

Erinevate reproduktiivtehnoloogiate rakendamise simulatsiooni-programmi matemaatiline mudel ja selle realisatsioon MS Excelis

Projekti " Kõrge ekspordipotentsiaaliga tõumullikate kasvatamisele suunatud tootesuuna väljatöötamine. Vastava protsessiinnovatsiooni ettevalmistus ja analüüs " Osa II, Reproduktiivtehnoloogiliste võtete analüüs ning anda soovitusel reproduktiivtehnoloogiliste võtete tõhusamaks kasutamiseks.

Koostajad:

Andres Salumets, Tanel Kaart

Tervisetehnoloogiate Arenduskeskus AS

Tellijad: MTÜ Piimaklaster



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeringud
maapiirkondadesse

Tartu, 2017

Sisukord

1. Eesmärk	2
2. Matemaatiline mudel	2
2.1. Mudeli argumendid ja eeldused	2
2.2. Tiinestumise tõenäosus.....	5
2.3. Elusa lehmvasika saamise tõenäosus.....	5
2.4. Tiinestamise ja elusa lehmvasika saamise kulud.....	6
2.5. Karja taastootmismäär	7
3. Matemaatilise mudeli realisatsioon MS Excelis	8

1. Eesmärk

Käesoleva töö eesmärgiks oli matemaatilise mudeli loomine hindamaks piimakarja taastootmise määra ja kulukust lähtudes

1. karja struktuurist,
2. sigimisalasest olukorrast ja
3. kasutatavatest reproduktiivtehnoloogilistest võtetest

ning tulemuste realiseerimine MS Excelis.

2. Matemaatiline mudel

2.1. Mudeli argumendid ja eeldused

Matemaatilise mudeli konstrueerimiseks eeldame esmalt, et nii esmas- kui ka korduvseemenduse puhul nii mullikatel kui ka lehmadel võib tiinestamiseks potentsiaalselt kasutada k erinevat tehnoloogiat ($k \geq 1$). Näiteks võib variantide loetelu olla järgmine:

1. loomulik paaritus,
2. kunstlik seemendus tavaspermaga,
3. kunstlik seemendus suguselekteeritud spermaga,
4. embrüo siirdamine.

Toodud juhul $k = 4$. Aga võib piirduda ka vaid variantidega loomulik paaritus ja kunstlik seemendus tavaspermaga – sellisel juhul $k = 2$. Ja muidugi võib variante juurde mõelda – näiteks eristada seemendamisi loomuliku ja sünkroniseeritud inna puhul või seemenduskoha järgi vm.

Iga looma iga seemenduse puhul osutub teatud tõenäosusega valituks üks k tehnoloogiast. Tehnoloogiate rakendamise tõenäosused, mis kujutavad enesest nende rakendamise suhtelisi sagedusi e osakaale, on mugav koondada üheks $k \times 1$ -vektoriks kujul

$$\mathbf{o} = \begin{pmatrix} o_1 \\ \vdots \\ o_k \end{pmatrix},$$

kus o_1, \dots, o_k on tehnoloogiate 1, ..., k rakendamise tõenäosused ja $\sum_{i=1}^k o_i = 1$.

Juhul, kui tehnoloogiate rakendamise tõenäosused o_i või ka huvi pakkuvad rakendamise tulemused (tiinestuvus, lehmvasika sündimise tõenäosus) või hinnad on erinevate loomade gruppide puhul erinevad, on vajalik anda andmed ette ja teha arvutused gruppide kaupa ning kasutada kogu karja iseloomustamiseks kaalumist vastavalt erinevatesse gruppidesse kuuluvate loomade proportsioonidele. Näiteks kui soovida eristada võrreldavate tehnoloogiate rakendamist esmas- ja korduvseemendatavatel mullikatel ning esmas- ja korduvseemendatavatel lehmadel, on vajalik konstrueerida tehnoloogiate 1, ..., k rakendamise tõenäosuste $k \times 1$ -vektorid eraldi kõigi käsitletavate olukordade tarvis:

