



PĀRSKATS

PAR LAUKSAIMNIECĪBĀ IZMANTOJAMO ZINĀTNES PĒTĪJUMU

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS: Meža cūku skaita un populācijas blīvuma kontroles metodikas izstrāde un sistēmas ieviešana Latvijā, lai novērstu Āfrikas cūku mēra (ĀCM) izplatību (1. posms)

REGISTRĀCIJAS NR.: 10.9.1-11/24/1843-e

IZPILDES LAIKS: 20.05.2024. – 15.11.2024.

IZPILDĪTĀJS: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava”

PROJEKTA VADĪTĀJS: _____
DR. BIOL. JĀNIS OZOLIŅŠ

Salaspils, 2024

Pētījuma autori un citēšanas paraugs:

Ozoliņš J., Bagrade G., Blūms K., Done G., Ornicāns A., Pilāte D., Stepanova A., Šuba J., Žunna A. 2024. Pārskats par valsts atbalsta programmas “Atbalsts lauksaimniecībā izmantojamam zinātnes pētījumam” izpildi pētījumā “Meža cūku skaita un populācijas blīvuma kontroles metodikas izstrāde un sistēmas ieviešana Latvijā, lai novērstu Āfrikas cūku mēra (ĀCM) izplatību”. 1.posms. LVMI Silava, Salaspils, 42 lpp.

SATURS

Ievads.....	4. lpp.
1. Līdzšinējās meža cūku uzskaites metožu, prakses un datu uzticamības vērtējums Latvijā.....	5. lpp.
1.1. Vispārējs raksturojums	5. lpp.
1.2. Datu atbilstības pārbaude	5. lpp.
2. Vēsturisko datu (izplatība, skaita vērtējums, nomedīšanas apjomi, ainavas mežainums) analīze par laika posmu, kad meža cūku populācija Latvijā nesasniedza 10 000 indivīdu	11. lpp.
2.1. Metodika	11. lpp.
2.2. Rezultāti	11. lpp.
3. Datu analīze par meža cūku vienlaikus sastopamību barošanās vietās populācijas struktūras noskaidrošanai.....	13. lpp.
3.1. Metodika	13. lpp.
3.2. Rezultāti	13. lpp.
4. Zinātniskajā literatūrā un citu valstu praksē izmantoto meža cūku uzskaites metožu apskats.....	15. lpp.
4.1. Metodika	15. lpp.
4.2. Rezultāti	15. lpp.
5. Sākotnējās uzskaites pārbaudes dabā	16. lpp.
5.1. Uzskaites izmēģinājumu teritorijas izvēle un saskaņošana ar zemes īpašniekiem un medību tiesību lietotājiem	16. lpp.
5.2. Sadarbības izveidošana ar starptautisku konsorciju (European Observatory of Wildlife), kas atbalsta un koordinē savvaļas dzīvnieku populāciju stāvokļa novērošanu Eiropā pēc vienota slēpņa kameru izmantošanas protokola	17. lpp.
5.3. Uzskaites sākotnējie rezultāti	27. lpp.
Izmantotā literatūra	31. lpp.
Pielikumi	35. lpp.

Ievads

Vēsturiski pēc 2.Pasaules kara izveidojusies meža cūku ievērojamā ekonomiskā un sociālā nozīme Latvijas medību saimniecībā ir nopietns izaicinājums, lai panāktu populācijas samazināšanu līdz blīvumam, kas kavētu Āfrikas cūku mēra (ĀCM) izplatību un saglabāšanos savvaļā meža cūkās. Baltijas valstīs gūtā pieredze liecina, ka ĀCM vīruss var saglabāties meža cūku populācijā vai vidē, tostarp meža cūku līķos, pat ja to populācijas blīvums ir 0,5 dzīvnieki uz vienu kvadrātkilometru, savukārt ĀCM izplatība izbeigtos, ja mežacūku populācijas blīvums būtu 0,15 dzīvnieki/km² vai mazāks. Medību statistikā izmantotajā blīvumu raksturojošā izteiksmē tas nozīmē <1,5dzīvnieki/1000ha. Salīdzinājumā ar Valsts meža dienesta (VMD) 2024. gadā veikto populācijas novērtējumu un noteikto nomedīšanas apjomu, meža cūku populācija būtu vēl jāsamazina vairāk kā divas reizes. Šis pētījums uzsākts, lai atrastu piemērotāko veidu, kā, izmantojot zinātnē balstītas metodes, pārliecināties, ka populācija tiešām ir samazināta gan valstī kopumā, gan lokāli, kas nozīmētu populācijas teritoriālu sadrumstalošanu uz laiku, kamēr vīrusa klātbūtne nomedīto un bojāgājušo cūku ķermeņos 3 gadus netiek konstatēta.

Pētījumam izvirzīti 2 mērķi: 1) izstrādāt un validēt mežacūku populācijas uzskaites metodiku izmantošanai Valsts meža dienesta noteiktajās medijamo dzīvnieku uzskaites vienībās; 2) izstrādāt kontroles sistēmu, kas ļautu pārliecināties par mežacūku faktiskā skaita un populācijas blīvuma atbilstību ĀCM uzraudzības un apkarošanas stratēģijā noteiktajam mērķim. Pētījuma pirmajā etapā, kura norise aprakstīta šajā ziņojumā, izstrādāts teorētiskais pamatojums un īstenoti praktiskie priekšdarbi, lai projekta noslēgumā varētu detalizēti aprakstīt izvēlēto uzskaites metodi, saskaņot ar potenciālajiem kontroles veicējiem un sagatavot izpildes vadlīnijas, ar kurām iepazīstināt atbildīgās institūcijas un iesaistītās sabiedrības grupas.

1. Līdzšinējās meža cūku uzskaites metožu, prakses un datu uzticamības vērtējums Latvijā

1.1. Vispārējs raksturojums

Informācijai par meža cūku izplatību un skaitu Latvijā ir galvenokārt aprakstošs raksturs.

Pēcledus laikmeta faunā Latvijas teritorijā meža cūkas parādījušās ap 5. gadu tūkstoti pirms m.ē. – boreālā klimata periodā. Tās pieskaitāmas platlapju mežu faunai, un savu optimumu populācija sasniegusi atlantiskā klimata periodā – 5,5 – 1. gadu tūkst. pirms m.ē. Pēc tam klimats kļuva vēsāks un samazinājās platlapju mežu platības, bet meža cūkas faunā saglabājās (Tauriņš 1982). Salīdzinājumā ar dzelzs laikmetu viduslaikos konstatēta meža cūku skaita samazināšanās. Lokstenes pilskalna 5.-11. gs. slāņos meža cūkas kauli veido 3,2% no visiem izrakumos iegūtajiem dzīvnieku kauliem, 14.-15. gs. to ir tikai 2,1%. Meža cūku samazināšanos rāda arī Sēlpils osteoloģiskais materiāls, no kura dzels laikmetā meža cūku bija 4,3%, kamēr viduslaikos (13.-17.gs.) tikai 1,2% (Mugurēvičs, Mugurēvičs 1999). Līdz pat 14.gs. ļoti daudz meža cūku apdzīvojušās Latvijas teritoriju Lubāna ezera apkārtnē, kur dominējuši ozolu meži, taču, kad tie izcirsti Kurzemes hercogistes laikā, meža cūku populācijas kodols pārvietojies uz Kurzemi. Kurzemes meža cūkas bijušas saistītas ar populāciju Lietuvā, bet Igaunijā līdz pat 2. Pasaules karam meža cūkas pastāvīgi nav uzturējušās (Lange 1970). Arī Latvijā to bija kļuvis nedaudz. Medību statistika par 1940. gadu (Kalniņš 1943) liecina, ka uzskaitē meža cūkas uzrādītas tikai 32 no 76 virsmežniecībām, pārsvarā Kurzemē. To kopskaits uz 1.aprīli novērtēts ar 947, bet iepriekšējā sezonā nomedītas un citādi bojā gājušas 456 meža cūkas. Jāatzīst, ka šajā laikā izdotajā Arvīda Kalniņa apjomīgajā grāmatā “Medniecība”, šai sugai veltīts salīdzinoši maz informācijas, kas arī liecina par tās niecīgo nozīmi medību saimniecībā. Divdesmitā gadsimta otrajā pusē meža cūku skaits pieaug visā Eiropā. Lielākie populāciju blīvumi 1970ajos gados tiek uzrādīti Vācijas DR, Bulgārijā, Čehoslovākijā, Ungārijā un Rumānijā. No bijušajām PSRS republikām 1978. gadā visvairāk meža cūku uz 1000ha kopējās teritorijas bijis tieši Latvijā (2,2), kas ir tāds pats populācijas blīvums kā Ungārijā (Briedermann 1986). Kopš tā laika līdz pat ĀCM konstatēšanai Latvijas teritorijā, meža cūku skaits ir turpinājies augt, izņemot neilgu, bet krasu lejupslīdi 90to gadu vidū un otrajā pusē (Avotiņš 1980; Ozoliņš et al. 2005; Andersone-Lilley et al. 2005, 2010; Kawata et al. 2008, 2013). Skaita samazinājumu veicināja klasiskā cūku mēra uzliesmojumi. Taču šis kritums tiek skaidrots arī ar agrākās sociāli ekonomiskās sistēmas sabrukumu, un tas novērojams arī pārējo savvaļas pārnadžu skaita dinamikā (Bragina et al. 2015, 2018). Ja 20. gs. 70-tajos un 80-tajos gados meža cūkas Eiropā intensīvi izmantoja medībām, un īpaši sociālisma kulta valstīs tās bija nozīmīgs dzīvās dabas resurss, tad 21. gadsimtā populāciju lielums jau sāk pārspēt mednieku vajadzības, un tie nespēj tikt galā ar skaita ierobežošanu un postījumu novēršanu (Massei et al. 2014).

