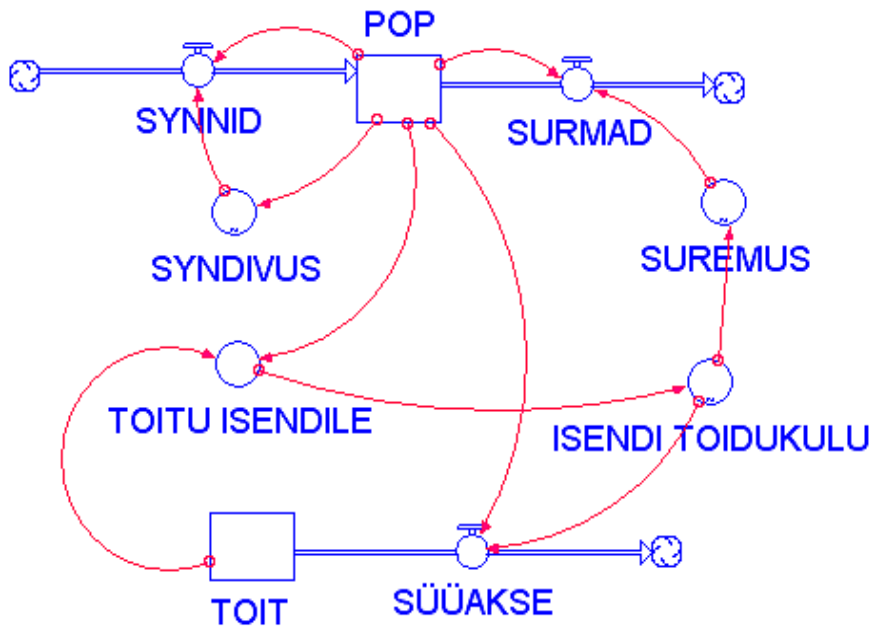


4. ja 5. praktikumi mudelid.