1. $\mathbf{O}_{M1} = (o_1^{M1} \ \dots \ o_k^{M1})^T$, kus $\sum_{i=1}^k o_i^{M1} = 1$, $0 \leq o_i^{M1} \leq 1$ iga i korral ja T on transponeerimisoperaator, on tehnoloogiate rakendamise tõenäosuste $k \times 1$ -vektor esmasseemendatavatel mullikatel,
2. $\mathbf{O}_{M2} = (o_1^{M2} \ \dots \ o_k^{M2})^T$, kus $\sum_{i=1}^k o_i^{M2} = 1$ ja $0 \leq o_i^{M2} \leq 1$ iga i korral, on tehnoloogiate rakendamise tõenäosuste $k \times 1$ -vektor korduvseemendatavatel mullikatel,
3. $\mathbf{O}_{L1} = (o_1^{L1} \ \dots \ o_k^{L1})^T$, kus $\sum_{i=1}^k o_i^{L1} = 1$ ja $0 \leq o_i^{L1} \leq 1$ iga i korral, on tehnoloogiate rakendamise tõenäosuste $k \times 1$ -vektor esmasseemendatavatel lehmadel,
4. $\mathbf{O}_{L2} = (o_1^{L2} \ \dots \ o_k^{L2})^T$, kus $\sum_{i=1}^k o_i^{L2} = 1$ ja $0 \leq o_i^{L2} \leq 1$ iga i korral, on tehnoloogiate rakendamise tõenäosuste $k \times 1$ -vektor korduvseemendatavatel lehmadel.

Potentsiaalne tiinestuvus võib olla iga tehnoloogia puhul nii esmas- kui ka korduvseemendatavatel mullikatel ja lehmadel erinev. Sestap on vajalik kasutusele võtta järgmised eeldatavaid tiinestumise tõenäosusi sisaldavad $k \times 1$ -vektorid:

1. $\mathbf{T}_{M1} = (t_1^{M1} \ \dots \ t_k^{M1})^T$, kus $0 \leq t_i^{M1} \leq 1$ iga i korral, on tiinestumise tõenäosuste $k \times 1$ -vektor esmasseemendatavatel mullikatel,
2. $\mathbf{T}_{M2} = (t_1^{M2} \ \dots \ t_k^{M2})^T$, kus $0 \leq t_i^{M2} \leq 1$ iga i korral, on tiinestumise tõenäosuste $k \times 1$ -vektor korduvseemendatavatel mullikatel,
3. $\mathbf{T}_{L1} = (t_1^{L1} \ \dots \ t_k^{L1})^T$, kus $0 \leq t_i^{L1} \leq 1$ iga i korral, on tiinestumise tõenäosuste $k \times 1$ -vektor esmasseemendatavatel lehmadel,
4. $\mathbf{T}_{L2} = (t_1^{L2} \ \dots \ t_k^{L2})^T$, kus $0 \leq t_i^{L2} \leq 1$ iga i korral, on tiinestumise tõenäosuste $k \times 1$ -vektor korduvseemendatavatel lehmadel.

Analoogselt on vaja sisse tuua lehmvasika sündimise tõenäosusi erinevate tehnoloogiate korral sisaldavad $k \times 1$ -vektorid:

1. $\mathbf{LV}_{M1} = (lv_1^{M1} \ \dots \ lv_k^{M1})^T$, kus $0 \leq lv_i^{M1} \leq 1$ iga i korral, on lehmvasika sündimise tõenäosuste $k \times 1$ -vektor esmasseemendatavatel mullikatel,
2. $\mathbf{LV}_{M2} = (lv_1^{M2} \ \dots \ lv_k^{M2})^T$, kus $0 \leq lv_i^{M2} \leq 1$ iga i korral, on lehmvasika sündimise tõenäosuste $k \times 1$ -vektor korduvseemendatavatel mullikatel,
3. $\mathbf{LV}_{L1} = (lv_1^{L1} \ \dots \ lv_k^{L1})^T$, kus $0 \leq lv_i^{L1} \leq 1$ iga i korral, on lehmvasika sündimise tõenäosuste $k \times 1$ -vektor esmasseemendatavatel lehmadel,
4. $\mathbf{LV}_{L2} = (lv_1^{L2} \ \dots \ lv_k^{L2})^T$, kus $0 \leq lv_i^{L2} \leq 1$ iga i korral, on lehmvasika sündimise tõenäosuste $k \times 1$ -vektor korduvseemendatavatel lehmadel.

Kui lehmvasika sündimise tõenäosus sõltub üksnes kasutatavast tehnoloogiast ega ole erinev esimese või korduva seemenduse tagajärjel tiinestunud loomadel nagu ka mullikatel või lehmadel, on kõik lehmvasika sündimise tõenäosusi sisaldavad vektorid identsed:

$$\mathbf{LV}_{M1} = \mathbf{LV}_{M2} = \mathbf{LV}_{L1} = \mathbf{LV}_{L2} = \mathbf{LV}.$$

Lisaks võib võtta arvesse veel teisi sigimisega seotud näitajaid, mis võivad olla erinevad sõltuvalt kasutatavast meetodikast, seemenduskorrast (esimene vs korduv seemendus) ja/või looma vanusest (mullikad vs lehmad).