1.2. Datu atbilstības pārbaude

1.2.1. Metodika

Medību statistiku veido medījamo dzīvnieku ikgadējā uzskaitē jeb skaita vērtējums un katras sezonas laikā nomedīto indivīdu skaits. Dabā esošo un nomedīto dzīvnieku uzskaiti veic par medību uzraudzību atbildīgā valsts pārvalde, kas Latvijā vienmēr bijusi piederīga meža nozarei. Taču teritorijas administratīvais iedalījums un struktūra laika gaitā ir ievērojami

mainījušies, tādēļ ilgākā laika posmā izsekojami un salīdzināmi ir tikai kopējie skaitļi pa valsti. Lai pārbaudītu, kuros laika posmos medību statistika bijusi objektīvāka un kad tā neatbilst meža cūku populācijas bioloģiskajiem parametriem, izmantota bezmaksas datorprogramma *Vortex* (Lacy, R.C., and J.P. Pollak. 2023. *Vortex: A Stochastic Simulation of the Extinction Process*. Version 10.6.0. Chicago Zoological Society, Brookfield, Illinois, USA.), kas modelē populācijas augšanas vai izzušanas gaitu atkarībā no dabā esošo indivīdu skaita, populācijas struktūras un nomedīto indivīdu daudzuma.

Vortex 10 - dzīvnieku izmiršanas procesa stohastisku simulāciju programmas vispārīgs apraksts (Lacy et al. 2023)

Vortex ir uz mūsdienu zināšanām un tehnoloģijām balstīta populāciju attīstības simulāciju programma, kas paredzēta kompleksu sistēmu analīzei un modelēšanai dažādās nozarēs, sevī iekļaujot lielu rīku dažādību. Tā var paredzēt dzīvnieku demogrāfiskos, vides un ģenētiskos stohastiskos apstākļus, iekļaujot daudzus izmiršanu veicinošos faktorus, kas apdraud mazu populāciju izdzīvošanu. Aplikācija modelē populācijas dinamiku kā nošķirtus, secīgus notikumus, kas notiek balstoties uz varbūtībām, ko kā mainīgos parametrus var ievadīt aplikācijas lietotājs, kā arī dažādām formulām un algoritmiem. Programma simulē populāciju ejot cauri dažādu notikumu kopumiem, kas raksturo ikgadējo ciklu tipiskam seksuāli vairojošam diploīdam organismam: partnera atrašana, vairošanās, mirstība, vecuma pieaugumam, izkliede pa populācijām un indivīdu izņemšana/papildināšana populācijā. Tā ir bezmaksas aplikācija, ko nodrošina Čikāgas Zooloģijas biedrība, ar mērķi to padarīt plaši pieejamu bioloģiskās daudzveidības saglabāšanas sekmēšanai. *Vortex 10* priekšrocība ir lietotājam draudzīga saskarsme, kas to padara pieejamu lietotājiem ar dažādu zināšanu līmeni, kā arī tā spēj izmantot vairāku CPU jaudu vienlaicīgi, būtiski paātrinot simulācijas ātrumu un vienlaikus nodrošinot reāllaika vizualizāciju ar grafikiem un diagrammām, palīdzot vieglāk uztvert simulāciju.

Vortex ir izveidojis divas aplikācijas – *Eddy* ar mazāk un vienkāršākiem parametriem un *Vortex 10* ar vairāk un sīkāk iedalītiem parametriem. *Vortex 10* programmā ir pieejamas sekojošas parametru kategorijas:

- Scenārija iestatījumi
- Sugas apraksts
- Stāvokļa mainīgie
- Izkliede starp populācijām
- Reproductīvā sistēma
- Reprodukcijas temps
- Mirstība
- Katastrofas
- Pārošanās partneru monopolizācija
- Sākotnējais populācijas izmērs
- Ekoloģiskā kapacitāte
- Medības
- Papildināšana
- Ģenētika.

Scenārija iestatījumi – ievadāms scenārija nosaukums, simulācijas iterāciju skaits, populācijas paredzēšanas gadu skaits, dienu skaits gadā (simulācijas cikla laiks dienās), uz populāciju/indivīdu balstīts modelis, izmiršanas definīcija (viena dzimuma trūkums/ sarukšana zem lietotāja definēta sliekšņa lieluma), populāciju pārkārtošana, populāciju nosaukumi, iespēja neiekļaut pēdējo populāciju metapopulācijas uzskaitē, kā arī pielāgot notikumu secību gada griezumā.

Sugas apraksts – iespēja izvēlēties, vai simulācijā iekļaut inbrīdinga depresiju, kā pirmā dzīves gada izdzīvošanas samazinājumu tuvradnieciskiem indivīdiem, letālo ekvivalentu inbrīdinga nopietnībai dzimstībā, procentuālās inbrīdinga depresijas izraisītās nāvējošās recesīvās alēles, vides variācijas korelāciju starp reprodukciju un izdzīvošanu, kā arī vides apstākļu korelāciju starp populācijām.

Stāvokļa mainīgajos iespējams pievienot dažādus mainīgos un to vērtības populācijām globālā mērogā, populāciju mērogā un indivīdu mērogā.

Izkliede starp populācijām – iespējams noteikt dispersijas klases, kā mainīgos ievadot dzīvnieku vecuma diapazonu, dzimumu, izklienēto dzīvnieku izdzīvotību %, atļaut/neatļaut izplatību piesātinātās populācijās, kā arī tabulā ievadīt populāciju indivīdu izklandes iespējamību.

Reproduktīvā sistēma – iespējams izvēlēties dzīvnieku vairošanās sistēmas veidu: monogāmija/poligāmija/hermafrodītisms/ilgtermiņa monogāmija vai ilgtermiņa poligāmija, dzimumbrieduma vecumu mātītēm un tēviņiem, maksimālo vairošanās vecumu mātītēm un tēviņiem, maksimālo dzīves ilgumu, maksimālo ikgadējo metienu skaitu, maksimālo mazuļu skaitu metienā, mazuļu dzimumattiecību %, mazuļu atkarību no mātes gados (ja mirst māte, mirst mazuļi), kā arī ievadīt tabulā citus mainīgos, piemēram, vairošanās tempu atkarībā no populācijas blīvuma.

Reprodukcijas temps – tabulā kā mainīgie norādāma populāciju pieaugušo mātīšu %, kas iesaistās riestā, iespējamība, ka tās būs reproduktīvas, populācijas metienu izklide gada laikā un mātītes metiena mazuļu skaita izklide.

Mirstība – tabulās atsevišķi ievadāma populāciju mātīšu un tēviņu mirstība % sekojošās kategorijās: mirstība 0-1 gada vecumā, standartnovirze mirstībai 0-1 gada vecumā vides apstākļu ietekmē, mirstība 1-2 gadu vecumā, standartnovirze mirstībai 1-2 gadu vecumā vides apstākļu ietekmē, ikgadējā mirstība pēc 2 gadu vecuma un standartnovirze ikgadējai mirstībai pēc 2 gadu vecuma.

Katastrofas – lietotājs var aprēķinos iekļaut katastrofas - ekstrēmus notikumus, kas būtiski ietekmē reprodukciju un izdzīvotību. Tām ir iespējams dod dažādus nosaukumus, biežumu, izplatību un norādīt ietekmi uz populāciju reprodukciju un izdzīvotību.

Pārošanās partneru monopolizācija – iespējams norādīt populāciju pieaugušo tēviņu daļu %, kas piedalās riestā un cenšas iegūt mātīšu uzmanību ik gadu (piemēram, tie varētu būt tikai tie tēviņi, kas dominē vai valda pār teritoriju). Aplikācija to var arī aprēķināt automātiski, kā izejas datus izmantojot daļu %, kam ir pēcnācēji, vai arī ņemot vērā partneru skaitu veiksmīgiem tēviņiem.

Sākotnējais populācijas izmērs – šajā sekcijā ir iespējams norādīt populācijas indivīdu skaitu simulācijas sākumā, kā arī to sākotnējo dzimumu struktūru, kas sadalīta pa dzīvnieku vecumu gados. Ir iespējams dzimumstruktūru paredzēt ar aplikācijas palīdzību izvēloties vienu

no trim opcijām: izmantot stabilu vecuma izkliedi (lietotājs ievada sākotnējo N un *Vortex* veiks dzimumstruktūras izkliedi balstoties uz dzimstību un mirstību), izmantot specifisku vecuma izkliedi (lietotājs katram dzimumam ievada indivīdu skaitu vecuma grupās), kā arī ievadīt vērtības proporcionālam vecuma grupu sadalījumam.

Ekoloģiskā kapacitāte – raksturo simulētās populācijas maksimālo izmēru dotajā dzīvotnē. Tabulās var norādīt dzīvnieku populāciju ekoloģiskās kapacitātes lielumu un standartnovirzi tajā vides apstākļu dēļ. Ir iespējams arī norādīt ekoloģiskās kapacitātes izmaiņas % izvēlētajā gadu ilgumā.

Medības – raksturo nomedīto dzīvnieku skaitu. Ir iespējams izvēlēties opciju, ka dzīvnieki tiek pārvietoti, nevis nomedīti, un norādīt to izdzīvotības %. Tabulā iespējams norādīt populāciju apmēdīšanu kā tādu, pirmā un pēdējā gada nomedīto dzīvnieku skaitu, intervālu starp medībām, kā arī populāciju un indivīdu medībām pievienot kritērija funkciju. Var arī izvēlēties norādīt nomedīto dzīvnieku skaitu atzīmēt kā vienādu ik gadu. Mātītēm un tēviņiem var atsevišķi ierakstīt ikgadējo nomedijamo dzīvnieku skaitu vecumā starp 1-2 gadiem un vecākiem par 2 gadiem.

Populācijas papildināšana – dod iespēju pievienot indivīdus katrai populācijai. Šī opcija ļauj simulēt dzīvnieku pievienošanu starp pārvietošanu vai pievienošanu no audzētavām. Mainīgo opcijas tādas pašas kā dzīvnieku nomedīšanai: tabulā iespējams norādīt dzīvnieku pievienošanu kā tādu, pirmā un pēdējā gada pievienoto dzīvnieku skaitu, intervālu starp papildināšanām, kā arī dzīvnieku papildināšanai pievienot kritērija funkciju. Mātītēm un tēviņiem var atsevišķi norādīt ikgadējo papildināto dzīvnieku skaitu vecumā starp 1-2 gadiem un vecākiem par 2 gadiem.