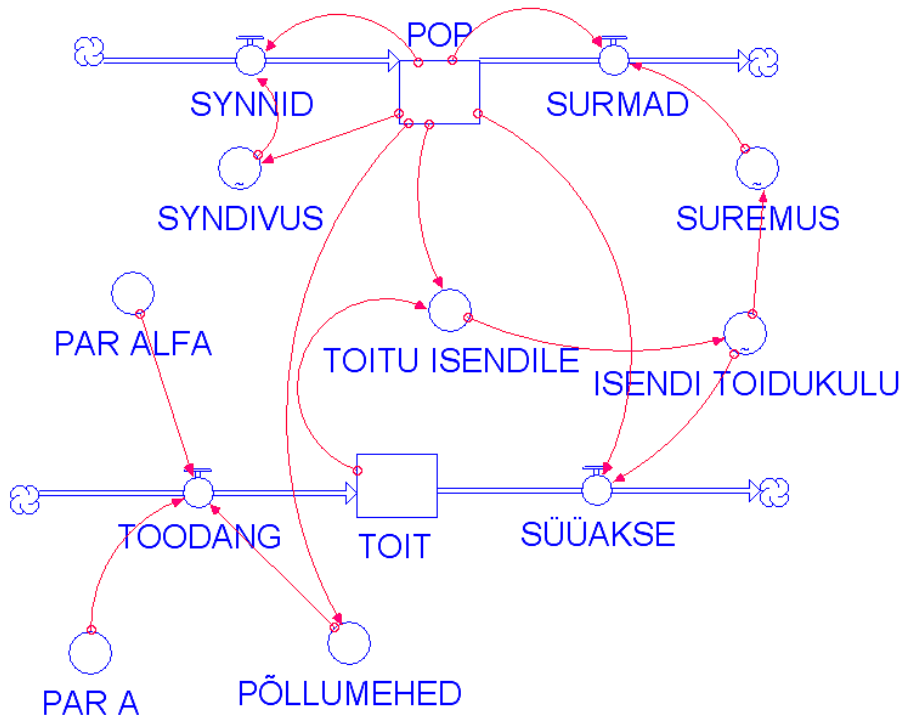
Mudeli järkjärguline arendamine

1. Toidu lisamine mudelisse



- ⊙ $POP(t) = POP(t - dt) + (SYNNID - SURMAD) * dt$
- ⊙ $INIT POP = 10$
- ⊙ $SYNNID = \{ SYNNID AASTA JOOKSUL \} POP * SYNDIVUS$
- ⊙ $SURMAD = POP * SUREMUS$
- ⊙ $TOIT(t) = TOIT(t - dt) + (- SÜÜAKSE) * dt$
- ⊙ $INIT TOIT = \{ KILOGRAMMI \} 1000$
- ⊙ $SÜÜAKSE = POP * ISENDI_TOIDUKULU \{ KILOGRAMME AJAÜHIKUS \}$
- ⊙ $TOITU_ISENDILE = TOIT / POP$
- ⊙ $ISENDI_TOIDUKULU = GRAPH(TOITU_ISENDILE)$
(0.00, 0.00), (1.00, 0.04), (2.00, 0.155), (3.00, 0.27), (4.00, 0.385), (5.00, 0.52), (6.00, 0.63), (7.00, 0.72), (8.00, 0.82), (9.00, 0.92), (10.0, 0.995)
- ⊙ $SUREMUS = GRAPH(ISENDI_TOIDUKULU)$
(0.00, 0.197), (0.1, 0.19), (0.2, 0.184), (0.3, 0.173), (0.4, 0.163), (0.5, 0.147), (0.6, 0.121), (0.7, 0.095), (0.8, 0.061), (0.9, 0.028), (1, 0.013)
- ⊙ $SYNDIVUS = GRAPH(POP)$
(2.00, 0.0995), (21.8, 0.098), (41.6, 0.091), (61.4, 0.0855), (81.2, 0.083), (101, 0.075), (121, 0.062), (141, 0.053), (160, 0.035), (180, 0.015), (200, 0.00)

2. Põllumajanduse lisamine mudelisse



□ TOIT(t) = TOIT(t- dt) + (TOODANG - SÜÜAKSE) * dt

□ $TOIT(t) = TOIT(t - dt) + (TOODANG - SÜÜAKSE) * dt$

INIT TOIT = { KILOGRAMMI } 1000

INFLOWS:

☞ $TOODANG = PAR_A * PÕLLUMEHED * PAR_ALFA$

OUTFLOWS:

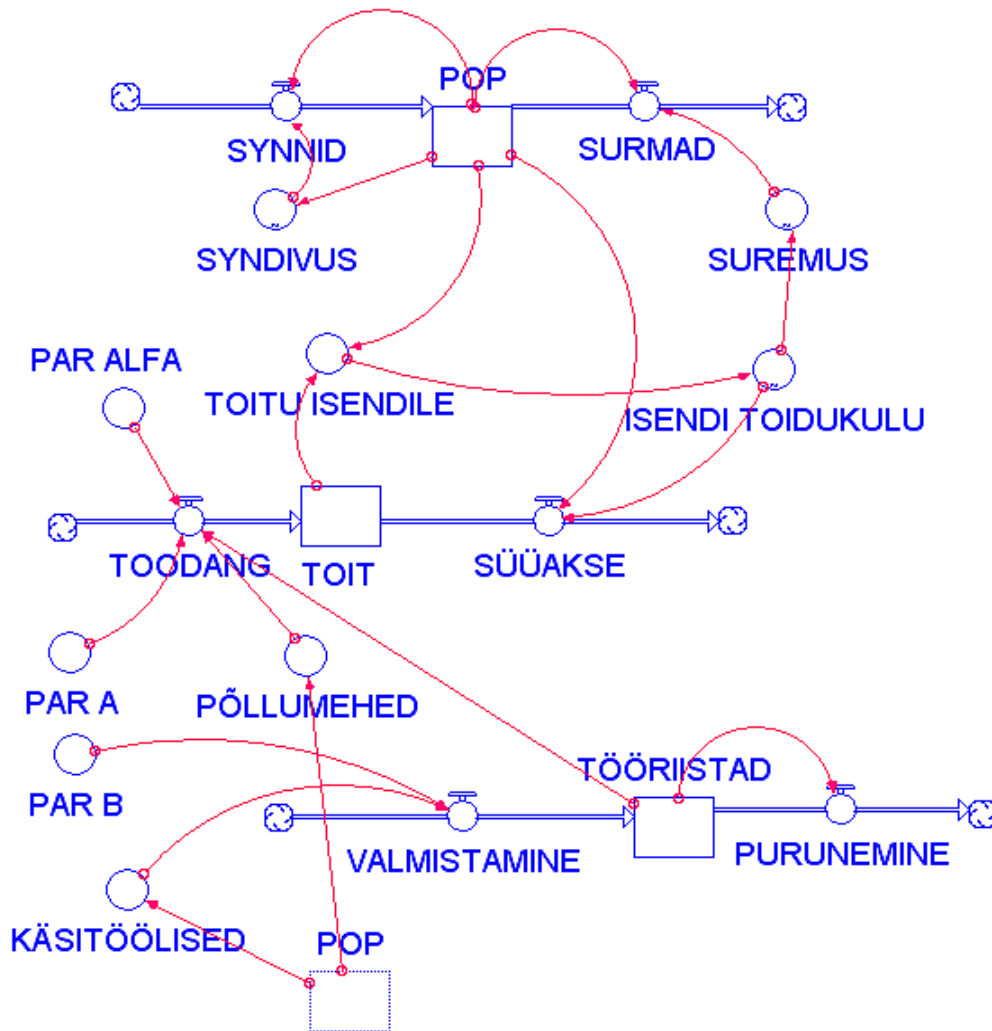
☞ $SÜÜAKSE = POP * ISENDI_TOIDUKULU$ {KILOGRAMME AJAÜHIKUS}

○ $PÕLLUMEHED = POP / 2$

○ $PAR_A = 5$

○ $PAR_ALFA = 0.3$

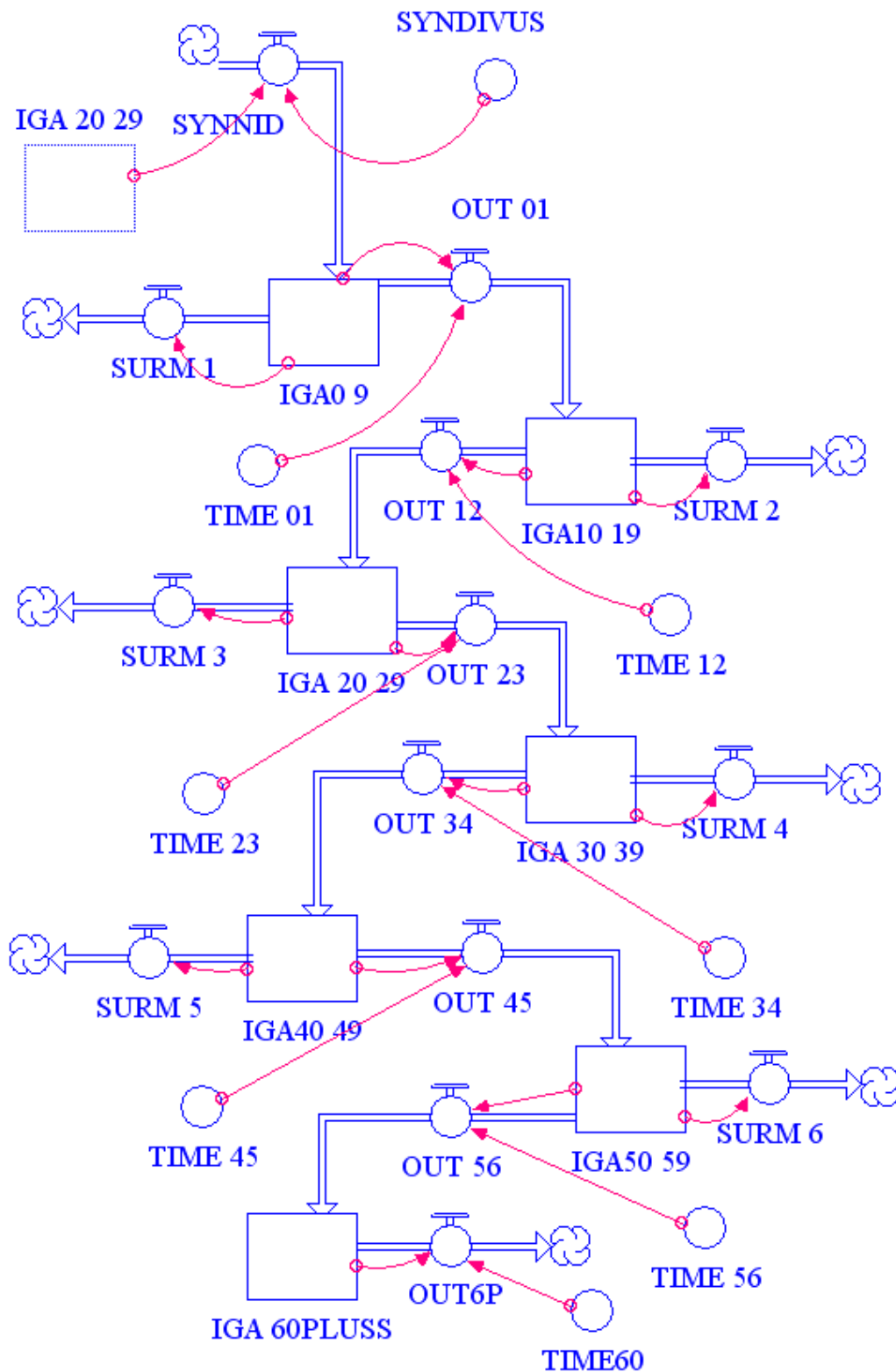
3. Tööstuse lisamine mudelisse

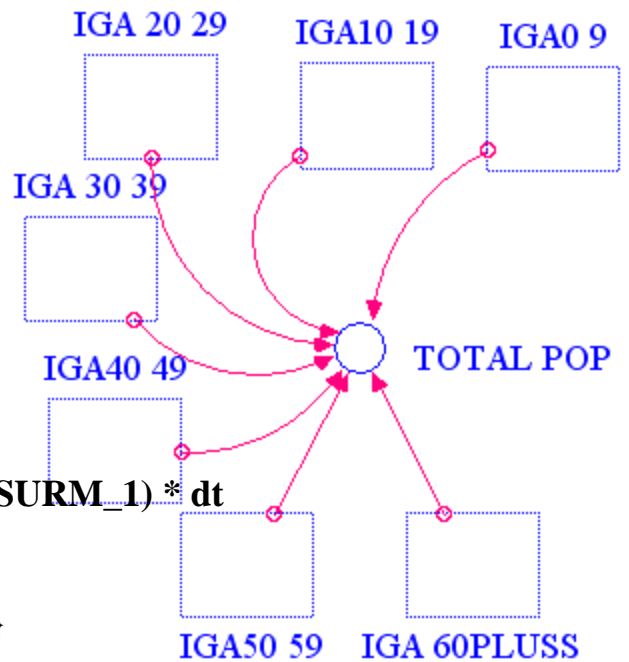


- $TOIT(t) = TOIT(t - dt) + (TOODANG - SÜÜAKSE) * dt$
 INIT TOIT = { KILOGRAMMI } 1000
 INFLOWS:
 ☞ $TOODANG = PAR_A * PÖLLUMEHED * PAR_ALFA * TÖÖRIISTAD^{0.6}$
 OUTFLOWS:
 ☞ $SÜÜAKSE = POP * ISENDI_TOIDUKULU$ {KILOGRAMME AJAÜHIKUS}
- $TÖÖRIISTAD(t) = TÖÖRIISTAD(t - dt) + (VALMISTAMINE - PURUNEMINE) * dt$
 INIT TÖÖRIISTAD = { TÖÖRIISTADE ARV } 1
 INFLOWS:
 ☞ $VALMISTAMINE = PAR_B * KÄSITÖÖLISED^{0.2}$
 OUTFLOWS:
 ☞ $PURUNEMINE = \{ TÖÖRIISTU AJAÜHIKUS \} 0.04 * TÖÖRIISTAD$
- $KÄSITÖÖLISED = \{ INIMESI AJAÜHIKUS \} POP / 4$
- $PÖLLUMEHED = POP / 4$
- $PAR_A = 5$
- $PAR_ALFA = 0.3$
- $PAR_B = 0.1$
- $TOITU_ISENDILE = TOIT / POP$

