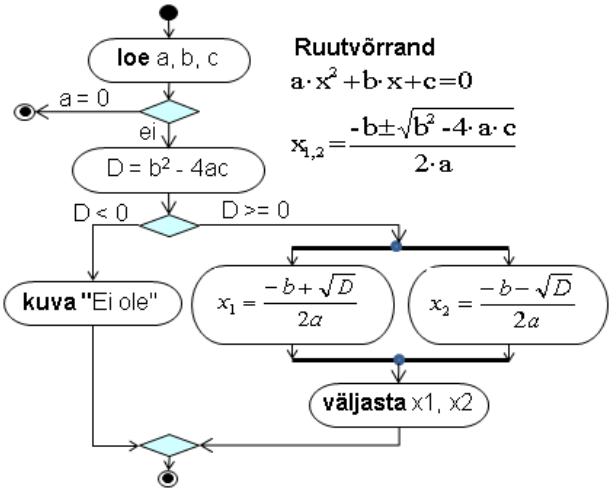
Eesti Teadusagentuur
Estonian Research Council
TeaMe
Euroopa Liit
Euroopa Sotsiaalfond
Eesti tuleviku heaks
TTÜ
informaatikainstituut

Algoritmimine



Algoritm on täpne ja ühemõtteline eeskiri antud liiki ülesannete lahendamiseks või tegevuste täitmiseks kindla eesmärgi saavutamisel. Algoritm määrab, milliseid tegevusi ja millises järjekorras peab selleks täitma. Mõiste algoritm pärineb matemaatikast, kuid seda kasutatakse ka mujal: retseptid, juhendid, stsenaariumid – kõik need on eeskirjad e algoritmid. Eriti palju kasutatakse seda mõistet seoses rakenduste loomise ja programmeerimisega.

Sisu

Algoritmi olemus

Algoritm on sammsammuline tegevusjuhis, juhend, eeskiri mingi tegevuse sooritamiseks või eesmärgi saavutamiseks. Algoritm määrab, milliseid tegevusi, milliste andmetega ja millises järjekorras peab selleks täitma. Mõiste algoritm pärineb matemaatikast, kuid seda kasutatakse ka mujal: retseptid, juhendid, stsenaariumid – kõik need on eeskirjad ehk algoritmid. Eriti palju kasutatakse seda mõistet seoses rakenduste loomise ja programmeerimisega. Võib öelda, et programmeerimise sisu ja kunst seisneb suurel määral just algoritmide loomises. Programmi teksti kirjutamist nimetatakse **kodeerimiseks**. Programm on üks võimalikest algoritmi esitusviisidest. Algoritmi sisu ja esitusviis sõltub täitjast, olgu selleks siis inimene, arvuti, robot vms.

Siin arvestatakse, et täitjaks on **programmjuhtimisega seade** (nt arvuti) – protsessori ja mäluga varustatud seade, millel võivad olla võimalused (täpne koosseis ei ole oluline) infovahetuseks väliskeskkonnaga. Algoritmi võib sellisel juhul vaadelda loodava programmi mudelina, so tegevuste kirjeldusena üldisel kujul, mis otseselt ei sõltu konkreetsest programmeerimiskeelest. Algoritm on eeskätt mõeldud inimesele ning on orienteeritud ülesande lahendamise sisule ja lahenduse kirjelduse ülevaatlikkusele. Põhimõtteliselt võiks silmas pidada, et algoritmi saaks realiseerida erinevate programmeerimiskeelte abil. Algoritme kasutatakse nii rakenduste loomisel kui ka nende dokumenteerimisel näiteks kas või selleks, et neid hiljem realiseerida mõne muu vahendiga.

Sageli kasutatakse rakenduse loomisel algoritmi järk-järgulist detailiseerimist. Algfaasis võib algoritm olla üsna üldisel kujul, kuid arenduse käigus see täpsustub. Lõppfaasis peaks algoritm üsna täpselt arvestama kasutatavate andmete liike ja organisatsiooni ning tegevusi, mida arvuti saab täita andmetega. Tüüpiliselt detailiseeritakse algoritm tasemele, millelt oleks lihtne koostada programmi.

Andmed algoritmides

Nii nagu programmid, on ka algoritmid ja nende esitus otseselt sõltuvad kasutatavate andmete liigist ja organisatsioonist. Edaspidi eeldame, et arvuti saab salvestada ja töödelda erinevat liiki andmeid: märkandmeid (arvud, tekstid, tõeväärtus, …) ning graafika- ja heliandmeid. Algoritmides saab kasutada muutujaid, andmekogumeid (loendid, massiivid, tabelid) ja objekte.

Skalaarandmed esitatakse algoritmides konstantidena ja muutujatena. Nende olemus ja käsitlus on põhimõtteliselt sama nagu programmides, kuid formalismi on vähem, nt ei kasutata eriti tüüpe (erineva täpsusega täis- ja reaalarve). Liikidega (arv, tekst, tõeväärtus) peab arvestama näiteks tehete ja funktsioonide kasutamisel. Konstandid kirjutatakse otse algoritmi, muutujad esitatakse nimede abil. Võiks arvestada, et algoritmis kasutatavad nimed sobiksid kasutamiseks ka programmis. Muutujate kasutamisel algoritmides peab arvestama, et programmis hakkavad neile vastama mälupesad ning omistamine seisneb väärtuse salvestamises arvuti mälus muutujale eraldatud pesas. Peamine korraldus muutujale väärtuse andmiseks on **omistamine**, ning selle võib esitada kujul:

```
muutuja = avaldis
```

Avaldiste esitamisele algoritmides erilisi nõudeid ja piiranguid ei seata. Oluline on, et see oleks inimesele arusaadav ja vastaks väärtuste liigile, näiteks aritmeetikatehteid ja matemaatikafunktsioone saab rakendada ainult arvudele.

