.) Külastatud 27.12.2009, aadressil http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Mathematicians.html

Pythagoras. (s.a.) In Encyclopedia Britannica. Külastatud 27.12.2009, aadressil http://www.britannica.com/EBchecked/topic/485171/Pythagoras

Kaasik, Ülo & Abel, Mati. (Koost). (1995). *Eesti-inglise-vene matemaatikasõnastik.* Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.

Kabo P.D., Rodzevitch T.N. (1968). *Kniga dlja tchtenija po matematike i fizike*. Moskva: Izdatel´stvo Moskovskovo Universiteta.

Kokkota, V., Karusoo, A., Kukk, H ., Lassmann, L., Loo, L., Ristna, V., Tillemann, H. (Koost.). (1983). *English for Students of Engineering*. Tallinn: Valgus.

Meyer, Jerome S. (1972). *Jerome Meyer´s Book of Puzzle Quiz & Stunt Fun*. New York: Dover Publications, Inc.

Nishiura, E. (1986). *Schaum´s Outline of Theory and Problems of Mathematics for Nurses*. USA: McGraw-Hill, Inc.

Saarniit, M. (1961). *English Readings for Students of Farm Mechanization*. Tartu: EPÜ Kirjastus.

Sharp, E. (1966). *A Parent´s Guide to the New Mathematics*. New York: Pocket Books.

Tammelo, E. (1985). *A Refresher Course for 1st Year Students of Economics*. Tartu: TRÜ Kirjastus.

Teksty na anglijskom jazyke dl´ja studentov-matematikov (1972). Leningrad: Izdatel´stvo Leningradskovo Universiteta.

The Americana: A Universal Reference Library. 19O3-1906. -Vol. 15. New York.