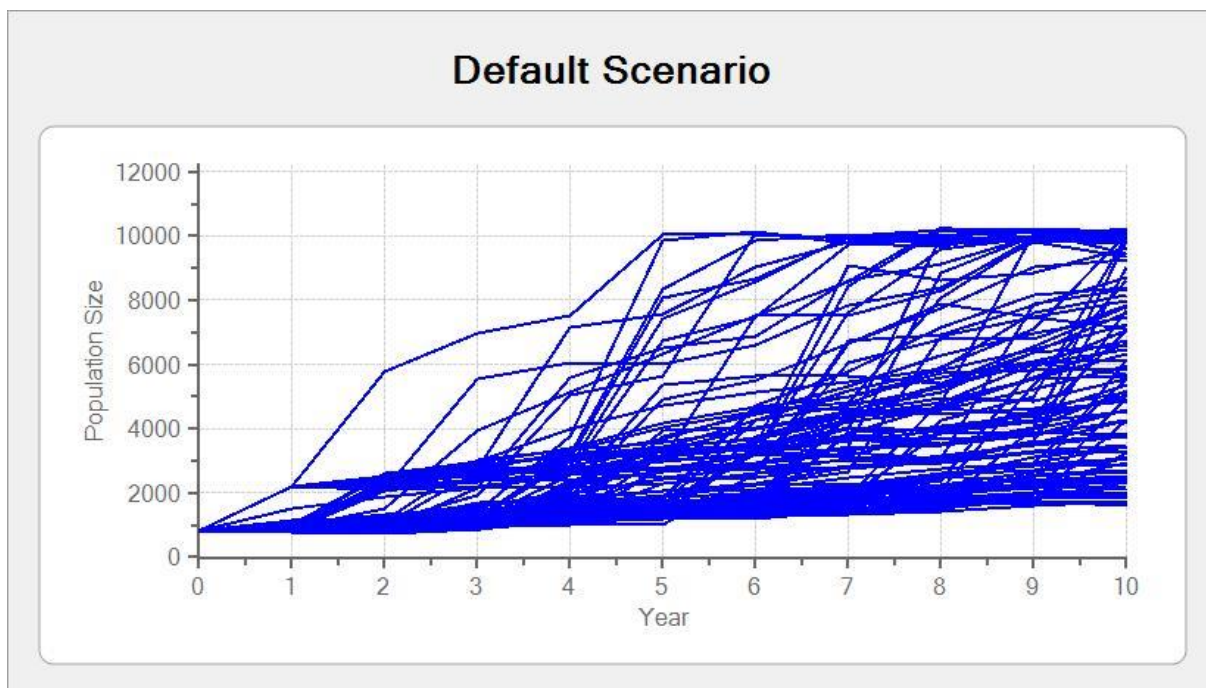
Ģenētika – *Vortex* piedāvā lielu kritēriju variantu dažādību, kas ļauj specificēt sākotnējos ģenētiskos apstākļus, iespējamo ģenētisko pārvaldību (cilvēku kontrolētu, vai dzīvnieku vairošanās uzvedības izraisītu), kā arī lielākas datu izvades opcijas. Standarta ģenētiku modelis aplikācijā simulēs alēļu pārneši gan neitrāli, gan citos scenārijos, kur tiks modelētas nāvējošās recesīvās alēles inbrīdinga rezultātā.

Pēc datu ievades ir iespējams uzsākt simulāciju, kuras laikā *Vortex* uzrāda grafikus ar notiekošo procesu, kuros var redzēt iespējamās populācijas scenārijus. Pēc simulācijas veikšanas, ir iespējams palielināt iterāciju jeb atkārtojumu skaitu. Pastāv “Multi-Vortex” opcija, kas ļauj veikt vairākus simulācijas scenārijus vienlaicīgi, izmantojot lielāku datora CPU jaudu. Pēc simulācijas veikšanas, sadaļā teksta izvades sadaļā ir atrodama informācija par simulācijas gaitu un tabulas ar datiem. Tiek arī izveidots grafiks ar paredzēto populācijas izmēra projekciju, parādot to eksponenciālo pieaugumu (vai samazinājumu). Teksta izvades failā ir atrodama informācija par iterāciju skaitu, kurā populācija izdzīvo vai izmirst, izmiršanas iespējamību, vidējo populāciju izmēru, gēnu dažādību, kā arī informāciju par alēļu izplatību un inbrīdinga sekām. Izvades tabulās ir atrodama visu simulāciju scenāriju rezultāti.

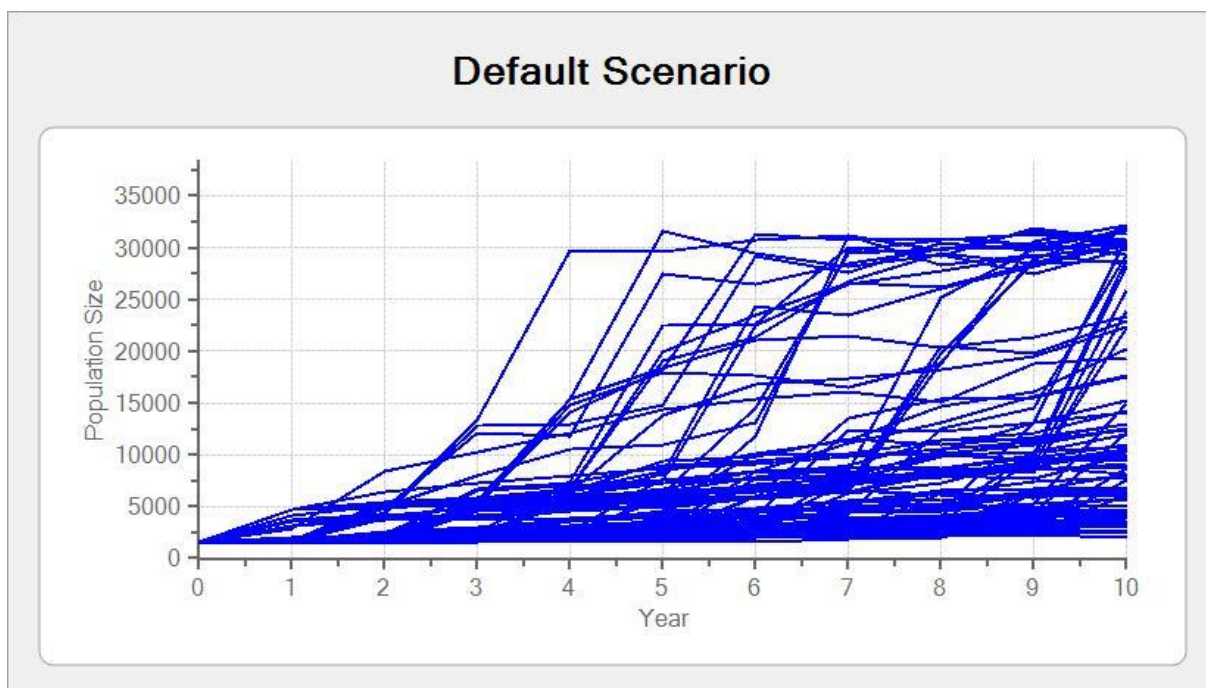
1.2.2. Rezultāti

Ievadot šajā programmā skaitļus par uzskaitīto un nomedīto meža cūku daudzumu 1927. gadā (1.pielikums), redzams, ka turpmākos 10 gadus populācijas virtuālās simulācijas grafiks (1.att.) rāda līdzīgu ainu tam, kas arī noticis ar populāciju pēc oficiālās statistikas, proti, meža cūku skaits pieaudzis no 841 līdz 1625 (Kalniņš 1943). Arī pēc 2. Pasaules kara laikā no 1959. līdz 1969. gadam modelis uzrāda to pašu scenāriju, ko apliecina oficiālā statistika (2.att.,

2.pielikums). Šajā desmitgadē meža cūku skaits palielinājies no 1566 1959. gadā uz 7870 1969. gadā (Avotiņš 1980). Tātad pārbaude ar simulācijas programmu apstiprina meža cūku uzskaites un medību rezultātu atbilstību reālajai situācijai, t.i. datu patiesumu.

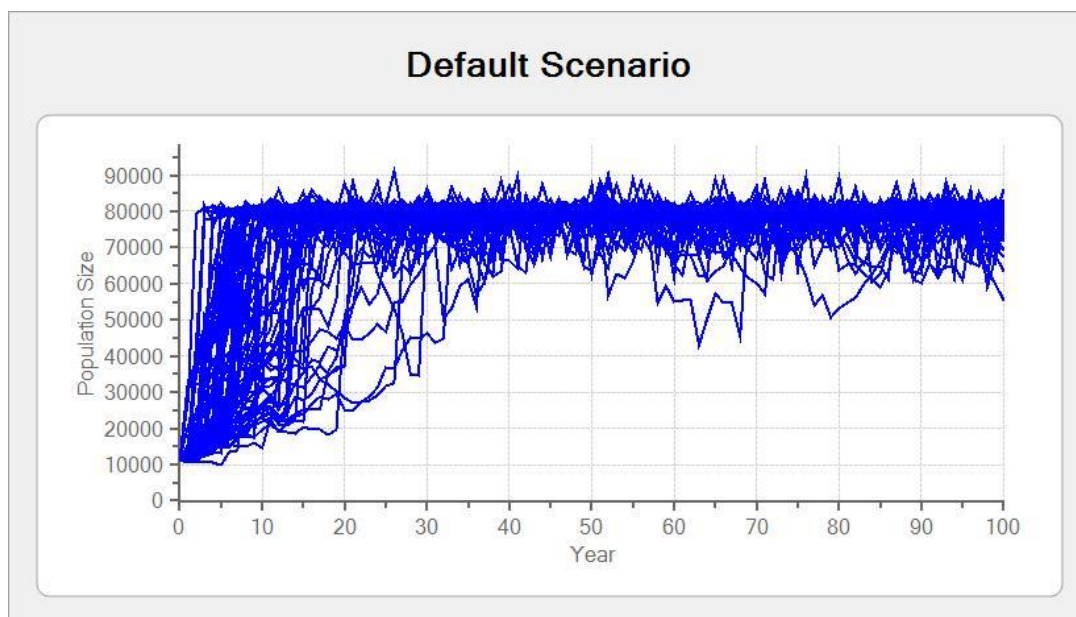


1.attēls. Meža cūku skaita izmaiņas desmit gadu periodā (1927.-1937.) pēc *Vortex* programmas zīmētā modeļa ar 100 iespējamiem atkārtojumiem.

