

# ELULÄHEDASE MATEMAATIKAKURSUSE ÕPIVÄLJUNDID

Koostades arvutipõhise matemaatika õppekava pidime üllatusega tõdema, et ei leidu sobivat loetelu, mis annaks edasi elulähedase matemaatikakursuse õpiväljundeid. Seega lõime selle ise -- 11 dimensioonis:

CT

## ENESEKINDLUS TEGELEDA UUTE PROBLEEMIDEGA

Uutele probleemidele lahendust otsides näitavad õpilased üles oskust rakendada neljaetapilist lahenduskäiku. Nad kasutavad neljaetapilist lahenduskäiku mehhanismina, et ületada raskesti mõistetavad ja tundmatud olukorrad ning suudavad kohandada varem õpitud meetodeid, mõisteid ja töövahendeid uues kontekstis. Nad on võimelised ületama lahenduse käigus eettulevad takistused ja omandavad uusi töövõtteid, kui selleks vajadus ilmneb.

CTR

Neljaetapilise lahenduskäigu teadmine

Lahenduskäigu nelja etapi nimede ja järjestuse teadmine.

CTA

Neljaetapilise lahenduskäigu rakendamine

Lahenduskäigu iga etapi otstarbe teadmine ja oskus sammud läbida, et jõuda lahenduse või järelduseni.

CTM

Töö käigus suuremate probleemide väiksemateks osadeks jagamine

Julgus tegeleda probleemidega, mis on mahukamad kui õpilane arvab end esialgu hakkama saavat või millega ta pole varem kokku puutunud. Oskus ühendada suurema probleemi osade lahendused ühtseks tervikuks.

CTT

Tuttavate tööriistade kasutamine uues kontekstis

Oskus kasutada varem õpitud töövahendit uues kontekstis. Julgus varem õpitud töövahendit uue olukorra jaoks kohandada.

CTK

Oskus õppida iseseisvalt selgeks uusi töövahendeid

Oskus leida uue töövahendi kohta juhiseid. Suutlikkus järgida instruksioone või algoritmi.

CTI

Teiste töö tõlgendamine

Teiste töö tõlgendamine. Teiste pakutud lahenduskäikude mõistmine. Julgus kahelda allikas.

## IF MATEMAATILINE VAIST

Õpilastel on piisavalt kogemusi, et ära tunda kahtlase väärtusega teave. Nad on teadlikud tüüpilistest vigadest ja on pädevad kasutama matemaatika vahendeid.

### IFU

Reaaleluliste probleemide juures matemaatika kasutusvõimaluste tajumine

Tegeledes seni lahendamata probleemidega, suudavad õpilased hinnata, kas matemaatikast oleks lahenduse leidmisel abi või mitte.

### IFP

Oskus hinnata matemaatiliste meetodite sobivust

Tegeledes seni lahendamata probleemidega, suudavad õpilased välja pakkuda matemaatilisi meetodeid, mis aitaks ülesannet lahendada, ja tunnevad ära ka need meetodid, millest antud juhul abi pole.

### IFF

Loogikavigade ja matemaatiliste mõistete väärkasutuse äratundmine

Vigase arutluskäigu ja meetodite sobimatu kasutamise äratundmine.

### IFR

Oskus hinnata mudeli töökindlust

- Intuitsioon mudeli koostamisel: kas mudelis on arvesse võetud kõik peamised efektid, mis on vajalikud vastuse leidmiseks.
- Mõistmine, et koostatava mudeli keerukuses mängib rolli nii käsitletava probleemi ajaraamistik, kaasatud muutujate arv kui ka kasutatud kontseptsioonide hulk.
- Vigade kumuleeruvusega arvestamine.

### IFE

Püstitatud küsimusele hinnangulise vastuse andmine

Enne probleemilahendamise tsükliga alustamist võimalikule vastusele hinnagu andmine. Oskus hinnata, mis tüüpi on vastus. Vastuse tüüp võib olla: dimensioonide arv, perioodilisus, jaotus, topoloogia, konstant/muutuja, tundlikkus aja ja ruumi suhtes.