Andmekogumite puhul arvestame esialgu **ühemõõtmeliste massiivide** ehk **loenditega**, mis on järjestatud elementide (muutujate) kogum. Loend (massiiv) tähistatakse ühe nimega, viitamiseks elementidele kasutatakse nime koos indeksiga: V(1), Y(k), X(i + 1) jms.

Objektide osas arvestame praegu, et tegemist on süsteemis määratletud ja realiseeritud objektide klassidega (nagu on Scratchis ja dokumendipõhistes süsteemides). Siia kuuluvad eeskätt graafikaobjektid. Teatud juhtumeil võivad tulla mängu ka dokumendid ja nende osad, vormid, dialoogiboksid, aknad jms.

Objekti käsitlemisel algoritmis peab mingil viisil viitama objektile, tema omadustele ning meetoditele. Viitamiseks objektile kasutatakse **nime**. Kui algoritm kehtib ainult kindla objekti jaoks (nagu Scratchis), siis võib objekti nime algoritmis jätta ära. Viitamiseks omadustele ja meetoditele kasutatakse määratud, kokkulepitud või üldarusaadavaid nimesid. Meetodite puhul kasutatakse sageli ka argumente.

pall.X = 0; pall.liigu x0, y0; pööra 180; muudaX 10

Sprait
nimi x asukoht, y asukoht suund, suurus värvus, nähtavus, ...
liigu(), pööra() muudaX(), muudaY() vaheta kostüümi() muuda värvi() ütle(), mängi heli(), ...

Näites on toodud valik Scratchi põhiobjektide (spraitide) omadusi ja meetodeid. Analoogsed omadused ja meetodid on graafikaobjektidel ka mitmetes teistes süsteemides (omaduste ja meetodite nimed on erinevad). Siin omadused **x asukoht** ja **y asukoht** määravad spraidi asukoha laval (X ja Y on koordinaadid). Omadus **suund** näitab spraidi pööret ning objekti liikumise suunda. Spraidi meetodid on realiseeritud käsuplokkide abil. Üldjuhul ei pea Scratchis realiseerimiseks mõeldud algoritmides tingimata kasutama täpselt käsuplokkide nimesid, kuid teatud määral tasub sellega siiski arvestada, kui algoritmi detailiseerimisel on jõutud viimasele tasemele. Algoritmi koostaja võib spetsifitseerida tegevused ja nende sisu. Koostaja võib ise määratleda ka oma objektid (**klassid**) ja spetsifitseerida nende jaoks omadused ja meetodid.

Üldiselt peaks algoritmi juurde kuuluma andmete spetsifikatsioon, milles näidatakse kasutatavad muutujad, andmekogumid ja objektid.

Algoritmide esitusviisid

Algoritmide esitamiseks kasutatakse erinevaid viise ja vahendeid:

- tavaline tekst,
- valemid,
- plokkskeemid,
- UML tegevusdiagrammid,
- Algoritmikeeled.

Antud materjalis kasutatakse peamiselt **UML**i tegevusdiagramme ja algoritmikeelt. **UML**i diagrammides kasutatakse teatud standardseid sümboleid ja kujundeid. Antud juhul kõiki standardite detaile väga täpselt ei arvestata. Peamised tegevusdiagrammide komponendid on järgmised:

● **protsessi** (protseduuri, skripti) **algus** **protsessi lõpp** (katkestus)

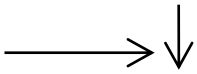
tegevus — Tegevusskeemide põhielement. Täidetav tegevus. Võib esitada erineva detailsusastmega

leia hind | koosta arve | lahenda võrrand | arvuta pindala

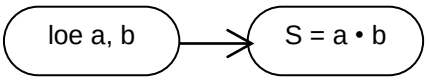
pall platsi keskele | pall lenda | **liigu** 20 sammu | **pööra** 30 kraadi

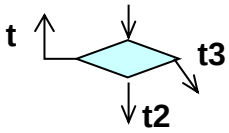
loe a, b, c | **arvuta** S, P | **kirjuta** S, P | **kuva** teade

S = 2πr(r + h) | D = b2 – 4ac | nimi = „Juku“ | S = 0; k = 0

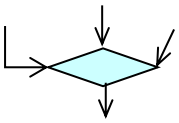


Siire. Näitab järgmist tegevust.

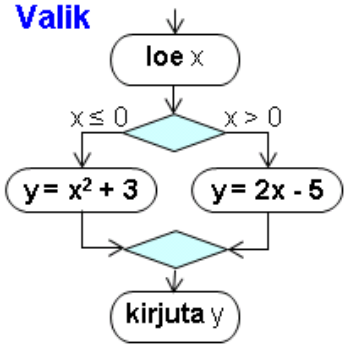


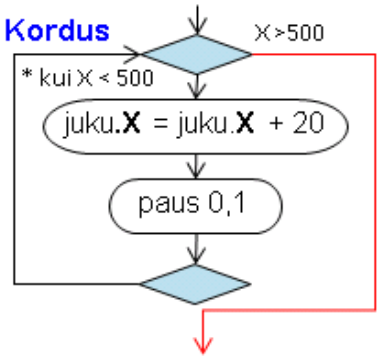


Hargnemine
Tüüpiliselt üks sisend ja mitu väljundit
t1, t2, t3 – tingimused.