Näiteks kui soovida arvestada ka vasika elussünni tõenäosusega, mis võib olla esmas- ja korduvseemendatud mullikatel ja lehmadel erinev, tuleb sarnaselt eelnevaga konstrueerida $k \times 1$ -vektorid kujul:

1. $\mathbf{EV}_{M1} = (ev_1^{M1} \ \dots \ ev_k^{M1})^T$, kus $0 \leq ev_i^{M1} \leq 1$ iga i korral, on elusa vasika sündimise tõenäosuste $k \times 1$ -vektor esmasseemendatavatel mullikatel,
2. $\mathbf{EV}_{M2} = (ev_1^{M2} \ \dots \ ev_k^{M2})^T$, kus $0 \leq ev_i^{M2} \leq 1$ iga i korral, on elusa vasika sündimise tõenäosuste $k \times 1$ -vektor korduvseemendatavatel mullikatel,
3. $\mathbf{EV}_{L1} = (ev_1^{L1} \ \dots \ ev_k^{L1})^T$, kus $0 \leq ev_i^{L1} \leq 1$ iga i korral, on elusa vasika sündimise tõenäosuste $k \times 1$ -vektor esmasseemendatavatel lehmadel,
4. $\mathbf{EV}_{L2} = (ev_1^{L2} \ \dots \ ev_k^{L2})^T$, kus $0 \leq ev_i^{L2} \leq 1$ iga i korral, on elusa vasika sündimise tõenäosuste $k \times 1$ -vektor korduvseemendatavatel lehmadel.

Kui elusa vasika sündimise tõenäosus sõltub üksnes poegiva looma vanusest (on erinev mullikatel ja lehmadel), siis

$$\mathbf{EV}_M = \mathbf{EV}_{M1} = \mathbf{EV}_{M2} = ev^M \times \mathbf{1}_k$$

ja

$$\mathbf{EV}_L = \mathbf{EV}_{L1} = \mathbf{EV}_{L2} = ev^L \times \mathbf{1}_k,$$

kus ev^M ja ev^L on elusa vasika sündimise tõenäosused mullikatel ja lehmadel ning $\mathbf{1}_k$ kujutab enesest ühtedest koosnevat $k \times 1$ -vektorit.

Selleks, et arvutada loomade tiinestamise ja lehmvasika saamise kulusid erinevate reproduktiiv-tehnoloogiate erinevates kombinatsioonides rakendamise tulemusel, on vaja anda ette ka erinevate tehnoloogiate hinnakiri. Kui hinnad ei sõltu sellest, kas tiinestada soovitakse mullikat või lehma, ning sellest, kas tegu on esimese või korduva seemendamisega/tiinestamiskatsetega, siis on loomulik esitada hinnakiri ühe $k \times 1$ -vektorina:

$$\mathbf{H} = \begin{pmatrix} h_1 \\ \vdots \\ h_k \end{pmatrix},$$

kus h_1, \dots, h_k on tehnoloogiate 1, ..., k rakendamise maksumus ja $h_i \geq 0$ iga i korral.

Kui tehnoloogiate rakendamise hinda on võimalik/mõistlik käsitleda täpsemalt – näiteks tuua eraldi välja protseduuri hind ja sperma hind –, siis on ka kulude vektoreid rohkem. Näiteks vektorid $\mathbf{PH} = (ph_1 \ \dots \ ph_k)^T$ ja $\mathbf{SH} = (sh_1 \ \dots \ sh_k)^T$ koondavad vastavalt protseduuride ja sperma hindu erinevate tehnoloogiate korral ning kogukulude vektor \mathbf{H} avaldub summana: $\mathbf{H} = \mathbf{PH} + \mathbf{SH}$.

Kui kulud – kasvõi mõne tehnoloogia puhul – on mullikate ja lehmade või esmase ja korduva protseduuri korral erinevad, on vajalik hinnakirjade koostamine eraldi vektoritena kõigi käsitletavate olukordade tarvis vastavalt eelnevalt kirjeldatule.

Kogu karja iseloomustavate näitajate arvutamiseks on vajalik fikseerida ka järgmised karjaspetsiifilised näitajad:

1. maksimaalne protseduuride arv tiinuse kohta: n_{prots} (kui mitu korda püütakse looma tiinestada enne ahtruse tõttu prakeerimist; $n_{prots} \geq 1$),

2. oodatav ehk keskmine karjaspüsivus: *Larv* (kui mitu poegmist/laktatsiooni keskmiselt lehm karjas püsib),
3. vasikate/mullikate/lehmade surevuse/prakeerimise tõenäosus enne 1. poegimist: s_{enne1p} ($0 \leq s_{enne1p} \leq 1$),
4. seemendatud mullikate osakaal kõigist seemendatud loomadest: $seem_M$ ($0 \leq seem_M \leq 1$).