## DQ KÜSIMUSE PÜSTITAMINE

Õpilased alustavad ülesande lahendamise protsessi vajaliku info kogumise, korrastamise ja sobilike väiksemate alamülesannete määramisega. Nad mõistavad eeldusi ja kasutavad neid lahenduse leidmisel.

### D ARVUTIPÕHISE MATEMAATIKA PROBLEEMILAHENDAMISE TSÜKLI 1 ETAPP

#### DQF

Olemasolevast infost asjakohase väljasõelumine

Oskus hinnata, milline probleemi lahenduseks vajalik info on olemas.

#### DQM

Oskus teha kindlaks, milline info on puudu ning tuleb leida või välja arvutada

Oskus hinnata, milline probleemi lahenduseks vajalik info on puudu.

#### DQQ

Täpse uurimisküsimuse sõnastamine

Asjakohane küsimuse püstitus, täpselt piiritletud teema ja vajalikud muutujad.

## DQA Lahenduse leidmiseks tehtavate eelduste mõistmine ja selgitamine

Eelduste selge väljatoomine ja nende vajalikkuse põhjendamine. Eeldused tehakse, et tuua selgust probleemi püstitusse või ka sobimatute lahendite ära hoidmiseks. Vältitakse eelduste tegemist arvutuste lihtsustamiseks nagu seda tehakse, kui arvutit pole käepärast. Eelduste paikapidavuse hindamine.

## AM MATEMAATILISSE KEELDE TÕLKIMINE

Õpilased alustavad probleemi matemaatika keelde tõlkimise etappi leides konkreetsetele küsimustele vastavad matemaatilised meetodid, mida kasutada. Õpilased korrastavad olemasolevat andmehulka ja eraldavad antud küsimuses olulise ja ebaolulise info.

### T ARVUTIPÕHISE MATEMAATIKA PROBLEEMILAHENDAMISE TSÜKLI 2 ETAPP

**AMP** Üldistamise eesmärgi mõistmine  
Infohulga kokkusurumine, seoste loomine ja põhjendamine.

**AMD** Diagrammide kasutamine teadmiste liigendamiseks  
Uuritava küsimusega seotud info struktureerimine, et lihtsamini leida rakendatavaid ideid. Seoste määramine mõistete või andmete vahel, muutujate paiknemine töövoos.

**AMC** Asjakohaste matemaatiliste mõistete ja nendevaheliste seoste tuvastamine  
Ideede, mõistete väljapakkumine ja lahenduseks sobilike väljasõelumine. Seoste loomine valitud kontseptsioonide vahel.

**AMR** Valikus olevate kontseptsioonide kasutegurite mõistmine  
Lahendusideede omavaheline võrdlemine.

**AMA** Alternatiivsete lähenemisviiside esitamine  
Diagrammid, skeemid (programmid), struktureeritud info (tabelid, maatriksid, nimekirjad).

## CM IDEEDE MÕISTMINE

Lahenduseks vajaliku idee leidmine. Erinevaid töövahendeid liitva ühtse kontseptsiooni loomine.

### T ARVUTIPÕHISE MATEMAATIKA PROBLEEMILAHENDAMISE TSÜKLI 2 ETAPP

**CM1** Oskus kirjeldada lähenemist  
Oskus kirjeldada valitud lähenemist, tuua näiteid selle kasutamisest, tulemustest ja piirangutest.

**CM2** Lähenemise rakendatavuse mõistmine.  
Rakendatavus antud probleemi kontekstis.

**CM3** Arusaamine, millised tööriistad on antud lähenemise puhul asjakohased

Antud probleemi kontekstis, kaasaarvatud juhul kui pole olemas spetsiaalset vahendit just antud ülesande lahendamiseks.

**CM4** Valitud lähenemisviisi suhteliste eeliste tajumine

Antud probleemi kontekstis võrrelduna teiste lähenemisviisidega, mida samuti saaks antud probleemi lahendamiseks kasutada.