2 sõltumatut muutujat ja põhimuutuja jagamine osadeks

1. Vanusegruppidega populatsiooni mudel





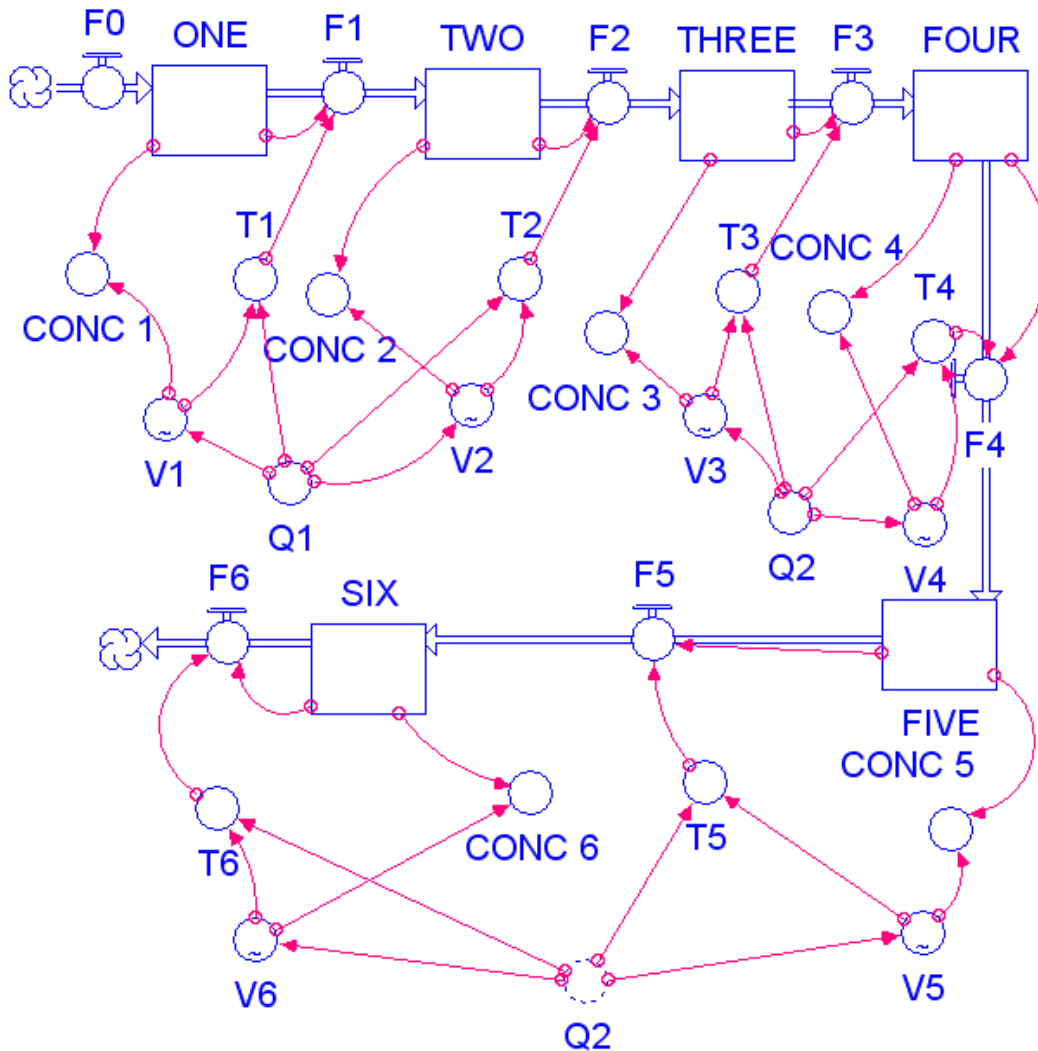
$IGA0_9(t) = IGA0_9(t - dt) + (SYNNID - OUT_01 - SURM_1) * dt$
 INIT IGA0_9 = 100 { inimest }
 SYNNID = IGA_20_29*SYNDIVUS
 OUT_01 = IGA0_9/TIME_01 { inimest ajaühikus }
 SURM_1 = 0.011*IGA0_9 { inimest ajaühikus }
 $IGA10_19(t) = IGA10_19(t - dt) + (OUT_01 - OUT_12 - SURM_2) * dt$
 INIT IGA10_19 = 100 { inimest ajaühikus }
 OUT_01 = IGA0_9/TIME_01 { inimest ajaühikus }
 OUT_12 = IGA10_19/TIME_12 { inimest ajaühikus }
 SURM_2 = 0.01*IGA10_19 { inimest ajaühikus }
 $IGA40_49(t) = IGA40_49(t - dt) + (OUT_34 - OUT_45 - SURM_5) * dt$
 INIT IGA40_49 = 50 { inimest ajaühikus }
 OUT_34 = IGA_30_39/TIME_34 { inimest ajaühikus }
 SURM_5 = 0.008*IGA40_49
 $IGA50_59(t) = IGA50_59(t - dt) + (OUT_45 - OUT_56 - SURM_6) * dt$
 INIT IGA50_59 = 40 { inimest }
 OUT_45 = IGA40_49/TIME_45 { inimest ajaühikus }
 SURM_6 = 0.009*IGA50_59 { inimest ajaühikus }
 $IGA_20_29(t) = IGA_20_29(t - dt) + (OUT_12 - OUT_23 - SURM_3) * dt$
 INIT IGA_20_29 = 75 { inimest }
 SURM_3 = 0.008*IGA_20_29 { inimest ajaühikus }
 SURM_4 = 0.007*IGA_30_39 { inimest ajaühikus }
 INIT IGA_60PLUSS = 30 { inimest }
 OUT_56 = IGA50_59/ TIME_56 { inimest ajaühikus }
 OUT6P = IGA_60PLUSS/TIME60

SYNDIVUS = 0.11*(1+STEP(0.2,10)) {süinde inimese kohta muutuja IGA20_29 hulgast ajaühikus}

TIME_01 = 10 ; ... ; TIME60 = 10

TOTAL_POP =
 IGA0_9+IGA10_19+IGA_20_29+IGA_30_39+IGA40_49+IGA50_59+IGA_60PLUSS

2. Jõe reostuse mudel



$$\text{FIVE}(t) = \text{FIVE}(t - dt) + (\text{F4} - \text{F5}) * dt$$

INIT FIVE = 0 {kuupmeetrites}

$\text{F4} = \text{FOUR}/\text{T4}$ {Eraldab 1/T4 ühikut oma ruumalast järgmisesse ossa igal ajasammul; kuupmeetrites minutis}

$$\text{F5} = \text{FIVE}/\text{T5}$$

$$\text{FOUR}(t) = \text{FOUR}(t - dt) + (\text{F3} - \text{F4}) * dt$$

INIT FOUR = 0 { kuupmeetrites }

$$\text{F3} = \text{THREE}/\text{T3}$$

$$\text{F4} = \text{FOUR}/\text{T4}$$

$$\text{ONE}(t) = \text{ONE}(t - dt) + (\text{F0} - \text{F1}) * dt$$

INIT ONE = 0 {Reostuse hulk esimeses osas; kuupmeetrites }

$$\text{F0} = \text{PULSE}(100, \text{DT}, 1000)$$

{Eraldab mürkaineid esimesse ossa; kuupmeetrites minutis }

$\text{F1} = \text{ONE}/\text{T1}$ {Eraldab 1/T1 ühikut oma ruumalast järgmisesse ossa igal ajasammul; kuupmeetrites minutis}