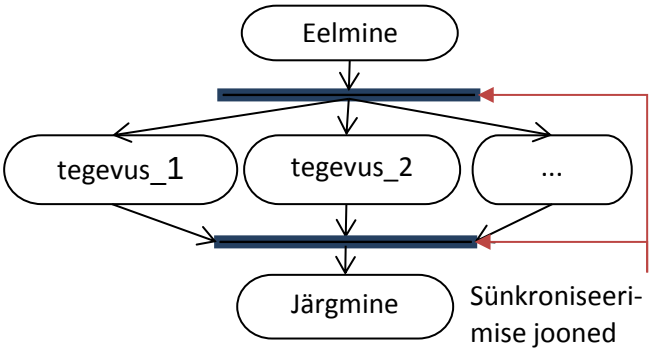


Ühinemine
Tüüpiliselt mitu sisendit ja üks väljund





Paralleelprotsessid ja tegevuste sünkroniseerimine



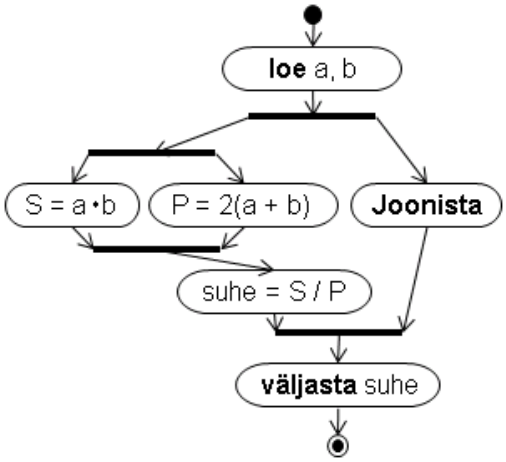
Sünkroniseerimise jooned

Tegevusi võib täita **paralleelselt**. Seda ei pea tegema, kui süsteem ei toeta paralleelsust või sellest ei ole erilist kasu. Ühtlasi tähendab see, et tegevuste täitmise järjekord pole oluline!

Algoritmikeeles esitatakse tegevused sarnaselt programmeerimiskeele lausetele, kuid olulisemalt nõrgema formalismiga ning nõuetega süntaksi õigsusele. Tegemist on kokkuleppega, mida rakendatakse algoritmide kirjeldamiseks näiteks töömeeskonnas, koolis või õpetamisel. Seejuures kasutatakse mõningaid kindla tähendusega sõnu ja fraase nagu võtmesõnad programmeerimiskeeltes või tegevusskeemides: **loe**, **kirjuta**, **kui**, **kordus**, …

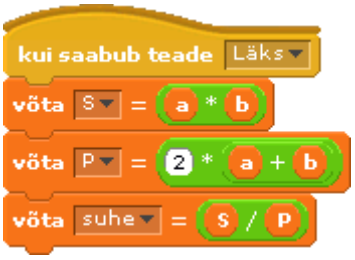
Allpool on mõned algoritmide näited, mis on esitatud **UML** tegevusskeemide ja algoritmikeele abil.

Antud on ristküliku külgede pikkused (**a, b**). Leida selle pindala (**S**), ümbermõõt (**P**) ning pindala ja ümbermõõdu suhe. Joonistada ka ristkülik.



protseduur Joonista
mine 0, 0
pliiats alla
liigu a, 0
liigu a, b
liigu 0, b
liigu 0, 0

protseduur Rist
loe a, b
teavita Joonista
S = a * b
P = 2(a + b)
suhe = S / P
väljasta suhe

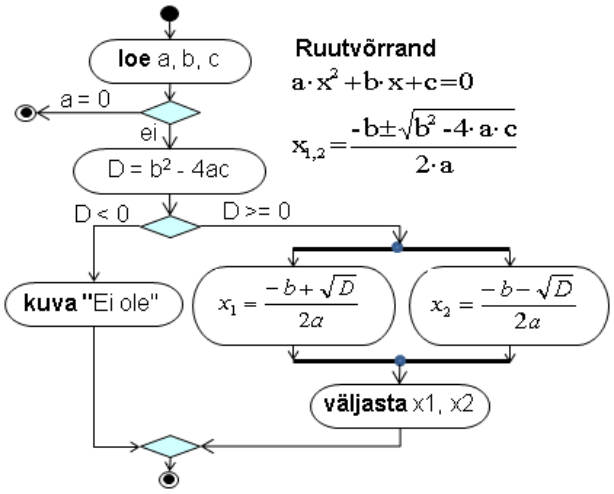


UML diagramm näitab, et arvutused ja joonistamine võivad toimuda paralleelselt, kuid enne peab lugema algandmed (**a, b**). Sellise variandi võimaldab realiseerida Scratch. Peale algandmete lugemist käivitatakse teatega „**Läks**“ samaaegselt joonestamise ja arvutamise skriptid. Need võivad töötada paralleelselt, sest ei sõltu üksteisest.

Antud ülesande juures aja kokkuhoidu praktiliselt ei teki ning lähenemisviis demonstreerib lihtsalt põhimõttelisi võimalusi. Skeem näitab, et ka **S** ja **P** arvutused võivad toimuda paralleelselt, kuid selle realiseerimiseks ei ole mingit mõtet. Selline esitus näitab, et nende kahe suuruse arvutamise järjekord ei ole oluline – **S** ja **P** arvutamise käsuplokkide järjekord võib olla programmis suvaline, kuid mõlemad peavad eelnema muutuja suhe väärtuse leidmisele.

Muutuja **suhe** väärtuse väljastamiseks ei ole joonestamise lõpetamise ootamine tingimata vajalik, sest see võib toimuda kohe peale arvutuste lõppu. Võite vaadata ka Scratchi projekti, kus on mõningaid täiendusi joonise mastaabi valimisel, mis ei ole kajastatud algoritmis.

Järgnevalt on esitatud ruutvõrrandi lahendamise algoritm. Peale algandmete (a, b, c) lugemist toimub kontroll, kas **a=0**; kui jah, siis programmi töö katkestatakse. Jätkamisel leitakse kõigepealt **D** väärtus. Kui **D<0**, lahend puudub, vastupidisel juhul leitakse ja väljastatakse **x1** ja **x2**. Vaatamiseks on demo.