**TM** MATEMAATILISED TÖÖVAHENDID

Töövahendid on funktsioonid, meetodid ja toimingud, mis võimaldavad püstitatud küsimuse viia vastuse leidmiseks sobivale kujule. Töövahend ei pruugi ilmatingimata olla arvutipõhine. Iga ülesande lahendamiseks peaks valima kõige sobivaima töövahendi.

**T** ARVUTIPÕHISE MATEMAATIKA PROBLEEMILAHENDAMISE TSÜKLI 2 ETAPP**TMB** On olemas intuitsioon töövahendi võimaliku käitumise kohta

On olemas teadmine, kuidas töövahend käitub erinevates olukordades. Töövahendi tugevate ja nõrkade külgede tundmine ning mõistmine, millises olukorras oleks sellel töövahendil eelis teiste ees.

**TMC** Alternatiivsete töövahendite tundmine

Ainult selle töövahendi alternatiivid. Töövahendid, mis saavutaks sarnased tulemid, aga poleks siiski otseselt asendavad.

**TMR** Antud kontekstis kasutatavate töövahendite kasutegurite erinevusest arusaamine

Siin võib tekkida tagasilööki: kui valitud töövahendid pole piisavalt head võib osutada vajalikuks muuta lähenemist.

**MC** ARVUTUSTE HALDAMINE

Arvutuste etapp algab sobiva matemaatilise töövahendi valikuga. See etapp võib olla triviaalne, kui kasutada ühte lihtsa sisendiga töövahendit, või keerukas kombinatsioon mitmest erinevast töövahendist. Mingist piirist alates muutub arvutusmahu hindamine protsessi oluliseks osaks.

**C** ARVUTIPÕHISE MATEMAATIKA PROBLEEMILAHENDAMISE TSÜKLI 3 ETAPP**MC1** Sobiliku tehnoloogia valimine

Erinevate tehnoloogiate vahel valimine (riistvara/tarkvara), füüsiline või mõtte jõud.

**MC2** Suutlikkus tõlgendada vahendi dokumentatsiooni

- Töövahendi juhendite leidmine ja nende sihipärane kasutamine.
- Programmikoodi korral on juhend formaalne dokument, mis kirjeldab funktsiooni tööd. Teiste töövahendite korral võib juhiste saamine tähendada videokirjelduste, vabas vormis märkmete ja veebilehtede läbitöötamist.

### MC3 Kasutuskõlbliku vastuse saamise võimalikkuse hindamine

- Enne arvutuse tegemist kontrollida selle teostatavust.
- Hinnata, kas vead võivad tegeliku tulemuse üle kaaluda ja kasutuskõlblikku vastust pole võimalik leida.
- Hinnata, kas vastuse leidmine mõistliku ajaga on teostatav.

### MC4 Töövahendi jaoks sobiliku ja selge sisendi koostamine.

Andmete sobilikku formaati panek, mõõtühikute teisendamine, piiride määramine, arvutustäpsuse valik, järjestamine, filtreerimine, vajalike seadete muutmine.

### MC5 Töövahendi kasutamine või selle kasutamiskogemuse demonstreerimine

Oskus töövahendit tulemuse saamiseks rakendada.

### MC6 Oskus hinnata, kas arvutuste tulemus on antud kontekstis sobilik

- Instinktiivselt mõista, kui arvutuste tulemus pole sobilik.
- Vaist kontrollida muutujate tüüpe, dimensioone ja suurusjärku.

### MC7 Tulemuseni jõudmiseks erinevate töövahendite kombineerimine

Töövahendeid kombineerides arvutuse läbiviimine ja lahenduse leidmine. Töövahendite sidumine, tagades ühe töövahendi tulemi sobivuse järgmise töövahendi sisendiks.

### MC8 Protsessi tööd takistavate asjaolude väljaselgitamine

Süsteemsete meetodite tundmine, mille abil probleemkoht tuvastada. Oskus tööprotsess lõikudeks jagada, et kahtlased osad isoleerida. Ühikute, loogika, struktuuri, suurusjärku jne kontroll.