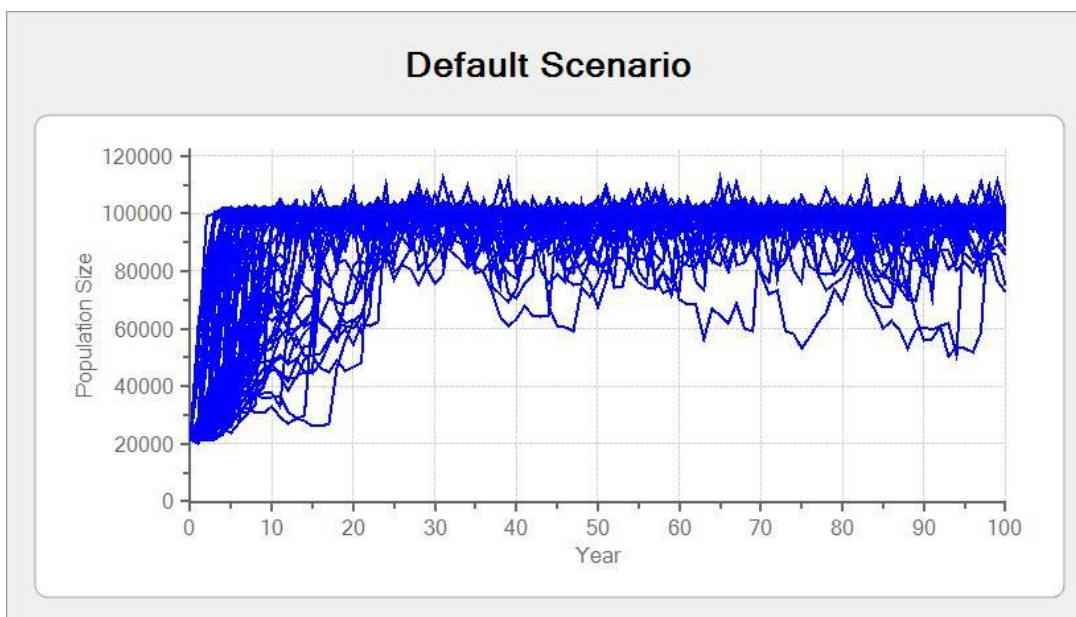


2.attēls. Meža cūku skaita izmaiņas desmit gadu periodā (1959.-1969.) pēc *Vortex* programmas zīmētā modeļa ar 100 iespējamiem atkārtojumiem.

Atšķirīga situācija konstatēta ar datiem pēc 1970. gada. Kad modelī ievieto uzskaitīto un nomedīto meža cūku skaitu, kāds bijis 1972.gadā (3. att., 3.pielikums), tad jau pirmajos 5 gados populācijai būtu jāsasniedz 80000 indivīdu, taču lielākais valstī uzskaitīto meža cūku daudzums bijis tikai 1972. gadā – nepilni 75000 pirms ĀCM infekcijas pirmā uzliesmojuma. Pārbaudot medību statistikas atbilstību pēc 2000.gada (4. att., 4.pielikums), arī redzama modeļa nesakritība ar statistikas datiem, kas vēlreiz apstiprina, ka *visā laika posmā kopš 1970. gada, kad meža cūkas izplatījās pa visu valsts teritoriju, to uzskaites dati un nomedīšanas apjoms bijis krietni par mazu, lai novērstu lokālu pārpalīdzīvotību un apturētu populācijas strauju pieaugumu.*



3.attēls. Meža cūku skaita izmaiņas divdesmit gadu periodā (1972.-1992.) pēc *Vortex* programmas zīmētā modeļa ar 100 iespējamiem atkārtojumiem.



4.attēls. Meža cūku skaita izmaiņas pēc 2000.gada (2000.-2013.) pēc *Vortex* programmas zīmētā modeļa ar 100 iespējamiem atkārtojumiem.

2. Vēsturisko datu (izplatība, skaita vērtējums, nomedīšanas apjomi, ainavas mežainums) analīze par laika posmu, kad meža cūku populācija Latvijā nesasniedza 10 000 indivīdu

2.1. Metodika

Meža cūku skaits un blīvums

Latvijas teritorijā uzskaitīto un nomedīto meža cūku skaits iegūts laika periodam no 1922. gada līdz 1940. gadam un no 1954. gada līdz 2024. gadam, izmantojot J. Vanaga (2010) un VMD datus.

Dati par uzskaitīto un nomedīto meža cūku skaitu virsmežniecībās 1939. gadā iegūti no A. Kalniņa (1940). Uzskaites administratīvā vienība ir virsmežniecības mežu platības 1936. gadā pēc Mežu departamenta 1937. gada izdevuma “Valsts mežsaimniecības 15 gadi” pieejamās informācijas. Dati par uzskaitīto un nomedīto meža cūku daudzumu mežrūpniecības saimniecībās 1970 gados iegūti no A. Avotiņa (1980). Uzskaites administratīvā vienība ir mežrūpniecības saimniecības mežu kopplatības (Avotiņš 1980).

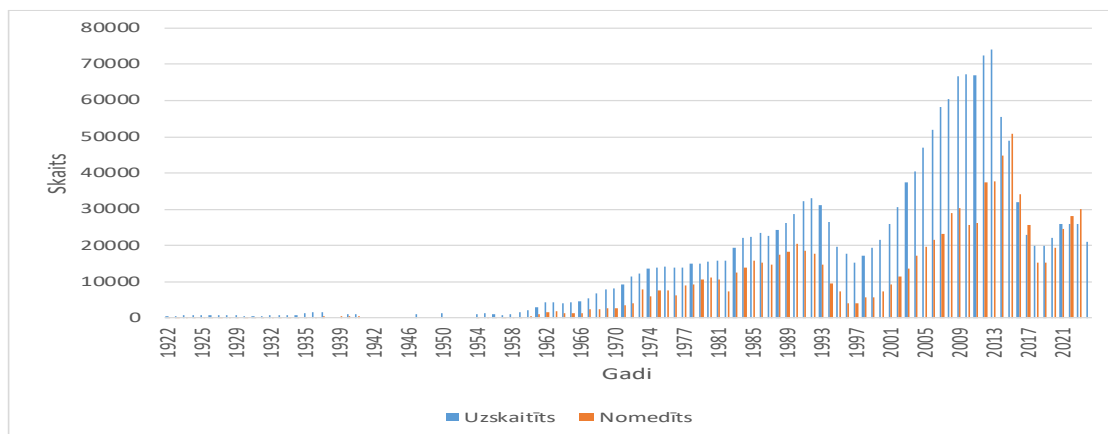
Meža cūku blīvums, kā arī nomedīto dzīvnieku blīvums ir aprēķināts uz visas Latvijas teritorijas un mežu platības 1000 ha. Informācija par mežu platībām Latvijas teritorijā no 1922. gada iegūta no dažādiem avotiem – Mežu departamenta 1937. gada izdevuma “Valsts mežsaimniecības 15 gadi”, H. Stroda (1999) grāmatas par Latvijas mežu vēsturi līdz 1940. gadam, LR Valsts zemes dienesta, VMD informācija, Oficiālās statistikas pārvaldes datu bāzes (<https://stat.gov.lv/lv/statistikas-temas/noz/mezsaimnieciba>). Lai dati būtu labāk salīdzināmi visā vēsturiskajā periodā, meža cūku populācijas blīvums un nomedīto indivīdu blīvums aprēķināts uz 1000ha meža platību.

Dzimuma struktūra

Dzimuma struktūras raksturojumam izmantoti A. Ornicāna (1989) LU diplomdarba, V. Garosa (1991) pētījuma un VMD nomedīto meža cūku dati (1999.-2012.), kā arī lietotnes MEDNIS 2023. gada dati. Minēto informācijas avotu dati ir izmantoti nomedīto sivēnu īpatsvara aprēķinam.

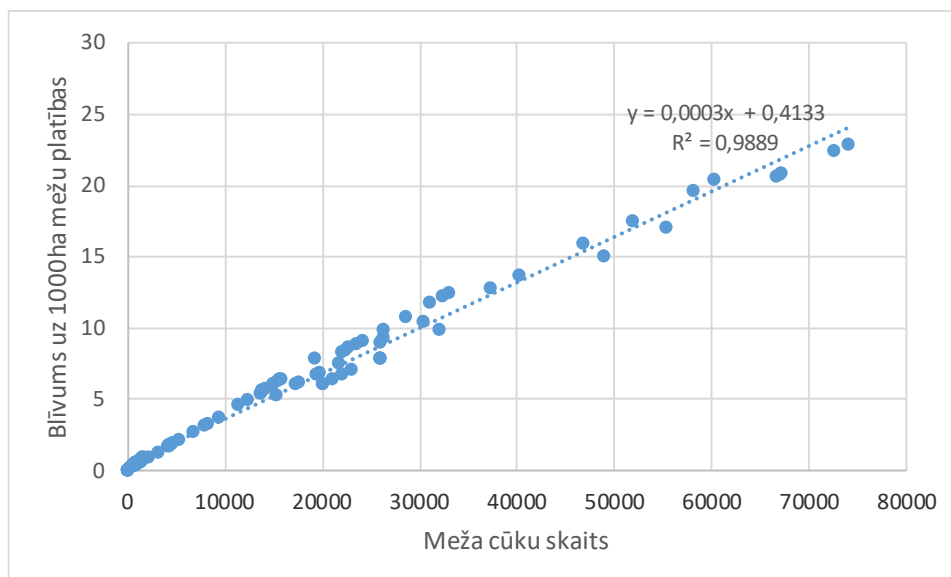
2.2. Rezultāti

Aizvadītajā simtgadē ar neilgiem pārtraukumiem meža cūku populācija Latvijā pieaugusi no dažiem simtiem līdz vairāk kā 70000, līdz 2014. gadā to samazinājis ĀCM un tā ierobežošanai veiktie skaita ierobežošanas pasākumi (5. att.).