2.2. Tiinestumise tõenäosus

Ühe j . gruppi kuuluva looma keskmine tiinestumise tõenäosus avaldub eelnevalt defineeritud vektorite kaudu kujul

$$t_j = \mathbf{T}_j^T \times \mathbf{O}_j, \quad (1)$$

kus $j \in \{M1, M2, L1, L2\}$ identifitseerib iga looma tarvis kindla olukorra.

Vaadeldes eraldi mullikate ja lehmade tiinestumist ning võttes arvesse maksimaalset protseduuride arvu tiinuse kohta n_{prots} , avaldub tiinestunud mullikate osakaal kujul

$$\begin{aligned} T_M &= \mathbf{T}_{M1}^T \times \mathbf{O}_{M1} + \sum_{k=0}^{n_{prots}} [(1 - t_{M1})(1 - t_{M2})^k] \times \mathbf{T}_{M2}^T \times \mathbf{O}_{M2} \\ &= \mathbf{T}_{M1}^T \times \mathbf{O}_{M1} + \frac{(1 - t_{M1})[(1 - t_{M2})^{n_{prots}-1} - 1]}{-t_{M2}} \times \mathbf{T}_{M2}^T \times \mathbf{O}_{M2} \end{aligned} \quad (2)$$

ja tiinestunud lehmade osakaal kujul

$$\begin{aligned} T_L &= \mathbf{T}_{L1}^T \times \mathbf{O}_{L1} + \sum_{k=0}^{n_{prots}} [(1 - t_{L1})(1 - t_{L2})^k] \times \mathbf{T}_{L2}^T \times \mathbf{O}_{L2} \\ &= \mathbf{T}_{L1}^T \times \mathbf{O}_{L1} + \frac{(1 - t_{L1})[(1 - t_{L2})^{n_{prots}-1} - 1]}{-t_{L2}} \times \mathbf{T}_{L2}^T \times \mathbf{O}_{L2}. \end{aligned} \quad (3)$$

Mõlema avaldise lõplik kuju on saadud vastavalt geomeetrilise jada esimese n liikme summa valemile.

Tiinestumise määr kokku üle mullikate ja lehmade kõigi protseduuride on arvutatav valemiga

$$T_{kokku} = seem_M \times T_M + (1 - seem_M) \times T_L, \quad (4)$$

kus $seem_M$ märgib seemendatud mullikate osakaalu kõigist seemendatud loomadest.

2.3. Elusa lehmvasika saamise tõenäosus

Elusa lehmvasika saamise tõenäosus avaldub tinglike tõenäosuste korrutisena

$$P(\text{elus lehmvasikas}) = P(\text{tiine}) \times P(\text{lehmvasikas} | \text{tiine}) \times P(\text{elus} | \text{lehmvasikas}),$$

mis on j . gruppi kuuluva i . tehnoloogial tiinestatud looma korral esitatav kujul

$$elv_i^j = t_i^j \times lv_i^j \times ev_i^j, \quad (5)$$

$i = 1, \dots, k$ ja $j \in \{M1, M2, L1, L2\}$.

Elusa lehmvasika saamise tõenäosus mullikatelt avaldub kujul

$$\begin{aligned} ELV_M &= \mathbf{ELV}_{M1}^T \times \mathbf{O}_{M1} + \sum_{k=0}^{n_{prots}} [(1 - t_{M1})(1 - t_{M2})^k] \times \mathbf{ELV}_{M2}^T \times \mathbf{O}_{M2} \\ &= \mathbf{ELV}_{M1}^T \times \mathbf{O}_{M1} + \frac{(1 - t_{M1})[(1 - t_{M2})^{n_{prots}-1} - 1]}{-t_{M2}} \times \mathbf{ELV}_{M2}^T \times \mathbf{O}_{M2} \end{aligned} \quad (6)$$

ja elusa lehmvasika saamise tõenäosus lehmadel avaldub kujul

$$\begin{aligned} ELV_L &= \mathbf{ELV}_{L1}^T \times \mathbf{O}_{L1} + \sum_{k=0}^{n_{prots}} [(1 - t_{L1})(1 - t_{L2})^k] \times \mathbf{ELV}_{L2}^T \times \mathbf{O}_{L2} \\ &= \mathbf{ELV}_{L1}^T \times \mathbf{O}_{L1} + \frac{(1 - t_{L1})[(1 - t_{L2})^{n_{prots}-1} - 1]}{-t_{L2}} \times \mathbf{ELV}_{L2}^T \times \mathbf{O}_{L2}. \end{aligned} \quad (7)$$