SIX(t) = SIX(t - dt) + (F5 - F6) * dt
INIT SIX = 0 { kuupmeetrites }
F5 = FIVE/T5 ; F6 = SIX/T6
THREE(t) = THREE(t - dt) + (F2 - F3) * dt
INIT THREE = 0 { kuupmeetrites }
F2 = TWO/T2; F3 = THREE/T3
TWO(t) = TWO(t - dt) + (F1 - F2) * dt
INIT TWO = 0 { kuupmeetrites }
F1 = ONE/T1 ; F2 = TWO/T2

CONC_1 = ONE/V1 {Reostus kuupmeetrites 1 kuupmeetri vee kohta}
CONC_2 = TWO/V2 ; CONC_3 = THREE/V3
CONC_4 = FOUR/V4 ; CONC_5 = FIVE/V5
CONC_6 = SIX/V6

Q1 = 1 { kuupmeetrites minutis}
Q2 = 1.6

T1 = V1/Q1 {Vooluhulk antud lõigus; Minutites} ; T2 = V2/ T3 = V3/Q2 ; T4 = V4/Q2
T5 = V5/Q2 ; T6 = V6/Q2

V1 = GRAPH(Q1) { kuupmeetrites }
(0.00, 0.05), (0.167, 0.3), (0.333, 0.35), (0.5, 0.55), (0.667, 1.00), (0.833, 1.80), (1, 2.80), (1.17, 4.60), (1.33, 6.80), (1.50, 8.25), (1.67, 9.05), (1.83, 9.70), (2.00, 9.95)