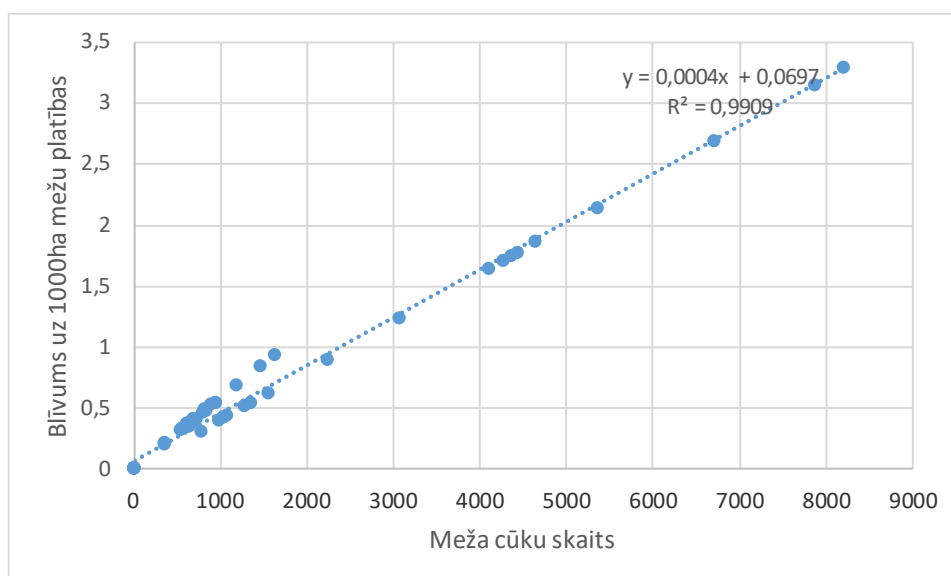
5.attēls. Meža cūku skaita dinamika 100 gadu periodā.

Pieaugumu veicinājušas arī apzināti nepietiekošas un selektīvas medības, saudzējot pieaugušas sivēnmātes, kas līdz pat 2000-to gadu otrajai desmitgadei ietilpa medību saimniecības vispārpieņemtā politikā un plānošanā. Augot populācijai, palielinājās arī tās blīvums (6.att.).



6.attēls. Meža cūku populācijas blīvuma atkarība no kopējā skaita visā 100 gadu periodā.

Svarīgi pārliecināties, ka arī līdz 1970. gadam, kad meža cūkas vēl nebija sastopamas visā valstī, to apdzīvotajās teritorijās populācijas blīvums pieauga tikpat strauji, kā vēlākajā periodā. Turklāt lineārās regresijas modelis (7. att.) rāda, ka blīvums, kas mazāks par 1,5 indivīdiem uz 1000ha, pastāvējis tikai pie kopējā skaita, kas mazāks par 4000. *Tāpat pat piecas reizes samazinot šobrīd pēc VMD vērtējuma esošo meža cūku skaitu (<https://www.vmd.gov.lv/lv/medijamo-dzivnieku-populacijas>), iespējamās teritoriālās uzskaites vienības, kurās populācijas blīvums lokāli pārsniegs izvirzīto mērķi – 1,5 /1000ha.*



7.attēls. Meža cūku populācijas blīvuma atkarība no kopējā skaita līdz 1970. gadam, kad tās vēl nebija izplatītas visā Latvijas teritorijā.

3. Datu analīze par meža cūku vienlaikus sastopamību barošanās vietās populācijas struktūras noskaidrošanai

3.1. Metodika

Lai novērtētu meža cūku populācijas demogrāfisko struktūru un medību līdzšinējo ietekmi saistībā ar iespējām ierobežot skaita pieaugumu, veikta nomedīto indivīdu dzimuma un vecuma datu analīze. Dzimuma struktūras raksturojumam izmantoti A. Ornicāna (1989) diplomdarba, V. Garosa (1991) pētījuma un VMD nomedīto meža cūku dati (1999.-2012.), kā arī lietotnes MEDNIS 2023. un 2024. gada dati. Minēto informācijas avotu dati ir izmantoti nomedīto sivēnu īpatsvara aprēķinam. Mātīšu indekss aprēķināts, dalot nomedīto mātīšu skaitu ar nomedīto tēviņu skaitu.

Lietotnē MEDNIS reģistrētās meža cūkas analizētas ar mērķi nodalīt datu kopu par dzīvniekiem, kas nomedīti gaides medībās, tātad iespēju robežās selektīvi izvēloties nomedījamā dzīvnieka dzimumu un vecumu (lielumu). Šajā nolūkā, izmantojot ģeotelpiskās informācijas ĢIS lauku bloku slāni, meža cūku nomedīšanas vietas sadalītas mežā un ārpus meža platībām izvietotajās. Tā kā arī mežu platībās var notikt gaides medības piebarošanas vietās, tad no šīm vietām atlasītas diennakts tumšajā laikā un termiņā, kad nav atļautas medības ar dzinējiem, nomedītās meža cūkas. Šīs meža cūkas kopā ar visu gadu lauksaimniecības zemēs nomedītajām šajā pētījumā uzskatītas par dzīvniekiem, kas nomedīti barošanās vai piebarošanas vietās.

3.2. Rezultāti

Kopumā ar lietotnes MEDNIS palīdzību iegūta informācija par 43095 nomedītām meža cūkām, no kurām 25826 bijuši tēviņi, 17149 mātītes un 120 nenoteikta vai lietotnē neregistrēta dzimuma. Lielākā daļa meža cūku 2023. un 2024. gadā nomedītas gaides medībās gan mežā, gan ārpus meža platībās (1.tab.), kas liecina, ka medniekiem bieži bijusi iespēja izvēlēties medījamo dzīvnieku.

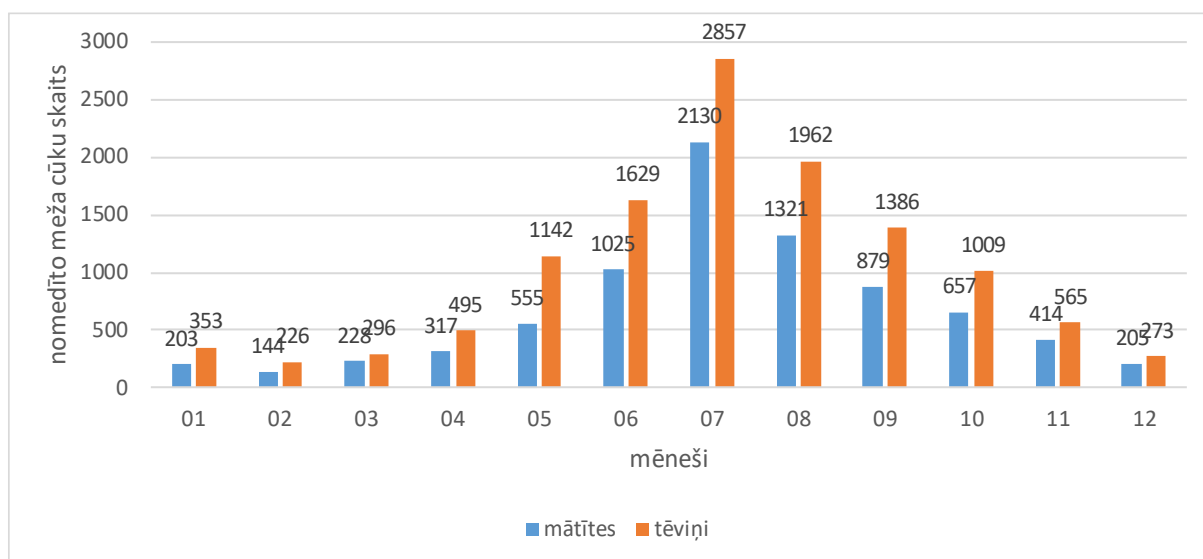
1. tabula

Nomedīto meža cūku sadalījums pēc medību veida un dzimuma/vecuma struktūras

Dzimums	Medību veids	Jaunāks par gadu	Jauns	Vidēja vecuma	Vecs
Mātīte	Lauks_dzinējmed	201	100	159	17
	Lauks_gaide	1956	4039	2028	55
	Mežs_dzinējmed	1104	544	969	81
	Mežs_gaide	1811	2714	1326	45
Tēviņš	Lauks_dzinējmed	274	120	156	15
	Lauks_gaide	2713	5059	4169	251
	Mežs_dzinējmed	1412	583	843	60
	Mežs_gaide	2476	3850	3636	204

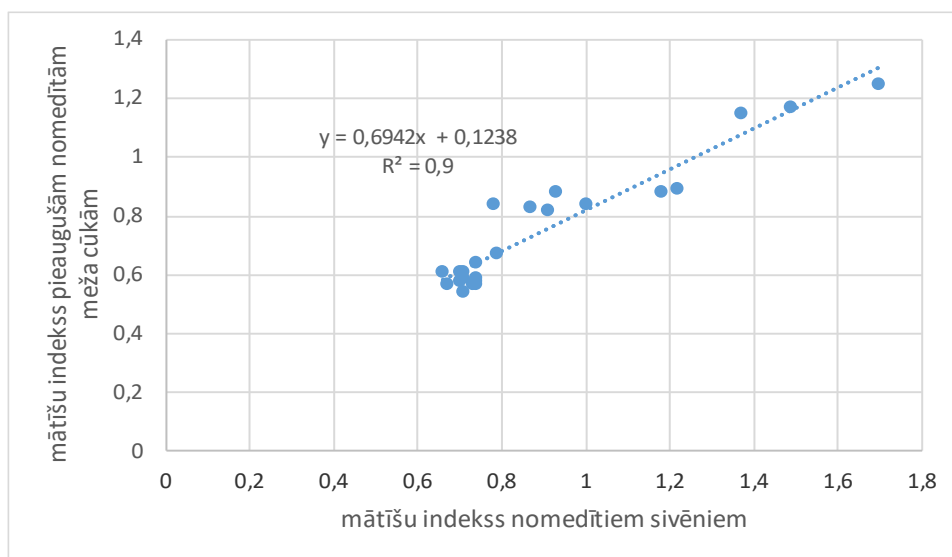
Sezonālā griezumā visvairāk meža cūku nomedīts vasaras mēnešos, kad arī vērojams lielākais nomedīto tēviņu pārsvars pār mātītēm. Divreiz vairāk tēviņu nekā mātīšu nomedīts maijā, kas izskaidrojams ar vairošanās sezonālītāti (8. att.). Arī pārējos vasaras mēnešos un visā gadā kopumā nomedīto tēviņu skaits būtiski (χ^2 tests, $P < 0,001$) pārsniedz nomedīto mātīšu skaitu. Jāatzīmē arī, ka par gadu jaunāku nomedīto mežacūku grupā tēviņu pārsvars pār mātītēm

ir mazāks nekā pieaugušo nomedīto grupā – mātīšu indekss attiecīgi 0,738 un 0,637. Abās salīdzinātajās grupās atšķirība starp dzimumiem ir statistiski būtiska (χ^2 tests, $P < 0,001$).



8.attēls. Nomedīto meža cūku skaits un dzimumu proporcija pa mēnešiem.