Neis valemis $\mathbf{ELV}_{M1} = (elv_1^{M1} \dots elv_k^{M1})^T$, $\mathbf{ELV}_{M2} = (elv_1^{M2} \dots elv_k^{M2})^T$, $\mathbf{ELV}_{L1} = (elv_1^{L1} \dots elv_k^{L1})^T$ ja $\mathbf{ELV}_{L2} = (elv_1^{L2} \dots elv_k^{L2})^T$ on erinevatele tehnoloogiatele vastavate elusa lehmvasika saamise tõenäosuste $k \times 1$ -vektorid esmas- ja korduvseemendatud mullikate ning esmas- ja korduvseemendatud lehmade puhul (arvutatuna valemist 5).

Elusa lehmvasika saamise tõenäosus kokku üle mullikate ja lehmade kõigi protseduuride on arvutatav valemiga

$$ELV_{kokku} = seem_M \times ELV_M + (1 - seem_M) \times ELV_L,$$

kus $seem_M$ märgib seemendatud mullikate osakaalu kõigist seemendatud loomadest.

Analoogselt on arvutatav ka elusa pullvasika saamise tõenäosus alustades sellest, et

$$P(\text{elus pullvasikas}) = P(\text{tiine}) \times [1 - P(\text{lehmvasikas} | \text{tiine})] \times P(\text{elus} | \text{pullvasikas})$$

ja jätkates analoogselt valemitele 5, 6 ja 7.

2.4. Tiinestamise ja elusa lehmvasika saamise kulud

Keskised ühe mullika tiinestamiseks tehtud kulutused on leitavad seosest

$$\begin{aligned} TK_M &= \mathbf{H}^T \times \mathbf{O}_{M1} + \sum_{k=0}^{n_{prots}} [(1 - t_{M1})(1 - t_{M2})^k] \times \mathbf{H}^T \times \mathbf{O}_{M2} \\ &= \mathbf{H}^T \times \mathbf{O}_{M1} + \frac{(1 - t_{M1})[(1 - t_{M2})^{n_{prots}-1} - 1]}{-t_{M2}} \times \mathbf{H}^T \times \mathbf{O}_{M2} \end{aligned}$$

ja keskised ühe lehma tiinestamiseks tehtud kulutused seosest

$$\begin{aligned} TK_L &= \mathbf{H}^T \times \mathbf{O}_{L1} + \sum_{k=0}^{n_{prots}} [(1 - t_{L1})(1 - t_{L2})^k] \times \mathbf{H}^T \times \mathbf{O}_{L2} \\ &= \mathbf{H}^T \times \mathbf{O}_{L1} + \frac{(1 - t_{L1})[(1 - t_{L2})^{n_{prots}-1} - 1]}{-t_{L2}} \times \mathbf{H}^T \times \mathbf{O}_{L2}. \end{aligned}$$

Arvestades, et sugugi kõik loomad ei pruugi maksimaalse ettenähtud protseduuride arvu juures tiinestuda, aga kulutusi nende tiinestamiseks on tehtud, on mõistlik võtta tiinestamise kogukulude

juures arvesse ka mittetiinestunud loomi. Sellisel juhul avalduvad keskmised tiinestamiseks tehtud kulutused mullikate ja lehmade kohta vastavalt kujul

$$TK_{M,kokku} = TK_M/T_M \quad (8)$$

ja

$$TK_{L,kokku} = TK_L/T_L, \quad (9)$$

kus T_M ja T_L on vastavalt tiinestunud mullikate ja tiinestunud lehmade osakaalud (valemid 2 ja 3).

Elusa lehmvasika saamise kulud mullikate ja lehmade puhul avalduvad vastavalt kujul

$$ELVK_{M,kokku} = TK_{M,kokku}/ELV_M \quad (10)$$

ja

$$ELVK_{L,kokku} = TK_{L,kokku}/ELV_L, \quad (11)$$

kus ELV_M ja ELV_L märgivad vastavalt elusa lehmvasika saamise tõenäosust mullikatelt ja lehadelt (valemid 6 ja 7).