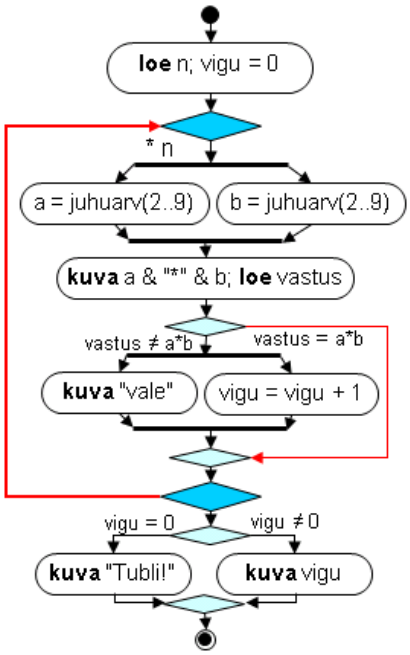
Ruutvõrrand

$$a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$$

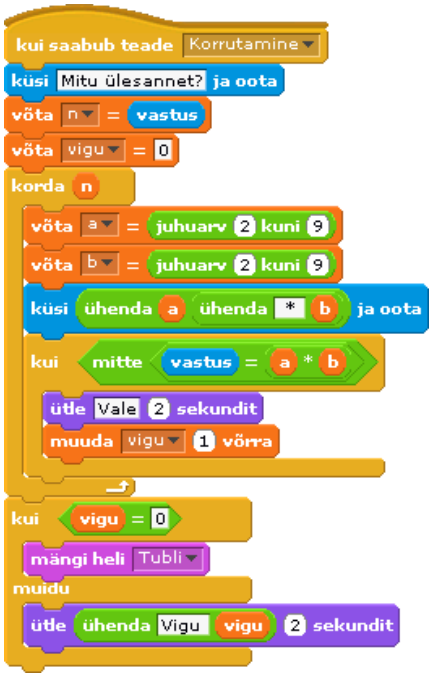
$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}$$

```
protseduur Ruutvrd
  loe a, b, c
  kui a = 0 siis lõpp
  D = b² - 4ac
  kui D < 0 siis
    kuva "Juured puuduvad"
  muidu
    x1 = (-b + √D) / 2a   x2 = (-b - √D) / 2a
    kuva x1, x2
  lõpp kui
lõpp Ruutvrd
```

Allpool on esitatud **algoritm** ja Scratchi **skript** rakenduse jaoks, mis esitab **n korrutamisülesannet**, kontrollib kasutaja vastuseid ja annab hinnangu. Vt ka Scratchi projekti.




```
protseduur Korrutamine
  loe n
  vigu = 0
  kordus n korda
      a ja b juhuarvud 2..9
      kuva küsimus
      loe vastus
      kui vastus <> a* b siis
        kuva "Vale"
        vigu = vigu + 1
  lõpp kordus
  kui vigu = 0 siis
      kuva  "Tubli!"
  muidu
      kuva vigu
  lõpp kui
```



Tüüptegevused märkandmetega

UML	Algoritmikeel	Scratch	Visual Basic (VB) Python

Väärtuste leidmine ja salvestamine (omistamine)

Leitakse avaldise väärtus ja salvestatakse see antud muutujas

muutuja = avaldis	muutuja = avaldis		muutuja = avaldis

muutuja – lihtmuutuja nimi, massiivi element: nimi(indeks), nimi(rida, veerg)

avaldis – eeskiri väärtuse leidmiseks: operandid, tehtemärgid, funktsioonid

arvavaldised, tekstavaldised, ajaavaldised, võrdlused, loogikaavaldised

Väärtuste lugemine väliskeskkonnast

Loetakse väärtused väliskeskkonnast (boks, vorm, dokument, fail, …) ja salvestatakse muutujates

sisesta muutuja,	**küsi** muutuja, … **loe** muutuja, … **sisesta** muutuja, …		**Visual Basic** muut = InputBox() **Python** muut = input()

Väärtuste kirjutamine väliskeskkonda

Leitakse avaldise väärtus ja kuvatakse või kirjutatakse väliskeskkonda (boks, vorm, dokument, fail, …)

väljasta avaldis	**kuva** avaldis **kirjuta** avaldis		**Visual Basic** MsgBox avaldis **Python** print(avaldis, …)

Tüüptegevused objektidega

UML	Algoritmikeel	Scratch	Visual Basic Python

Objektide omaduste lugemine ja muutmine

Viitamiseks objekti omadusele kasutatakse tüüpiliselt konstruktsiooni **objekt.omadus**

muutuja = objekt.omadus objekt.omadus=avaldis	muutuja = objekt.omadus objekt.omadus = avaldis		X = auto.Left auto.Left = a+10

Objektide meetodite rakendamine

Viitamiseks objekti meetodile kasutatakse tüüpiliselt konstruktsiooni **objekt.meetod *argumendid***

objekt.meetod arg-d	**objekt.meetod arg_d**		auto.IncrementLeft 10 auto.setx(120)

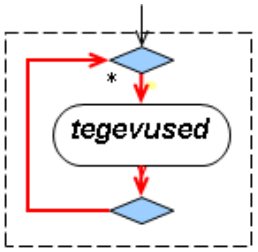
Protsesside juhtimine

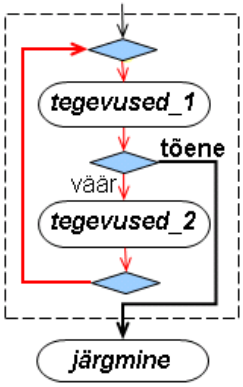
Protsesside juhtimine seisneb tegevuste täitmise järjekorra määramises. Eristatakse nelja liiki protsesse:

- järjestikune protsess ehk jada,
- tsükliline protsess ehk kordus,
- hargnev protsess ehk valik,
- paralleelne protsess.