Izmantojot pieejamo datu rindu par vairākām sezonām, kurās zināma nomedīto meža cūku dzimuma un vecuma struktūra (9. att.), noskaidrota sakarība, ka pieaugušo mātīšu indekss korelē ar sivēnu mātīšu indeksu. Tā kā abi rādītāji ir iegūti vienas medību sezonas ietvaros vairāku gadu laikā, kas ne vienmēr seko cits citam, tad izskaidrojums nav viennozīmīgs. Šāds rezultāts var norādīt gan uz labvēlīgiem vides apstākļiem, kad notiek mātīšu biežāka dzimstība, gan arī uz kompensējošu dzimstību gados, kad notikusi pastiprināta pieaugušo mātīšu medīšana. Iespējams arī, ka labvēlīgos apstākļos gados pirms ĀCM daļa cūku, kas jaunākas par gadu, tikušas novērtētas kā jaunas un nomedītas, pirms šāviena nepārliecinoties par dzimumu.



9.attēls. Mātīšu indeksu salīdzinājums nomedītiem sivēniem un pieaugušām meža cūkām 23 medību sezonās starp 1984. un 2024. gadu.

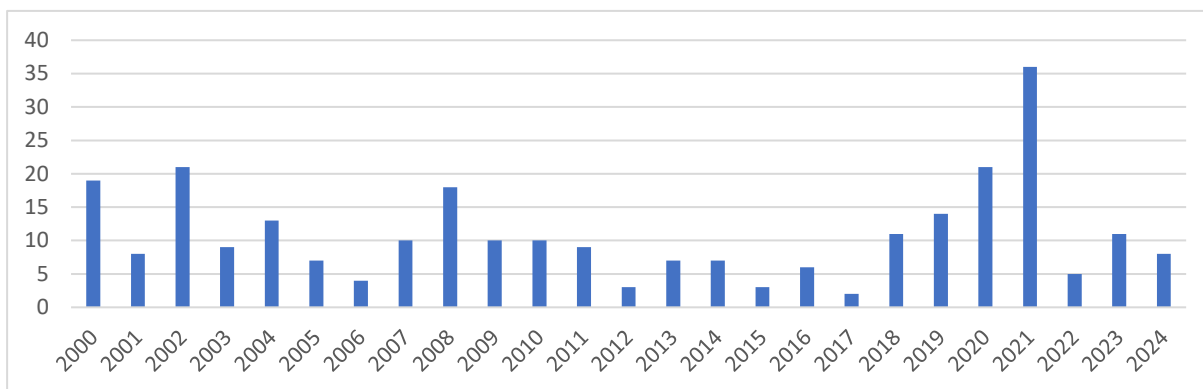
4. Zinātniskajā literatūrā un citu valstu praksē izmantoto meža cūku uzskaites metožu apskats

4.1. Metodika

Zinātniskās informācijas avoti meklēti Interneta vietnē Google Scholar <https://scholar.google.com/> par publicēšanas periodu no 2000. līdz 2024. gadam. Meklēšanai izvēlēti atslēgvārdi: *Sus scrofa*, wild boar, pigs, population census, demography, hunting, density, abundance, monitoring - pamatā izmantojot šo vārdu kombinācijas. Atlasīti zinātniskie raksti, disertācijas, pētījumu tehniskie ziņojumi un grāmatu nodaļas, ja to teksts vai vismaz kopsavilkums publicēts angļu valodā.

4.2. Rezultāti

Kopumā atrasti 334 informācijas avoti. No tiem 62 novērtēti kā šim pētījumam neizmantojami, bet 272 satur informāciju, kas vai nu saistīta ar meža cūku uzskaiti, vai populāciju apsaimniekošanu skaita ierobežošanas nolūkā. Laika griezumā informācijas publicēšana bijusi nevienmērīga (10. att.).



10.attēls. Meža cūku skaita novērtēšanai un kontrolei veltīto publikāciju skaits pa gadiem (N=272).

Visvairāk izvēlētajā periodā atbilstošu pētījumu publicēts par Itāliju (20), Spāniju (18) un Vāciju (17). Seko Polija ar 16 publikācijām, ASV ar 13, Zviedrija - 9, Austrālija un Francija – 7, Šveice - 6 un Portugāle - 5. Trīs publikācijas attiecināmas uz Beļģiju, Lietuvu un Izraēlu. Pa diviem publicētiem avotiem pētītajā jautājumā atrasts par Horvātiju, Angliju, Dienvidkoreju, Grieķiju, Japānu, Krieviju, Turciju un Ukrainu. Ar vienu publikāciju pārstāvēta Latvija, Luksemburga, Malaizija, Nīderlande, Rumānija, Serbija, Brazīlija, Igaunija, Irāna, Kanāda, Ķīna un Ungārija. Atrasti arī pārskati par plašākiem reģioniem, kā Vidusjūras reģions – 1, Āzija – 1 un Eiropa kopumā – 9 darbi.

Šķirojot informāciju tālāk, izdalīti 170 avoti, kuros norādītas meža cūku uzskaiti izmantotās metodes. Dažkārt vienā pētījumā kombinētas vairākas metodes vai ar vienu metodi iegūtos rezultātus autors iekļāvis vairākos savos pētījumos. Tādos gadījumos attiecīgā metode minēta tik reižu, cik publikācijās tā bijusi aprakstīta vai cik publikācijās uz to lasāmas atsauces. Konstatēts, ka visvairāk meža cūku skaita novērtēšanai izmantoti medību rezultāti. Tiesa, nometīto cūku skaitam līdzās gandrīz vienmēr minēts attiecīgais medību paņēmieni un medību slodze. Medību dati arī bieži tiek apvienoti ar dzīvo meža cūku novērojumiem, kas ir otrā biežākā uzskaites metode un tikusi minēta 45 darbos (2.tab.)

2. tabula

Meža cūku skaita novērtēšanai lietotās metodes pēc to aprakstu un atsauksmju skaita 170 zinātniskos darbos, kas publicēti laikā no 2000. līdz 2024. gadam

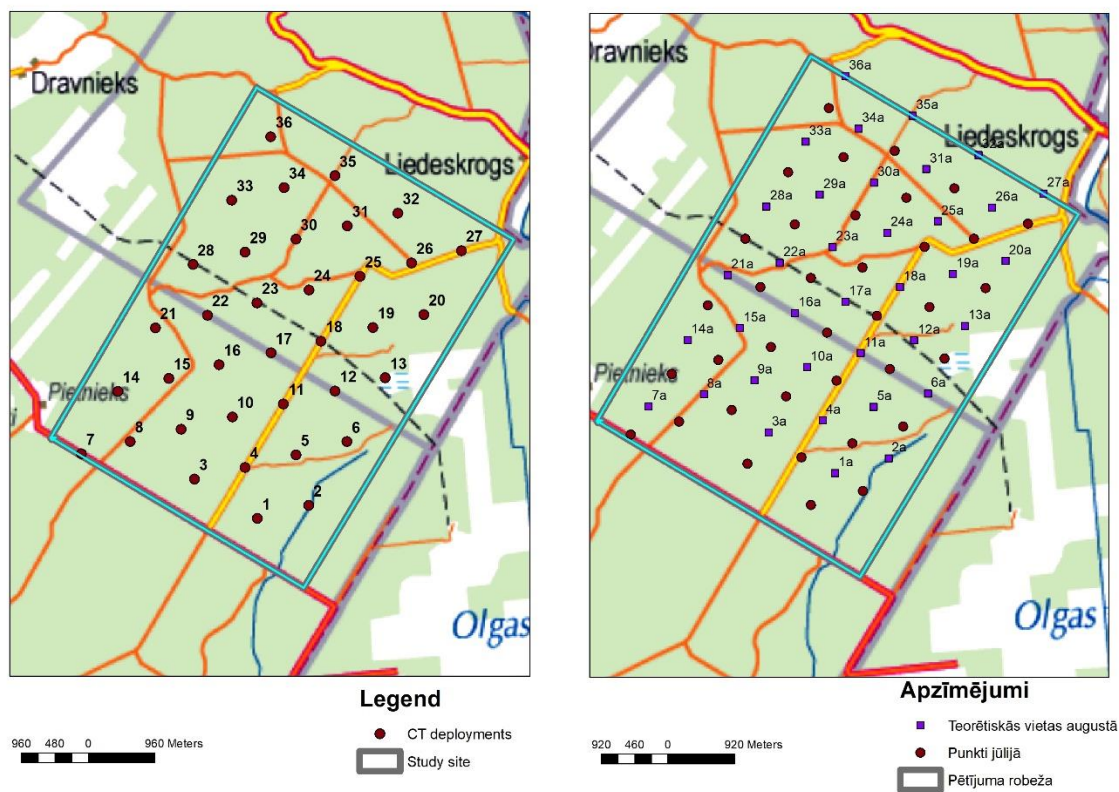
Uzskaites metode	Aprakstu un atsauksmju skaits
Medību vai ķeršanas rezultāti, minot medību veidus un slodzi	75
Tieši novērojumi gar transektiem, dienā vai ar nakts redzamības iekārtām	45
Slēpņa kameras ar ēsmu pievilināšanai vai plānveida izkārtojumu	36
Telemetrija (radio vai satelītu tvērējs)	32
Pēdu un rakumu uzskaitē (transekti)	30
Ekskrementu uzskaitē (jāzina sadalīšanās laiks dabā)	15
Iezīmēšana (ar atkārtotu ķeršanu vai novērošanu kamerās)	10
Aptaujas (anketas vai intervijas)	8
Neinvazīva DNS ieguve	6
Uzskaitē no gaisa (dienas gaismas vai termo kameras, droni)	4

Kā visobjektīvākā izvēlēta uzskaites metode, izmantojot slēpņa kameras. Ļoti nozīmīgu informāciju sniedz arī precīza nomedīto dzīvnieku uzskaitē, taču tās pilnvērtīgai izmantošanai jāpanāk arī paralēla medību slodzes – pavadītā laika un visu medību dalībnieku reģistrācija.