### MC9 Arvuti tööd puudutavate probleemide lahendamine

Teadmine, mida teha kui arvutil läheb arvutuste tegemiseks liiga palju aega või kui nõutud arvutustäpsust ei saavutata.

### MCO Nii vastuse leidmise kiiruse kui ka arvutuste taaskasutatavuse optimeerimine

Kiire skemaatilise lahendi ja täieliku selgitustega lahendi vahel valiku tegemine. Vaagimine dokumentatsiooni koostamisele kuluva aja ja lahendi leidmisele kuluva aja vahel.

## IN TÕLGENDAMINE

Õpilased mõtestavad lahti arvutuste väljundi - seovad saadud tulemused uuritava reaalelulise probleemiga. Sellest lähtuvalt tekivad ka uued uurimisküsimused.

I

### ARVUTIPÕHISE MATEMAATIKA PROBLEEMILAHENDAMISE TSÜKLI 4 ETAPP

#### IN1 Üldtuntud asjakohastest mõistetest ja esitustest arusaamine

Oskus lahti mõtestada üldtuntud jooniseid, mõisteid ja tähistusi, mis on esitatud ilma otsese interpretatsioonita.

## IN2 Algse uurimisprobleemi kontekstist lähtuvalt väljundi tõlgendamine

Esialgse küsimusega seoses väljundist väärtuste esiletoomine. Sobivate ühikute valik. Väidete esitamine, mis näitavad väljundi sisulist mõistmist.

## IN3 Väljundi detailide märkamine ja neile reaalelulise tähenduse määramine

Väljundi põhiliste detailide korral nagu kuju, miinimum, maksimum, tõus, asümptoot, dimensioon, ühik jne.

## IN4 Tulemustest huvitavate aspektide äratundmine

Neist aspektidest, mis on loetletud eelmises punktis, lähteprobleemi osas kõige spetsiifilisemate väljavalimine.

## IN5 Laiemate järelduste tegemine

Subjektivse hinnangu andmine koos põhjendusega. Oletuste või järelduse tegemine. Ekstrapoleerimine. Interpoleerimine.

## CV KRITISEERIMINE JA KONTROLLIMINE

Kriitiline hoiak ja võimalike veakohtadega arvestamine lahendi leidmise protsessis. Küsimuste: Kus? Millal? Miks? Mis? Kes? küsimine. Saadud tulemuste, olgu need ootustele vastavad või ootamatud, arvustamine. Vastuse kontrollimine ja põhjendamine.

### CVA Tehtud eelduste kehtivuse ja mõju hindamine

Küsimuse püstitamise faasis tehtud eelduste paikapidavuse ja ekslike eelduste võimaliku mõju hindamine.

### CVL Valitud meetodi ja töövahendite sobilikkuse ja mõju hindamine

Valitud meetodi ja töövahendite piiride mõistmine

### CVC Arvutuslike raskuste või piirangutega seotud võimalike veaallikate loetlemine

Matemaatilised vead. Nulliga jagamine. Märgivahetusega seonduv. Arvutuste täpsusega seonduv.

### CVM Loetletakse meetodite piirangutest tingitud vigade allikad

Loetlemine, mis juhul antud lähenemine ei sobi või millisel määral eksib, kui tegu on äärmuslike olukordadega.

### CVE Süstemaatilise ja juhusliku vea eristamine

Mõistmine, et kasutatud meetod annab tegelikkusele vaid lähendi. Ootamatu väljundi põhjustanud tingimuste väljaselgitamine.

### CVT Oskus tõendada oma tulemusi

Oskus kasutada erinevaid meetodeid. Kinnitada, et lõplik mudel annab sama tulemuse kui sammu kaupa osade rakendamine. Uuel andmestikul testimine.

### CVR Allikate usaldusvärsuse hindamine

Andmeallika kindlakstegemine, kasutatava mudeli teoreetilise tausta mõistmine. Allika usaldusvärsuse kriteeriumite mõistmine.