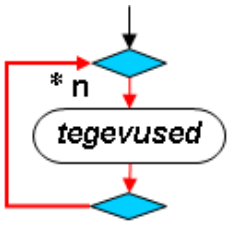
Protsesside kirjeldamiseks kasutatakse vastavaid kokkuleppeid, korraldusi või käske. Järjestikuste protsesside määramiseks mingeid spetsiaalseid vahendeid ei kasutada – eeldatakse, et tegevusi täidetakse selles järjekorras nagu need on algoritmis esitatud.

Kordused

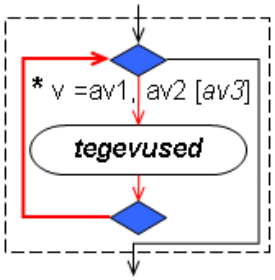
UML	Algoritmikeel	Scratch	Visual Basic	Python
Lõputu kordus				
	kordus *tegevused* lõpp kordus		Do *laused* Loop	while True: *laused*
Lõputu kordus katkestusega				

	**kordus**
	tegevused 1
	kui *ting* siis välju
	tegevused 2
	lõpp kordus
	NB! Katkestamise tingimusi võib olla mitu!
			Do
			laused 1
			If *ting* Then
			Exit Do
			End If
			laused 2
			Loop
				while True:
				laused 1
				if ting:
				break
				laused 2

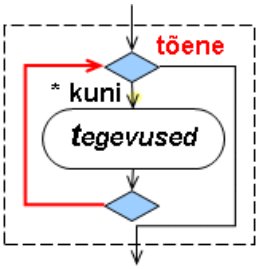
Etteantud korduste arvuga kordus				
	kordus *n* korda *tegevused*		For i = 1 T0 n	for i in \ range(n):

UML	Algoritmikeel	Scratch	Visual Basic	Python
	lõpp kordus **NB!** Tegevuste seas võivad olla katkestajad!		*laused* Next i **NB!** VBs näitab käsu jätkumist _	*laused* **NB!** Pythonis näitab käsu jätkumist ****

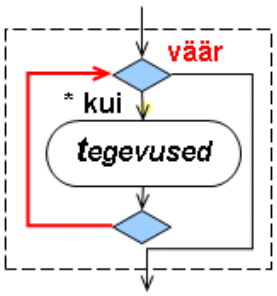
Juhtmuutujaga kordus

	kordus *v* = a1..a2 [,a3] *tegevused* lõpp kordus Juhtmuutuja ***v*** saab väärtusi a1-st a2-ni sammuga a3	Puudub. Saab modelleerida näiteks taoliselt 	For v=a1 To a2 _ [Step a3] *laused* Next v **NB!** VBs näitab käsu jätkumist _	for v in \ range \ (a1,a2,a3): *laused* **NB!** Pythonis näitab käsu jätkumist ****

Eelkontrolliga kordus kuni tingimus saab tõeseks

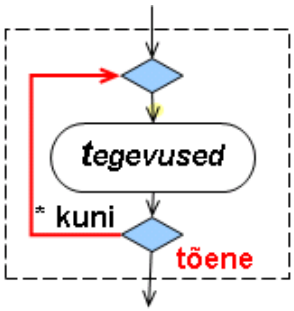
	kordus kuni *ting* *tegevused* lõpp kordus korratakse, kuni tingimus **saab tõeseks**		Do Until *ting* *laused* Loop	while not *ting*: *laused*

Eelkontrolliga kordus kui tingimus on tõene

	kordus kui *ting* *tegevused* lõpp kordus korratakse, kui tingimus **on tõene**	puudub	Do While *ting* *laused* Loop	while *ting:* *laused*

UML	Algoritmikeel	Scratch	Visual Basic	Python

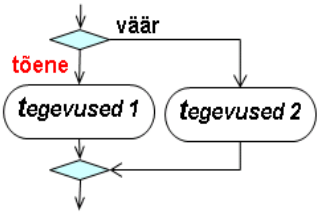
Järelkontrolliga kordus kuni tingimus saab tõeseks

UML	Algoritmikeel	Scratch	Visual Basic	Python
	kordus *tegevused* lõpp kuni *ting* korratakse, kui tingimus pole tõene (kuni saab tõeseks)	puudub	Do *laused* Loop Until *ting*	puudub

Valikud

UML	Algoritmikeel	Scratch	Visual Basic	Python

Valik kahest

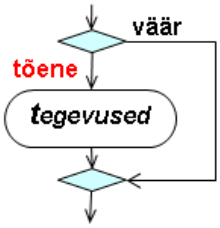


kui *tingimus* siis
  tegevused 1
muidu
  tegevused 2
lõpp kui

If *tingimus* Then
  laused 1
Else
  laused 2
End If

if *tingimus*:
  laused 1
else :
  laused 2

Valik ühest



kui *tingimus* siis
  tegevused
lõpp kui

kui *tingimus* siis *tegevus*

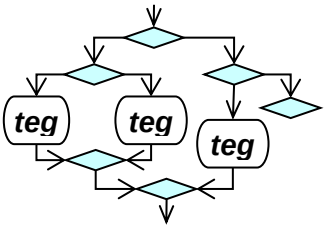
If *tingimus* Then
  laused
End If

If *ting* Then *lause*

if *tingimus*:
  laused

if *ting: lause*

Mitmene valik



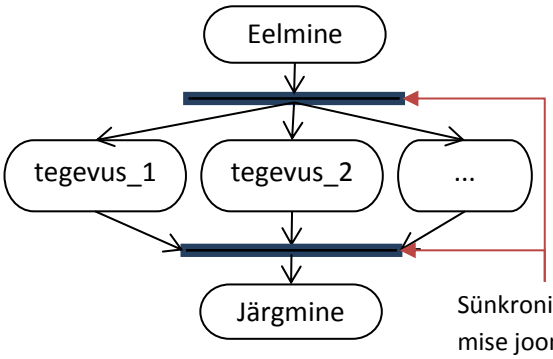
kui *ting* siis
  kui ting siis
    tegevused 1
  muidu
    tegevused 2
muidu
  kui *ting* siis *tegev*
lõpp kui