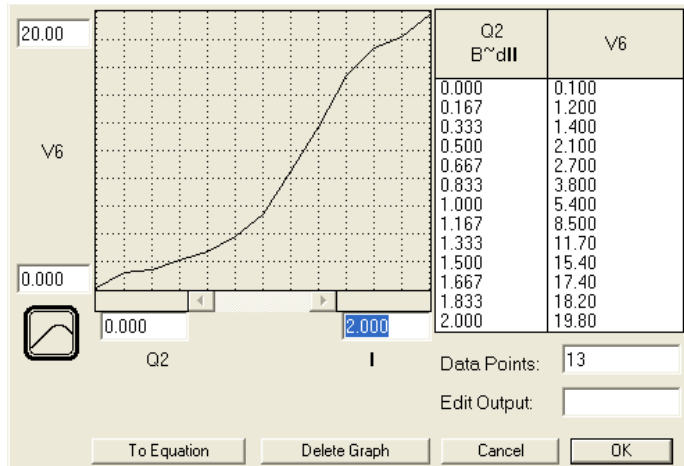
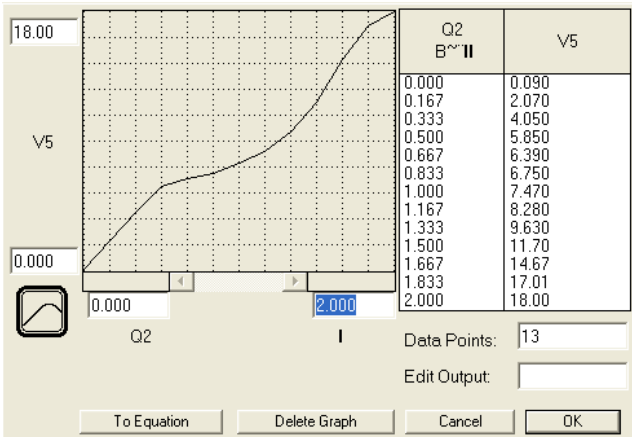
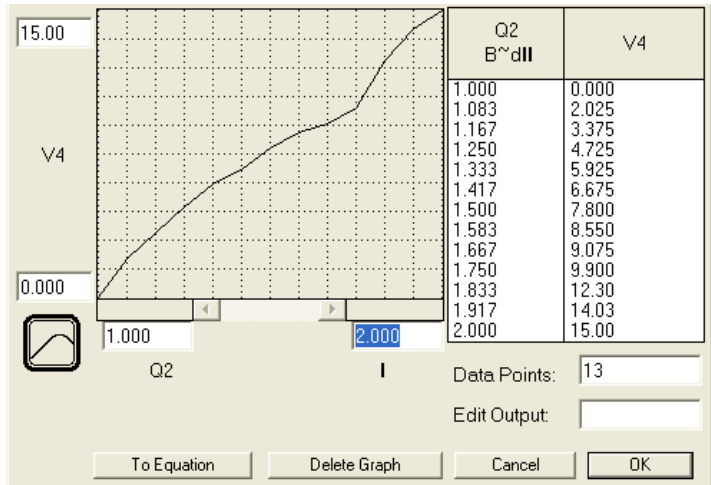
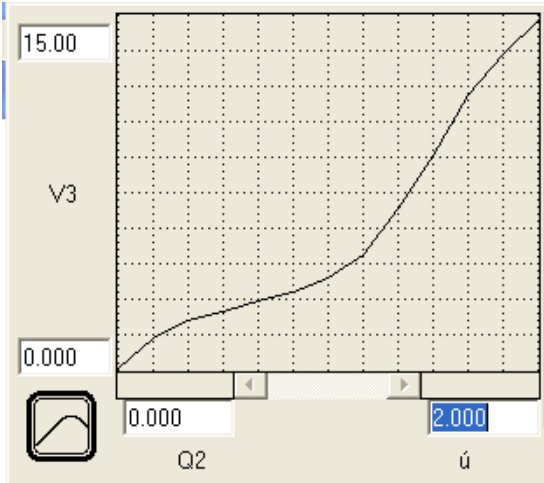
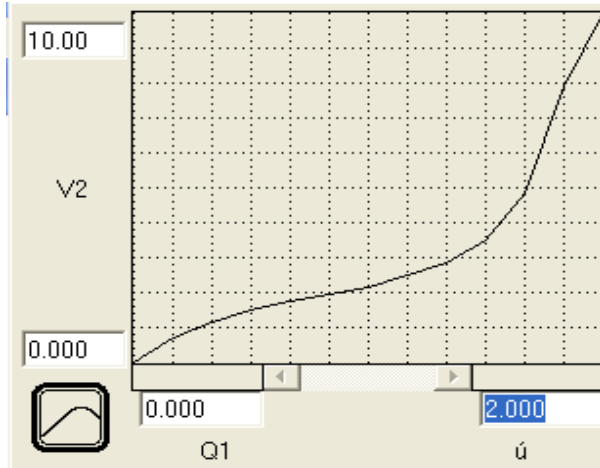
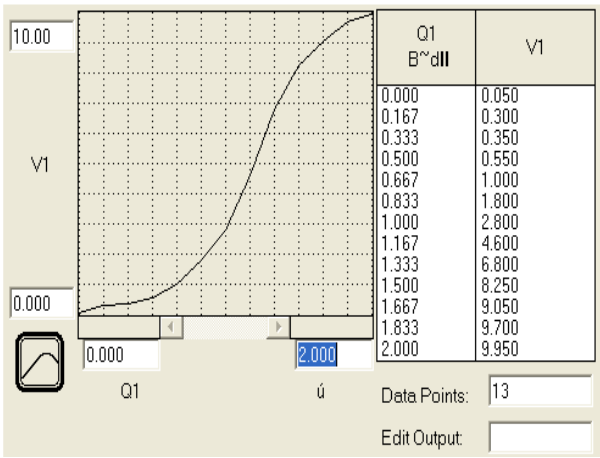
V2 = GRAPH(Q1 { kuupmeetrites }
(0.00, 0.00), (0.167, 0.7), (0.333, 1.15), (0.5, 1.50), (0.667, 1.75), (0.833, 1.95), (1, 2.15), (1.17, 2.50), (1.33, 2.85), (1.50, 3.50), (1.67, 4.85), (1.83, 7.90), (2.00, 10.0)

V3 = GRAPH(Q2 { kuupmeetrites }
(0.00, 0.075), (0.167, 1.35), (0.333, 2.10), (0.5, 2.48), (0.667, 2.92), (0.833, 3.30), (1, 3.90), (1.17, 4.88), (1.33, 6.83), (1.50, 9.07), (1.67, 11.6), (1.83, 13.4), (2.00, 14.8)

V4 = GRAPH(Q2{ kuupmeetrites }
(1.00, 0.00), (1.08, 2.02), (1.17, 3.38), (1.25, 4.72), (1.33, 5.92), (1.42, 6.67), (1.50, 7.80), (1.58, 8.55), (1.67, 9.07), (1.75, 9.90), (1.83, 12.3), (1.92, 14.0), (2.00, 15.0)