2.5. Karja taastootmismäär

Karja taastootmismäär poegimise kohta $KTTM_{1p}$ näitab, kui mitmel protsendil loomadest, keda tiinestama asuti, jõudis järglane poegimiseni, ehk siis – kui mitu protsenti loomadest suutsid ühe poegimistsükliga toota enesele elujõulise asenduse:

$$KTTM_{1p} = \frac{\text{Loomade arv, keda asuti tiinestama}}{\text{Poegimiseni jõudnud järglaste arv}} \times 100\%.$$

Eeltoodud tähistusi kasutades avaldub taastootmismäär poegimise kohta järgmiselt:

$$KTTM_{1p} = \{[seem_M \times ELV_M \times T_M \times s_{enne1p}] + [(1 - seem_M) \times ELV_L \times T_L \times s_{enne1p}]\} \times 100\%, \quad (12)$$

siin $seem_M$ märgib seemendatud mullikate osakaalu kõigist seemendatud loomadest, ELV_M ja ELV_L märgivad vastavalt elusa lehmvasika saamise tõenäosust mullikatelt ja lehadelt, T_M ja T_L on vastavalt tiinestunud mullikate ja tiinestunud lehmade osakaalud ning s_{enne1p} on elusalt sündinud loomade prakeerimise tõenäosus enne 1. poegimist.

Karja kogu taastootmismäär $KTTM_{kokku}$, mis näitab, kui mitu protsenti loomadest suudavad toota enesele elujõulise asenduse kõigi poegimistsüklitega kokku, avaldub kujul

$$KTTM_{kokku} = KTTM_{1p} \times Larv, \quad (13)$$

kus $Larv$ on lehmade oodatav karjaspüsivus (keskmine poegimiste arv).

3. Matemaatilise mudeli realiseerimine MS Excelis

Erinevate reproduktiivtehnoloogiate rakendamise simulatsiooniprogrammi ekraanipilt MS Excelis on esitatud joonisel 1.

Hetkel on töölehel kirjas 4 erinevat tehnoloogiat (nimetatud ka antud dokumendi 2. leheküljel) ja iga tehnoloogia puhul on käsitletud nelja erinevat loomade gruppi: esmas- ja korduvseemendatavad mullikad ning esmas- ja korduvseemendatavad lehmad (Joonis 2).

Kõik rohelised lahtrid sisaldavad ette antavaid väärtuseid, mida muutes on võimalik läbi mängida erinevaid reproduktiivtehnoloogiate kasutamise ning farmide sigimise olukorra stsenaariume. Oranži taustavärviga pealkirjad vastavad farmide sigimisala olukorda, erinevate reproduktiivtehnoloogiate kasutamist, loomade tiinestumist, lehmvasika sündi ja elujõulisust kirjeldavatele väärtustele ning sinise taustavärviga pealkirjaga loomade tiinestamisega seotud kuludele (Joonis 2). Juhul, kui viimased huvi ei paku, võivad vastavad lahtrid ka tühjaks jääda.