5. Sākotnējās uzskaites pārbaudes dabā

5.1. Uzskaites izmēģinājumu teritorijas izvēle un saskaņošana ar zemes īpašniekiem un medību tiesību lietotājiem

Meža cūku kontroluzskaites izmēģinājumam ar slēpņa kameru metodi izvēlēta teritorija atrodas akciju sabiedrības “Latvijas valsts meži” valdījumā esošā vienlaidus meža masīvā - Ziemeļlatgales reģiona Lubānas meža iecirknī. Pētījums veikts meža masīva centrā, aptverot 60-70 regulāras taisnstūra formas kvartālus starp autoceļiem Dzelzava – Lubāna ziemeļos, Lubāna – Švāna tilts austrumos, Madona – Rēzekne dienvidos un Dzelzava – Biksēre rietumos. Uzskaites metodika paredz vismaz 36 kameru vienlaikus darbību divu nedēļu periodā aptuveni 2500 ha lielā teritorijā, ievērojot regulāru kameru izvietojuma tīklu (11.att.). Kameras tik izvietotas kvartālstīgu krustojumu tuvumā, netraucējot mežsaimniecisko darbu izpildi. Pēc pirmajām četrām nedēļām kameru izvietojums mainīts, kameras pārceļot par vienu meža kvartālu ziemeļu virzienā, kopējam uzskaites laikam sasniedzot divus mēnešus un izmantojot 72 kameru uzstādīšanas vietas. Kameru atrašanās vietas fiksētas, nosakot to koordinātas LKS-92 sistēmā un lietojot mobilo aplikāciju viedtālrunos LVM GEO. Uzskaitē pabeigta pirms medību uzsākšanas ar dzinējiem.



11.attēls. Izmēģinājuma teritorija medjamo dzīvnieku populāciju blīvuma noteikšanai ar slēpņa kameru tīklu. Attēlā pa kreisi kameru izvietoējums 2024. gada jūlijā (Nr.1-36), attēlā pa labi kameru pārvietošanas vietas augstā (Nr.1a-36a).

5.2. Sadarbības izveidošana ar starptautisku konsorciju (European Observatory of Wildlife), kas atbalsta un koordinē savvaļas dzīvnieku populāciju stāvokļa novērošanu Eiropā pēc vienota slēpņa kameru izmantošanas protokola

Dzīvnieku uzskaitē ar slēpņa kameru tīklu veikta pēc Eiropas savvaļas sugu observatorijas (*European Observatory of Wildlife*) izstrādāta protokola. LVMI ‘‘Silava’’, noslēdzot sadarbības līgumu ar šo organizāciju, saņēma zemāk norādīto protokolu, kas pilnībā ieviests izvēlētajā metodes izmēģinājuma objektā.

Pētījuma vietas izvēle

Lai pētījuma vieta būtu optimāla dzīvnieku blīvuma noteikšanai, tai ir jāatbilst sekojošajiem kritērijiem:

- Pētījuma teritorijas platība ir starp 2000 – 6000 ha.
- Tā ir droša kameru uzstādīšanai.
- Tajā ir meža biotops (mijas ar citiem biotopiem).
- Netiek veikta intensīva pārnadžu piebarošana (neregulāra piebarošana, kamēr kameras nav uzstādītas, kā arī medībām uzstādītā ēsma nav problēma).
- Medību statistika tiek reģistrēta pēc notikuma (medības*diena) (ja notiek kolektīvās medības). Kad pārnadži tiek galvenokārt medīti dzinējmedībās, katrās medībās precīzi jāreģistrē nomedīto skaits un novēroto skaits (skatīt 1. tabulu pielikumā).

- Pēc iespējas jāizvairās no kameru izmantošanas un medību aktivitāšu pārklāšanās. Optimālākais variants ir medību atsākšana tikko pēc kameru noņemšanas, bet var arī pieļaut nelielu pārklāšanos (piemēram, kameru lamatas izvietotas ir septembrī-oktobrī, bet medības sākas ar oktobri).

“Project ENETwild” “youtube” kanālā ir atrodami sīkāk paskaidrojoši videoklipi un semināri angļu valodā par šī protokola pielietošanu pētījumos.

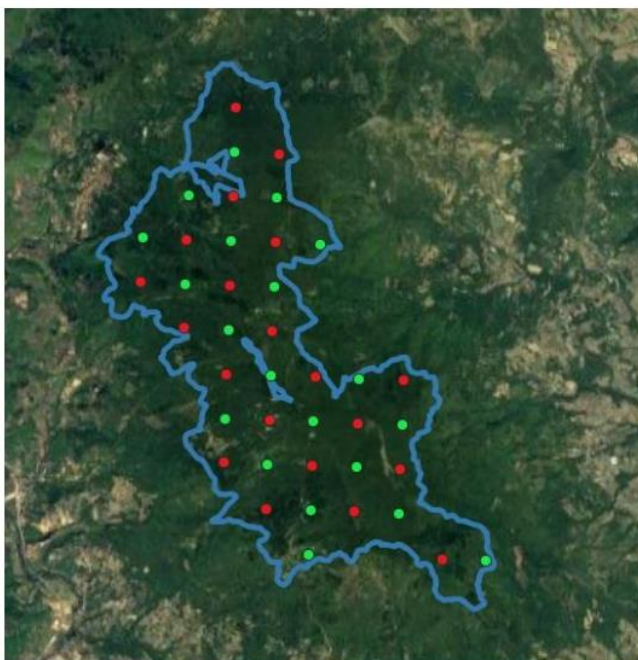
Pētījuma parauglaukumu izvēle

Slēpņu kameru izmantošanā dzīvnieku blīvuma novērtēšanai ir svarīga reprezentatīva parauglaukumu izvēle un kameru nejauša izvietošana attiecībā pret dzīvnieku kustību. To vislabāk var panākt izmantojot datora izvēlētus nejaušus punktus. Parasti šie punkti tiek veidoti sistemātiskā režģī ar vienādu attālumu starp tiem, kas aptver visu pētāmo teritoriju.

Gadījumos, kad pētījuma teritorija pārklāj vairāk nekā vienu skaidri izteiktu biotopu, un, it īpaši tad, ja pētījuma dzīvnieku mērķsuga daudz biežāk uzturas relatīvi retos biotopos, var būt noderīgi režģi stratificēt, izvēloties līdzīgu daudzumu punktu katrā no biotopiem, nevis izmantot vienādu režģi uz visu pētījuma teritoriju.

Savvaļas dzīvnieku populāciju blīvuma pētījumos kameru izvietošana nedrīkst tikt izmantotas apzināti izvēlētas vietas, kurās ir dzīvnieku vai cilvēku pēdas, dzīvnieku piesaistes vietas, piemēram, ūdenstilpes, sāls laizītavas, augstvērtīga barība vai pie barotavas. Izmantojot vietas, kurās dzīvnieku sastapšana nav nejaušība, nestrādās uz nejaušību balstīti blīvuma aprēķinu datu modeļi, un rezultāts būs neobjektīvs.

Pētījumu teritorijai starp 2000 – 6000 hektāriem, ieteicamais izvietoto slēpņu kameru (turpmāk - KL) skaits ir 36. Attālums starp izvietojumiem pētījuma teritorijā var atšķirties, bet, gadījumos, kad pētījuma platība ir liela, ir ieteicams lielāks izvietoto KL daudzums. Katrai KL ir jābūt aktīvai vismaz 4 nedēļas, ideāli, 6 nedēļas. Gadījumos, kad nav pieejams pietiekami liels KL daudzums, lai nosegtu visu pētījuma teritoriju, tās var izvietot vairākos raundos, katrā



reizē kameras izplatot vienmērīgi pa visu platību (sk. att. 18.lpp/ 12.att.). To visvieglāk izdarīt, izvēloties katru otro vai trešo, utt., atkarībā no izvietojuma raundu skaita. Šādos gadījumos, visoptimālākais raundu skaits ir trīs, un lielāks skaits ir ieteicams tikai tad, ja tiek pagarināts katras KL izvietošanas ilgums. Ja iespējams, punktu režģim vajadzētu pārklāt vismaz vienu teritorijas nogabalu, kurā medību sezonā parasti tiek veiktas pārnadžu medības.

12. attēls. Pētījuma parauglaukumu režģa piemērs. Sarkanie punkti apzīmē 1. raundu, zaļie – 2.raundu. EOW protokols.

Kameru izvietošana

- Ja precīza datora izvēlēta vieta nav piemērota KL izvietošanai (ļoti stāva, pārāk bieža veģetācija utt.), jāmeklē vieta ar līdzīgu vidi sākotnēji noteiktajai vietai. Ja tuvākajā apkārtnē tāda arī nav atrodamā, tad kameru var izvietot 100m attālumā no oriģināli plānotā. Gadījumos, atbilstošs parauglaukums ir atrodamš tikai tālāk par 100 metriem, punktu ir jāizlaiž.
- Slēpņu kameru lamatas ir jāizvieto uz staba vai veģetācijas 50 cm augstumā virs zemes.
- KL iestatījumos ir jāiestata darbība visu 24 stundu periodā un 8 bilžu konsekventa uzņemšana (vai lielākais iespējamais daudzums), ar mazāko iespējamo gaidīšanas laiku (0 sekundes, ja iespējams) starp bilžu sēriju uzņemšanām. Jūtīguma iestatījumos ir jāizvēlas vidējā opcija. Ir svarīgi, lai laiks starp bilžu sērijām nav lielāks par 2 – 3 sekundēm, jo tas var ietekmēt protokola pielietošanas sekmes.
- Lai izvairītos no pār-izgaismotām fotogrāfijām, zibspuldzi vēlams iestatīt uz vidējo uzstādījumu.
- Svarīgi pārbaudīt, vai datums un laiks ir uzstādīti pareizi un ka tie tiek norādīti attēla apakšmalā.
- Kameru lamatas vēlams apskatīt vismaz reizi, pētījuma perioda vidū (vislabāk reizi mēnesī), lai pārbaudītu tās funkcionalitāti un novietojumu. Bateriju un atmiņas karšu maiņa parasti nav nepieciešama, jo KL tiek uzstādītas nejausās vietās un liela dzīvnieku kustība nav paredzēta.
- Uzstādot kameru ir jāpārlicinās, lai KL foto uzņemšanas virziens ir attīrīts no veģetācijas (tam nav jābūt pilnīgi atbrīvotam, galvenais, lai ir iespējams uztvert mežacūkas, kas šķērso kameru 5 metru attālumā), un, vēlams, KL uzstādīt ziemeļu virzienā.
- Kameru lamatu izvietošanas laikā speciālā tabulā ir jāpiefiksē uzstādīšanas vieta, laiks un cita tur prasītā informācija. Visai informācijai, kas vēlāk tiek iegūta no KL, ir jābūt izsekojamai un viegli atšifrējamai (ieteicams marķēt katru uzstādīto kameru un tajā ievietoto atmiņas karti un pēc tam katras kameras attēlus datora saglabāt attiecīgi nosauktā mapē). Drīzumā programmu izstrādātājs *Enetwild* arī dos iespēju izmantot aplikāciju Smart, kas būs noderīga šo datu iegūšanā.