V5 = GRAPH(Q2 { kuupmeetrites }
(0.00, 0.09), (0.167, 2.07), (0.333, 4.05), (0.5, 5.85), (0.667, 6.39), (0.833, 6.75), (1, 7.47), (1.17, 8.28), (1.33, 9.63), (1.50, 11.7), (1.67, 14.7), (1.83, 17.0), (2.00, 18.0)

V6 = GRAPH(Q2 { kuupmeetrites }
(0.00, 0.1), (0.167, 1.20), (0.333, 1.40), (0.5, 2.10), (0.667, 2.70), (0.833, 3.80), (1, 5.40), (1.17, 8.50), (1.33, 11.7), (1.50, 15.4), (1.67, 17.4), (1.83, 18.2), (2.00, 19.8)



Juhuslikkus modelleerimisel

1. Müüdi viskamise mudel

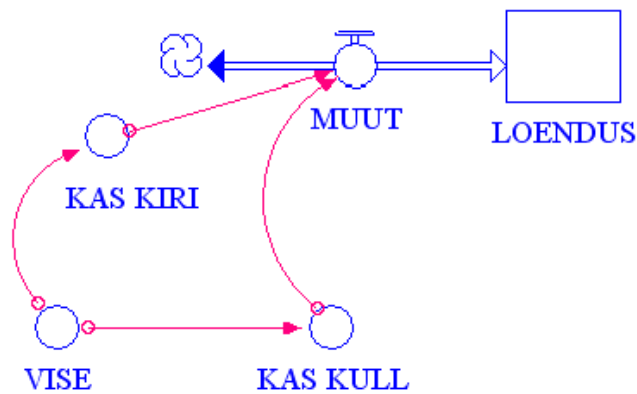
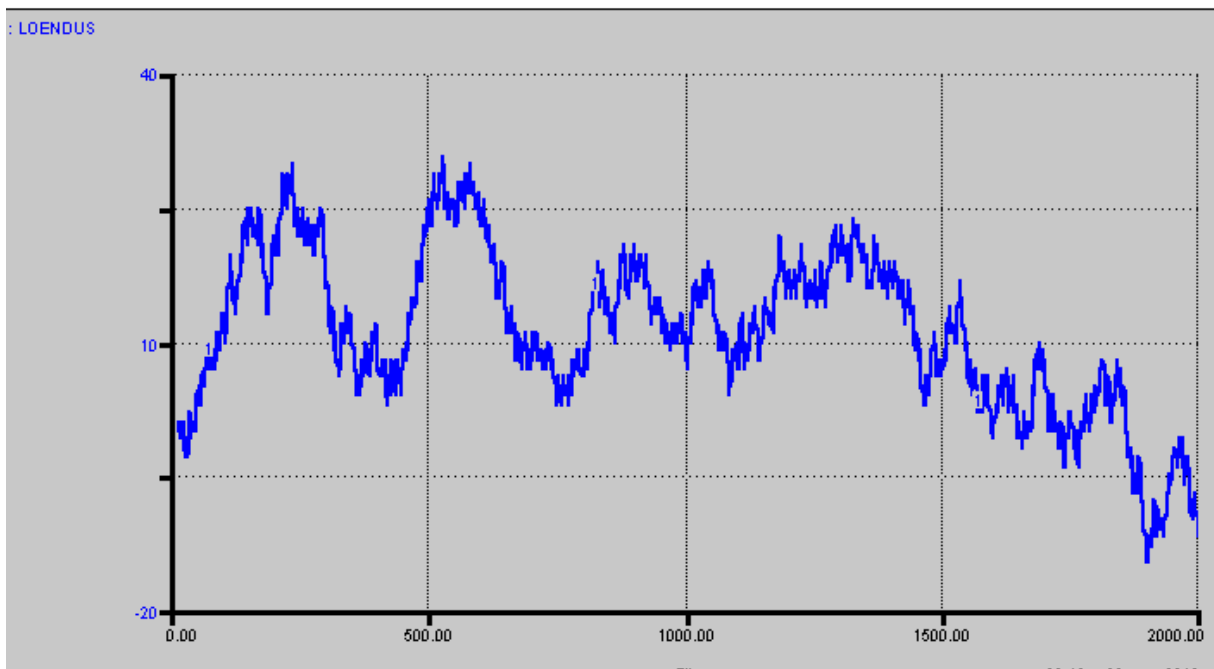


Table 1



```
LOENDUS(t) = LOENDUS(t - dt) + (MUUT) * dt
INIT LOENDUS = 0 {Kirjade arv kokku}
MUUT = KAS_KIRI-KAS_KULL {Vahe}
KAS_KIRI = IF VISE < 0.5 THEN 1 ELSE 0
KAS_KULL = IF VISE > 0.5 THEN 1 ELSE 0
VISE = RANDOM(0,1)
```