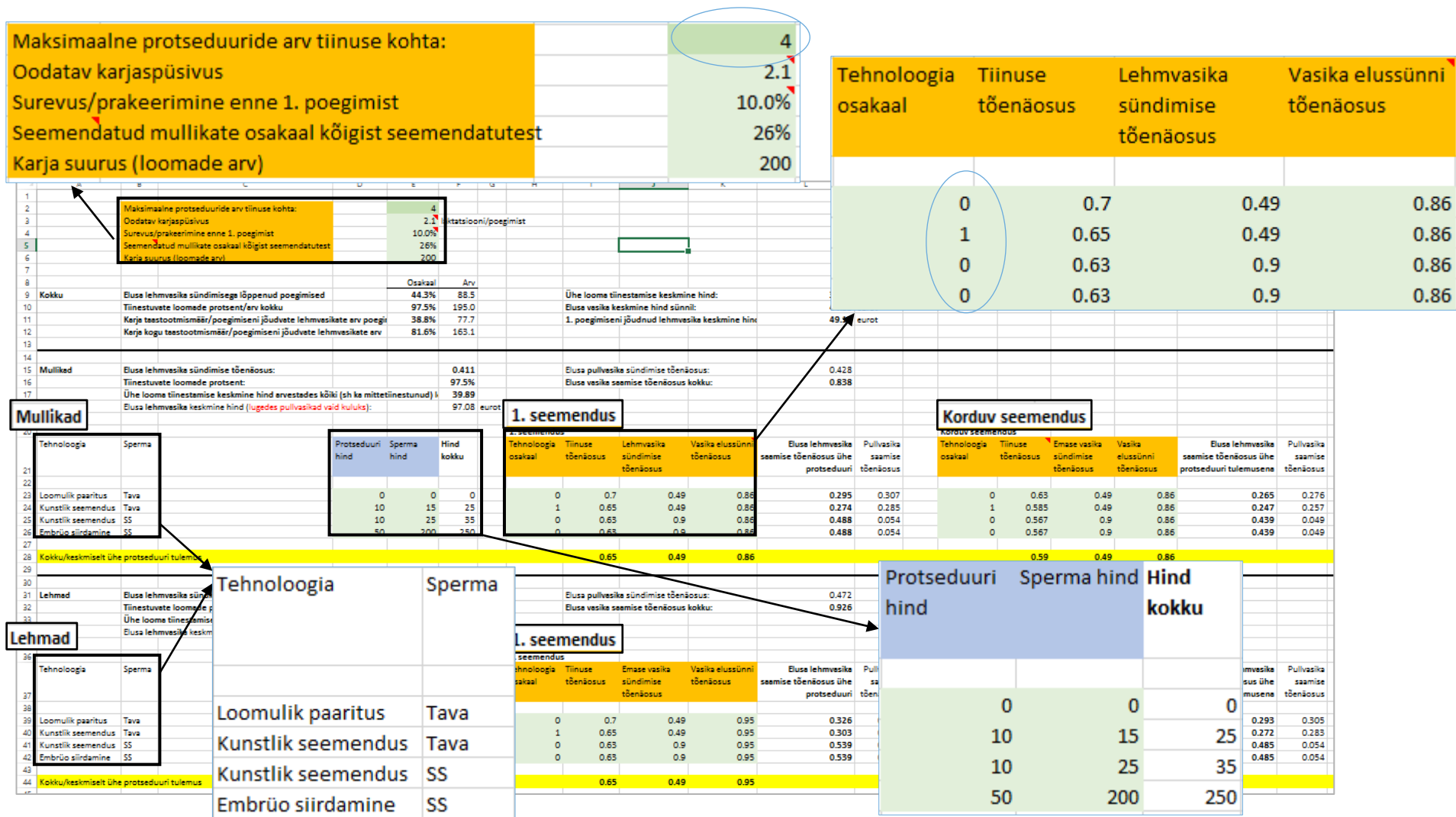
Programmis on realiseeritud antud dokumendi punktis 2 kirjeldatud matemaatiline mudel, mille alusel arvutatakse esmalt peale ette antavate väärtuste täpsustamist (vt ka joonist 3) iga loomade grupi ja tehnoloogia puhul nii elusa lehm- kui ka elusa pullvasika sündimise tõenäosused (valem 5).

Seejärel leitakse baseeruvana leitud tõenäosustele ning kasutatavate tehnoloogiate osakaaludele ja hindadele eraldi mullikate ja lehmade tarvis

1. elusa lehmvasika sündimise tõenäosus (valemid 6 ja 7), elusa pullvasika sündimise tõenäosus ja elusa vasika saamise tõenäosus kokku,
2. tiinestuvate loomade protsent (valemid 2 ja 3),
3. ühe looma tiinestamise keskmine hind arvestades kõiki, ka mittetiinestunud loomi (valemid 8 ja 9), ja
4. elusa lehmvasika keskmine hind (lugedes pullvasikad vaid kuluks, valemid 10 ja 11);

Viimaks leitakse kogu karja tarvis (Exceli töölehe ülemisse ossa – vt joonist 3)

1. elusa lehmvasika sündimisega lõppenud poegimise osakaal ja saadud lehmvasikate arv ühe sigimistsükliga (eeldusel, et ette on antud ka karja suurus),
2. tiinestuvate loomade protsent kokku (valem 4) ja tiinestuvate loomade arv kokku,
3. karja taastootmismäär poegimise kohta (valem 12) ja esimese poegimiseni jõudnud lehmvasikate arv saaduna ühe sigimistsükliga,
4. karja kogu taastootmismäär (valem 13) ja esimese poegimiseni jõudnud lehmvasikate arv saaduna kõigi sigimistsüklitega,
5. ühe looma tiinestamise keskmine hind,
6. elusa lehmvasika keskmine hind (lugedes pullvasikad kuluks),
7. esimese poegimiseni jõudnud lehmvasika keskmine hind.



Joonis 2. Erinevate reproduktiivtehnoloogiate rakendamise simulatsiooniprogrammile ette antavad väärtused. Konkreetse farmi kohta on enamus andmeid saadavad EPJ-i andmebaasist (või asendatavad vabariigi keskmete või soovitatavate/huvipakkuvate väärtustega), eelkõige peab kasutaja fikseerima selle, kui mitu korda looma enne ahtruse tõttu prakeerimast üldse seemendatakse ning millise sagedusega mingeid seemendustehnoloogiad kasutatakse (joonisel ümbritsetud ovalidega), seemendustehnoloogiate osakaalude esitamisel peab seejuures jälgima, et tehnoloogiate osakaalude summa võrduks ühega (st 100%-ga).