If *ting* Then
  laused
[ElseIf *ting* Then
  laused]
  …
[Else
  laused]
End If

if *ting*:
  laused
[elif *ting*:
  laused]
  …
[else:
  laused]

Üldjuhul võib valiku tegemiseks olla suvaline hulk tingimusi. Erinevates programmeerimiskeeltes on mitmese valiku jaoks olemas spetsiaalsed laused.

Paralleelsed protsessid

UML	Algoritmikeel	Scratch	Visual Basic
	Kokkuleppeline esitusviis	Ühetüübilised päiseplokid 	puudub Python siin ei vaadelda

Mitmest üksusest koosnevad rakendused

Programmid koosnevad sageli mitmest omavahel seotud üksusest – protseduurist, funktsioonist või skriptist. Olenevalt sellest vastab igale osale omaette algoritm. Programmi üksuste st ka algoritmi üksuste vahel toimub koostöö:

- pöördumine ühest üksusest teise poole
- andmevahetus üksuste vahel

Võib eristada kahte liiki üksusi:

- funktsioonid
- protseduurid

Erinevates programmeerimiskeeltes kasutatakse üksuste jaoks erinevaid nimetusi ja teatud erinevusi on ka nende kasutamisel, kuid üldised põhimõtted on samad.

Funktsioonid. Parameetrid ja tagastatav väärtus

Funktsioonid on mõeldud peamiselt väärtuste leidmiseks (tuletamiseks). Tüüpiline funktsioon leiab ja **tagastab ühe väärtuse**.

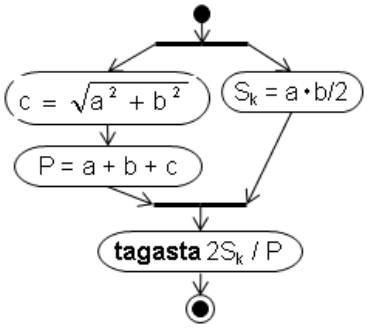
Allpool on toodud funktsioon, mis leiab täisnurkse kolmnurga siseringi raadiuse.

Esitatud on UML tegevusdiagrammi kaks varianti ning funktsiooni esitus algoritmikeeles, Pythonis, Visual Basicus, Scratchi versioonis 1.4 ja BYOBis.

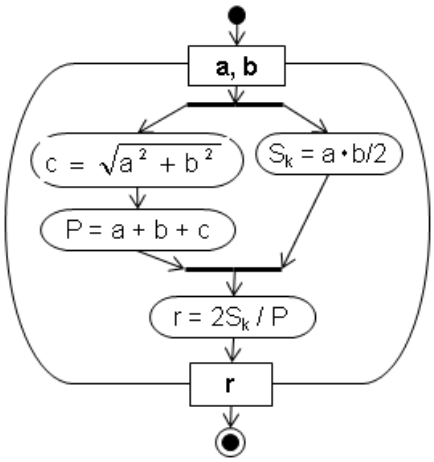
Viimase kolme kasutamises juures on näidatud ka ringi pindala leidmist.

Täisnurkse kolmnurga sise-ringi raadius: variant 1

parameetrid: **a, b** – kaatetid
tagastatav väärtus - **r**



Täisnurkse kolmnurga siseringi raadius: variant 2. Parameetrid ja tagastatav väärtus on skeemil



Algoritmikeel

funktsioon *Sirira*(a, b)
c = **sqrt**($a^2 + b^2$)
P = a + b + c
S_k = a*b/2
tagasta 2*S_k / P

Pythoni funktsioon

```
import math
def Sirira(a, b):
    c = math.sqrt(a*a+b*b)
    P = a+b+c
    Sk = a*b/2
    return 2*Sk/P
```

Kasutamine (pöördumine)

print(**Sirira**(4,5))

VB funktsioon

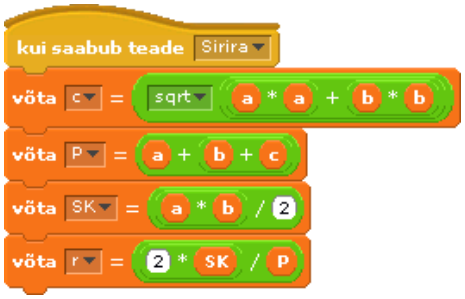
```
Function Sirira(a, b)
Dim c, P, Sk
c = Sqr(a ^ 2 + b ^ 2)
P = a + b + c
Sk = a * b / 2
Sirira = 2 * Sk / P
End Function
```

Kasutamine

r = Sirira(k1, k2)

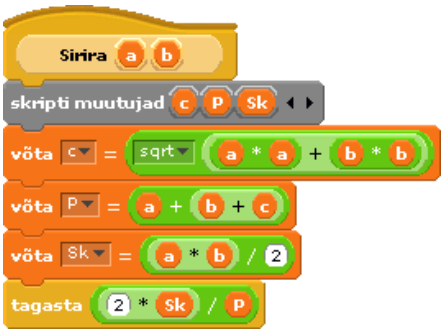
Sr = 3.14 * r * r

Scratch versioon 1.4



Kasutamine

BYOB



Kasutamine

Funktsioonides saab kasutada sisendandmete esitamiseks **parameetreid** ehk tinglikke muutujaid, mis saavad väärtused vastavatelt **argumentidelt** funktsiooni poole pöördumisel. Parameetreid kasutatakse (koos funktsiooni sisemuutujatega) tulemuse leidmiseks. Toodud näites on parameetriteks kaatetite a ja b pikkused.