### CVD Otsustamine, kas tulemused on piisavad, et edasi liikuda, või tuleb antud meetodi kasutamine lõpetada

Kogu ülesande lahendamise protsessi jooksul otsuste tegemine: kas tulemused on piisavad, et edasi liikuda, kas tsüklit tuleks korrata või tuleb see katkestada.

## GM MUDELI/TEOORIA/MEETODI ÜLDISTAMINE

Mingi kindla ülesande lahendamiseks loodud mudeli edasiarendamine ja üldistamine või mudeli piisav dokumenteerimine, et teised saaksid seda kohandada oma eesmärgi täitmiseks.

**GMI** Üldistamise eesmärgil situatsioonide sarnasuste ja erinevuste märkamine  
Sarnase struktuuri, mõõtme, suuna või mustrit märkamine eri probleemide või kontekstide korral.

**GMV** Algses mudelis konstantidena esinenud suuruste muutuvatelks parameetriteks valimine  
Mudeli või lahenduskäigu üldistamine, muutes eeldusi või määramispiirkonda.

**GMW** Oskus teha laiemaid järeldusi sama tüüpi ülesannete korral  
Lähenedisviisi või töövahendi kasutamisest tulenev kogemustepagas võimaldab teha üldistusi. Piiripealsete juhtude kontrollimine.

**GMG** Üldistatud mudeli realiseerimine töökindla programmina  
Tehtud eelduste ja kasutatud muutujate kohta info esitamine ning olemasolevate piirangute väljatoomine. Dokumentatsiooni koostamine ja programmi põhjalik testimine.

## CC SUHTLEMINE JA KOOSTÖÖ

Pidev suhtlemine ja koostöö igal lahenduse leidmise etapil. Õpilased kasutavad erinevaid esitlusvahendeid, et teha oma mõttekäigud huvilistele arusaadavaks.

**CCV** Ideede koondamine ja selgitamine visualiseerimise teel

Visuaalsete vahendite loomine ja kasutamine probleemilahendamise tsükli vältel ideede edasiandmiseks. Väikesemõõduliste, vabas vormis skeemide või diagrammide kasutamine edasiminekunäitlikustamiseks. Need võivad edasi anda ülesande struktuuri, muutujate vahelisi seoseid, trende, dimensioone, näidata kuidas probleem lahendusetappide käigus muutub.

- CCP** **Ideede koondamine ja selgitamine suuliselt**  
Lahendusidee põhjendamine või saadud väljundi lühike kirjeldamine. Oskus oma mõte sõnadesse panna.
- CCD** **Ideede koondamine ja selgitamine kirjalikult**  
Samaväärne eelmise punktiga, kuid kirjalikult. Konkreetsed põhipunktid paari reana kirjapandult.
- CCC** **Sõnavara, tähiste, diagrammide ning koodi asjakohane, kuulajaskonna tausta arvestav kasutamine.**  
Idee ja teadmiste edasiandmine silmas pidades vastuvõtjate teadmiste taset ja oskusi.
- CCB** **Eesmärgist lähtuvalt kõige sobivama esitlusviisi valimine**  
Vajaduse korral erinevate esitlusvahendite kombineerimine, et anda edasi ideid või lahendusi.
- CCR** **Esitluse või raporti koostamine**  
Probleemi selge esitus, kuidas probleem lahendati ja mis on lahend. Kirjalik aruanne peab arvestama, millisele lugejaskonnale tekst on mõeldud.
- CCG** **Oskus teha grupitööd**  
Grupikaaslastega arvestamine, oma arvamuse väljendamine.
- CCF** **Otsustamine, millised faktid argumenti toetavad ja millised mitte**  
Oskus eristada väidet kinnitavaid ja ümber lükkavaid fakte. Oma seisukoha kaitsmine väitluses.
- CCI** **Esitletud ideedest arusaamine ja nende kritiseerimine**  
Lünkade ja vigade märkamine arutluskäigus. Oskus küsida selgitavaid küsimusi, et esitatust paremini arusaada.
- CCQ** **Erinevate küsitlustehnikate kasutamine**  
Vajaliku info kättesaamise oskus