	Osakaal	Arv		
Elusa lehmvasika sündimisega lõppenud poegimised	44.3%	88.5	Ühe looma tiinestamise keskmine hind:	39.89 eurot
Tiinstuvate loomade protsent/arv kokku	97.5%	195.0	Elusa vasika keskmine hind sünnil:	44.23 eurot
Karja taastootmismäär/poegimiseni jõudvate lehmvasikate arv poegir	38.8%	77.7	1. poegimiseni jõudnud lehmvasika keskmine hind:	49.15 eurot
Karja kogu taastootmismäär/poegimiseni jõudvate lehmvasikate arv	81.6%	163.1		

Elusa lehmvasika sündimise tõenäosus:	0.411	Elusa pullvasika sündimise tõenäosus:	0.428
Tiinstuvate loomade protsent:	97.5%	Elusa vasika saamise tõenäosus kokku:	0.838
Ühe looma tiinestamise keskmine hind arvestades kõiki (sh ka mittetiinestunud) lo	39.89		
Elusa lehmvasika keskmine hind (lugedes pullvasikad vaid kuluks):	97.08 eurot		

5	Seemendatud mullikate osakaal kõigist seemendatutest		26%			
6	Karja suurus (loomade arv)		200			
7						
8						
9	Kokku	Osakaal	Arv	Ühe looma tiinestamise keskmine hind:	39.89 eurot	
10	Elusa lehmvasika sündimisega lõppenud poegimised	44.3%	88.5	Elusa vasika keskmine hind sünnil:	44.23 eurot	
11	Tiinstuvate loomade protsent/arv kokku	97.5%	195.0	1. poegimiseni jõudnud lehmvasika keskmine hind:	49.15 eurot	
12	Karja taastootmismäär/poegimiseni jõudvate lehmvasikate arv poegir	38.8%	77.7			
13	Karja kogu taastootmismäär/poegimiseni jõudvate lehmvasikate arv	81.6%	163.1			
14						
15	Mullikad	Elusa lehmvasika sündimise tõenäosus:	0.411	Elusa pullvasika sündimise tõenäosus:	0.428	
16	Tiinstuvate loomade protsent:	97.5%		Elusa vasika saamise tõenäosus kokku:	0.838	
17	Ühe looma tiinestamise keskmine hind arvestades kõiki (sh ka mittetiinestunud) lo	39.89				
18	Elusa lehmvasika keskmine hind (lugedes pullvasikad vaid kuluks):	97.08 eurot				
19						
20	Tehnoloogia	Sperma	Protseduuri hind	Sperma hind	Hind kokku	1. seemendus
21						Tehnoloogia osakaal
22						Tiinuse tõenäosus
23						Lehmvasika sündimise tõenäosus
24						Vasika elussünni tõenäosus
25	Loomulik paaritus	Tava	0	0	0	0
26	Kunstlik seemendus	Tava	10	15	25	1
27	Kunstlik seemendus	SS	10	25	35	0
28	Embrüo siirdamine	SS	50	200	250	0
29	Kokku/keskmiselt ühe protseduuri tulemus					0.65 0.49 0.86
30						
31	Lehmed	Elusa lehmvasika sündimise tõenäosus:	0.454	Elusa pullvasika sündimise tõenäosus:		
32	Tiinstuvate loomade protsent:	97.5%		Elusa vasika saamise tõenäosus kokku:		
33	Ühe looma tiinestamise keskmine hind arvestades kõiki (sh ka mittetiinestunud) lo	39.89				
34	Elusa lehmvasika keskmine hind (lugedes pullvasikad vaid kuluks):	87.88 eurot				
35						
36	Tehnoloogia	Sperma	Protseduuri hind	Sperma hind	Hind kokku	1. seemendus
37						Tehnoloogia osakaal
38						Tiinuse tõenäosus
39						Emase vasika sündimise tõenäosus
40						Vasika elussünni tõenäosus
41	Loomulik paaritus	Tava	0	0	0	0
42	Kunstlik seemendus	Tava	10	15	25	1
43	Kunstlik seemendus	SS	10	25	35	0
44	Embrüo siirdamine	SS	50	200	250	0
45	Kokku/keskmiselt ühe protseduuri tulemus					0.65 0.49 0.86

Tehnoloogia osakaal	Tiinuse tõenäosus	Lehmvasika sündimise tõenäosus	Vasika elussünni tõenäosus
0	0.7	0.49	0.86
1	0.65	0.49	0.86
0	0.63	0.9	0.86
0	0.63	0.9	0.86
		0.65	0.49

Joonis 3. Erinevate reproduktiivtehnoloogiate rakendamise simulatsiooniprogrammi poolt arvutatavad väärtused.