Nagu öeldud, leiab ja tagastab funktsioon tavaliselt **ühe väärtuse**, milleks toodud näites on raadius r. Tagastatav väärtus määratletakse vastavas protseduuris ühel või teisel moel. Üsna levinud on *return* (**tagasta**) lause kasutamine (Pythonis) või tulemuse omistamine funktsiooni nimele (VB-s). UML skeemidel võib parameetreid ja tagastatavat väärtust näidata skeemi ümbritseva kujundi servadel. Algoritmikeeles, Pythonis, VB-s ning enamikes programmeerimiskeeltes on parameetrid funktsiooni päises funktsiooni nime järel sulgudes.

Scratchi versioonis 1.4 funktsioone (seega ka parameetreid ja argumente) ei ole. Neid saab modelleerida tavalise skriptina, mille võiks teha eraldi spraidi jaoks. Parameetritele ja tagastatavale väärtusele vastavad suurused on otstarbekas määratleda globaalsete muutujate abil (siin **a**, **b**, **r**) ning nö abisuurused lokaalsete muutujate abil (siin c, P, Sr).

Scratchi uuemates versioonides peaks saama kasutada ka funktsioone, parameetreid ja argumente, luues vastavaid plokke. Praegu arendavad seda versiooni Berkeley ülikool ja MIT koos BYOB nime all.

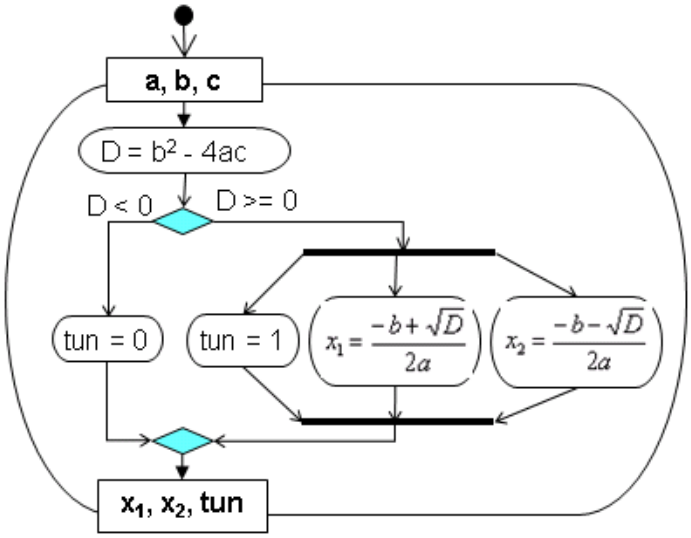
Funktsiooni kasutamine toimub nn **funktsiooniviida** abil, mis esitatakse kujul:

f_nimi(argumendid)

f_nimi – funktsiooni nimi; **argumendid** – parameetritele vastavad väärtused, mis võivad olla esitatud konstantidena, muutujatena või avaldistena. Argumentide arv ja järjestus peab vastama parameetritele.

Protseduurid. Sisend- ja väljundparameetrid

Protseduurid on tunduvalt üldisema iseloomuga kui funktsioonid, võivad teha suvalisi tegevusi, mida antud programmeerimiskeeles saab kasutada, sh leida näiteks ka väärtusi. Allpool esitatud näites on algoritm ruutvõrrandi lahendamiseks realiseeritud parameetritega protseduurina.



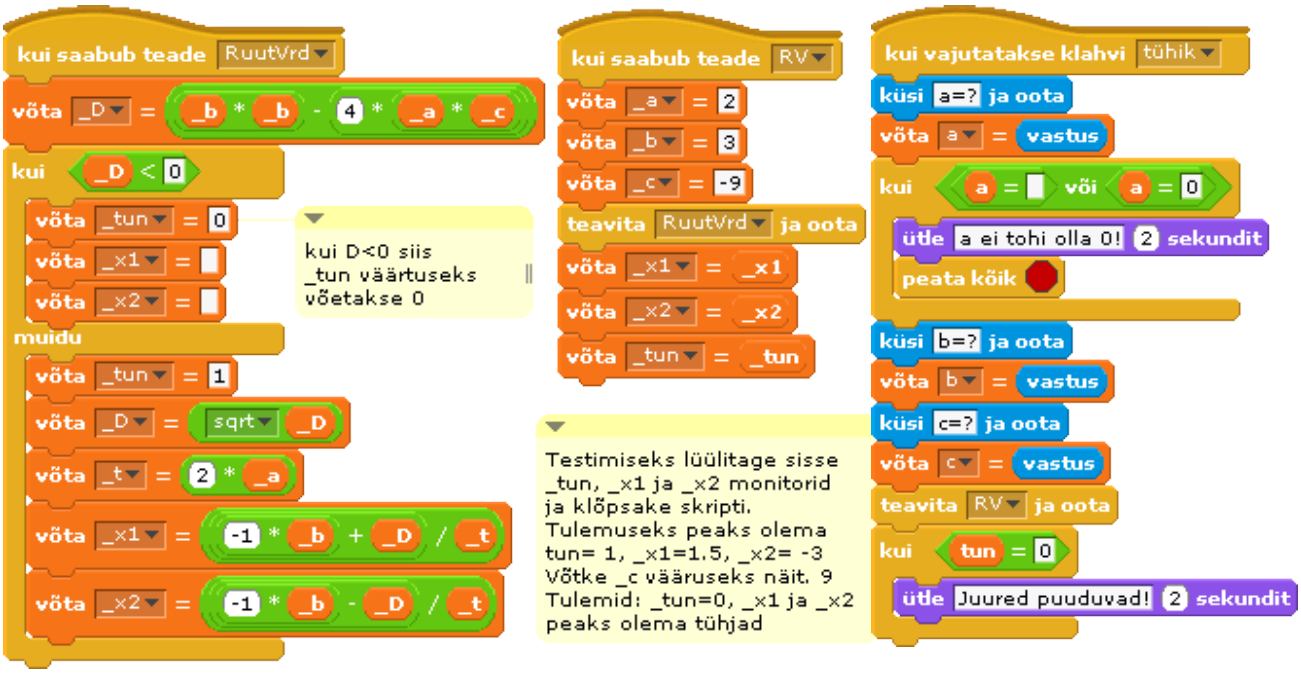
protseduur Ruutvrd (a, b, c, x1, x2, tun)
D = b² - 4ac
kui D < 0 **siis**
tun = 0
muidu
tun = 1
$x_1 = \frac{-b+\sqrt{D}}{2a}$ $x_2 = \frac{-b-\sqrt{D}}{2a}$
lõpp kui
lõpp Ruutvrd

Protseduuri **Ruutvrd** sisendparameetriteks on ruutvõrrandi kordajad a**,** b **ja** c**,** väljundparameetriteks on lahendid x1 ja x2 (kui need leiduvad) ja tunnus tun, mis näitab, kas lahendeid on (**tun = 1**) või ei ole (**tun = 0**).

Ruutpea kujutab endast peaprotseduuri, mis loeb algandmed, kontrollides kohe, kas **a** = 0. Kui jah, siis kuvatakse vastav teade ja katkestatakse programmi täitmine. Kui **a** ei ole 0 (null), siis loetakse ka **b** ja **c** väärtused ning pöördutakse alamprotseduuri **Ruutvrd** poole.

protseduur Ruutpea
loe a
kui a = 0 **siis**
kuva „a ei tohi olla 0!“
stopp
lõpp kui
loe b, c
Ruutvrd a, b, c, x1, x2, tunnus
kui tunnus = 0 **siis**
kuva “Lahendid puuduvad!“
muidu
kuva x1, x2
lõpp kui

Scratchi kasutatud versioonis 1.4 ei ole parameetrite ja argumentide kasutamine võimalik, kuid seda saab modelleerida.



Võib teha spetsiaalse spraidi, millel on kaks skripti. Esimene RuutVrd realiseerib ruutvõrrandi lahendamise ülaltoodud algoritmi järgi, kusjuures kasutatakse spraidi lokaalseid muutujaid, mille nimed algavad siin allkriipsuga, et neid oleks lihtsam eristada tavalistest muutujatest. RV on liidese mall. Nende skriptidega spraiti on otstarbekas eksportida, selleks et hiljem saaks seda lisada suvalisse projekti ning sellega siduda.

Sisendparameetritele _a, _b ja _c ja väljundparameetritele _x1, _x2, _tun seatakse vastavusse argumendid: a, b ja c, ning y1, y2 ja tun.

Näites on toodud skript, mis loeb kordajad ja käivitab skripti RV. See seob omavahel parameetrid ning argumendid ja käivitab skripti RuutVrd. Võimalik on tutvuda ka vastava projektiga.

Näitena on toodud sama algoritmi realiseerimine Visual Basicuga:

```
Sub RuutPea()
  Dim a, b, c, y1, y2, tun
   a = InputBox("Anna a")
   If a = "" Or a = "0" Then
     MsgBox "a ei tohi olla 0!": End
   End If
   b = InputBox("Anna b")
   c = InputBox("Anna c")
   RuutVrd a, b, c, y1, y2, tun
   If tun = 0 Then
     MsgBox "Lahend puudub"
   Else
     MsgBox "y1="&y1& " y2="&y2
   End If
End Sub
```

```
Sub RuutVrd(a,b,c, x1,x2, tun)
  Dim D
  D = b ^ 2 - 4 * a * c
  If D < 0 Then
     tun = 0
  Else
     tun = 1
     x1 = (-b + Sqr(D)) / (2 * a)
     x2 = (-b - Sqr(D)) / (2 * a)
  End If
End Sub
```

RuutVrd on klassikaline parameetritega protseduur:
a, b, c – sisendparameetrid
x1, x2, tun – väljundparameetrid

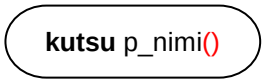
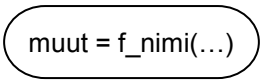
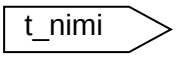
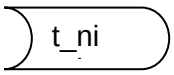
Sisendparameetrid saavad väärtused samanimelistelt argumentidelt, mida kasutades leitakse tulemused ja omistatakse need parameetritele **tun, x1, x2**.

Parameetrite väärtused omistatakse vastavalt argumentidele **y1, y2, tun**.

Peaprotseduuris on muutujate nimedeks **y1** ja **y2** näitamaks, et parameetrite ja argumentide nimed ei pea olema samad.

Pöördumine ühest üksusest teise poole

Allpool on toodud tüüpilised elemendid koostöö kirjeldamiseks programmiüksuste vahel.

UML	Algoritmikeel	Scratch	Visual Basic	Python
Pöördumine protseduuri poole				
	**kutsu** p_nimi(arg, …)	 (1.4)  ver (2.0)	**Call p_nimi** (arg, …) **p_nimi arg, …**	**f_nimi** (…)
Pöördumine funktsiooni poole				
	muut = f_nimi(…)	Scratchi vers 1.4 ei ole  (2.0)	**muut = f_nimi(…)**	
Teadete tekitamine				
 	**teavita** t_nimi	 	**puudub**	
Teadete vastuvõtmine				
	**teade** t_nimi			**puudub**