Kalibrācijas miets

Kalibrācijas miets ir jāizveido pēc sekojošajiem soļiem, kā materiālus izmantojot izturīgu 1,2 – 1,5 metrus garu mietu, melnu izolācijas līmlentu, mērlentu un marķieri:

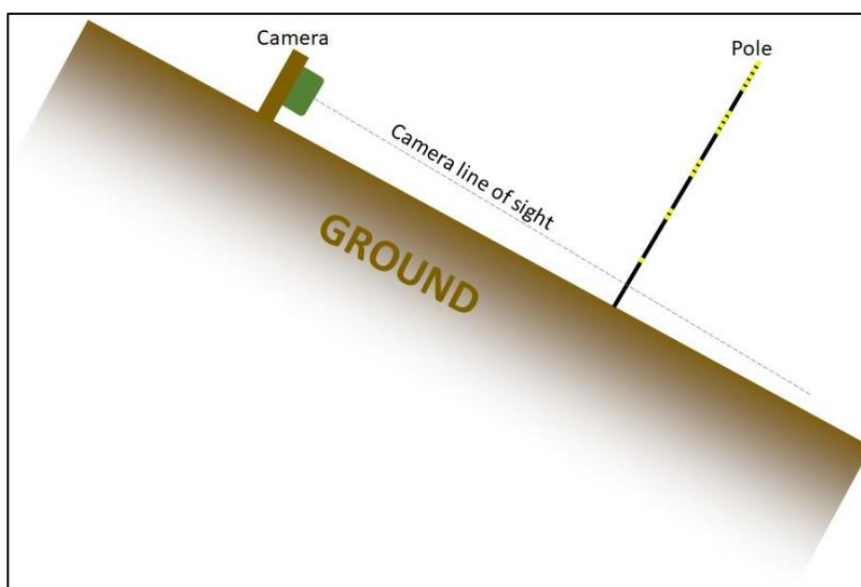
1. No mieta viena gala (lejasgala) ar marķieri jāatzīmē atzīmes ik pēc 20 centimetriem, līdz 1 metra augstumam (kopā 5).
2. Tad ar līmlentu ir ap mietu jāaptin marķējuma strīpas lejupejošā virzienā no atzīmes. 1 strīpa 20 cm augstumā, 2 strīpas 40 cm augstumā, 3 strīpas 60 cm augstumā, 4 strīpas 80 cm augstumā un 5 strīpas 100 cm augstumā. Starp katru no strīpām ievērot 0,5 cm distanci. Svarīgi, lai augšējās strīpas mala precīzi sakrīt ar veikto marķiera atzīmi.

Izvietojumu kalibrācija

Kad KL ir pareizi uzstādīta, kārtīgi nostiprināta, tās iestatījumi ir pārbaudīti un tā ir ieslēgta (svarīgi pārlicināties, lai to nenāktos aiztikt līdz kameras novākšanai), ir jāveic kameras izvietojuma kalibrācijas fotogrāfiju uzņemšana, kas ir būtisks priekšnoteikums, lai

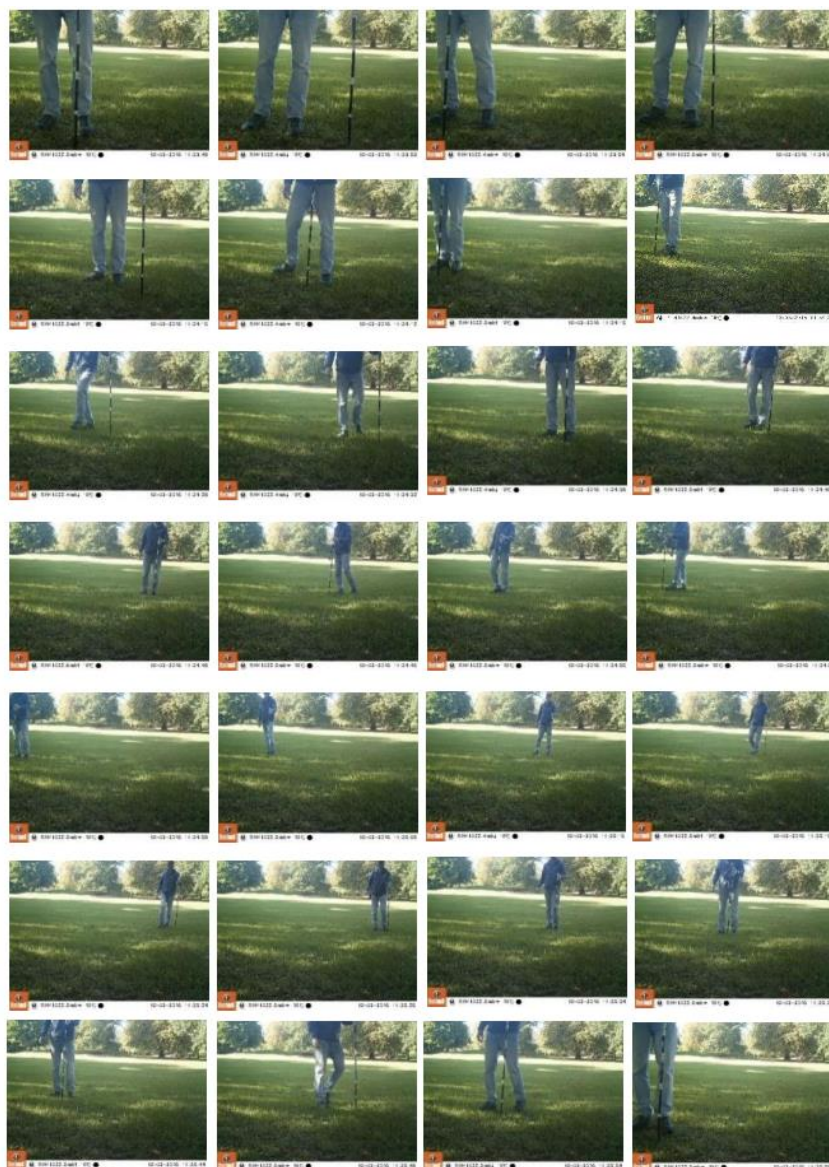
atļautu *Agouti* veikt automātisko kameras parametru novērtējumu (KL uztveršanas rādiuss un leņķis) un dzīvnieku dienas apgaitu areālu.

- Sākot no kameras skata viduspunkta, aptuveni viena metra attālumā, turiet kalibrācijas mieta perpendikulāri pret zemi un tā, lai tā lejas gals atrodas uz zemes un tas atrodas kameras redzeslokā. Uz līdzenas virsmas, kur kameras redzesloks ir aptuveni paralēls pret zemes virsmu, miets jātur vertikāli, bet, ja kamera uzstādīta uz slīpas virsmas, miets var būt attiecīgi jātagāž (skat. att. zemāk/ 13.att.).



13. attēls. Ilustrācijā attēlota kamera (*camera*), kas uzstādīta, lai novērotu slīpu zemes virsmu, kā arī kalibrācijas mieta (*pole*) novietojums perpendikulāri pret kameras redzesloka virzienu (*camera line of sight*). Šie slīpumi var tikt novērtēti "uz aci" un nav precīzi jāmēra. *EOW* protokols.

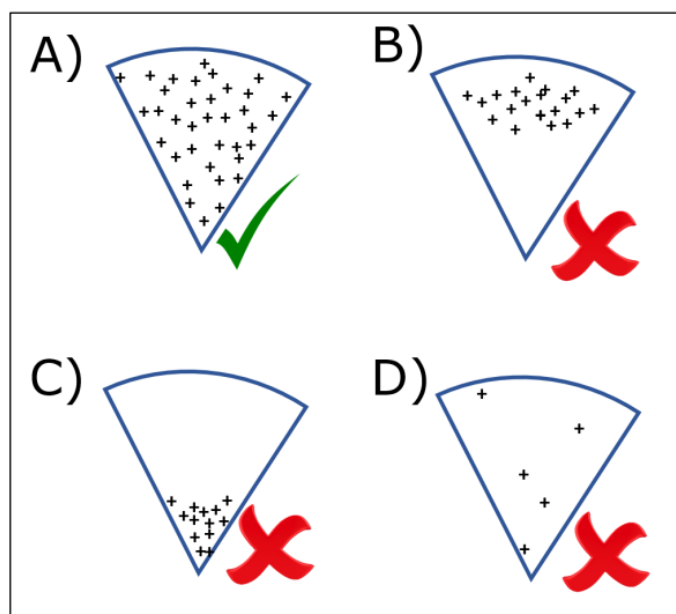
- Turiet mieta nekustīgi pietiekami ilgi, lai nodrošinātu skaidri redzamu attēlu (5–10 sekundes). Lai pārlicinātos, ka attēlā redzamajā vietā miets pieskaras zemei, ar roku parādiet skaidri saprotamu žestu, piemēram, uz augšu paceltu īkšķi, kad miets ir atbilstoši novietots. Tas ir ļoti svarīgi, jo bieži uzņemtajos attēlos būs grūti saprast, vai miets pieskaras zemei, un, ja tas nepieskaras, attēls nebūs derīgs.
- Atkārtojiet šīs darbības turpmākajiem kalibrācijas mieta novietojumiem (vismaz 25–30) pa visu kameras redzesloku, tā, lai starp tiem būtu vismaz 0,5 metru attālums. Turpiniet attālināties no kameras tik tālu, cik tālu tā būtu spējīga uztvert dzīvnieku kustību un uzņemt foto, un, ja iespējams, pat vēl nedaudz tālāk. Jo tālāk jūs atrodaties no kameras, jo sarežģītāk kamerai ir jūs uztvert, tāpēc ir ieteicams līdzīgi ņemt otru personu, kas var palīdzēt kamerai reaģēt uz kustību, piemēram, netālu mājot ar roku, vai kustinot kādu nelielu objektu kameras sensora priekšā. 14. attēlā ir redzama laba KL izvietojuma kalibrācijas izkliede. Pirms došanās dabā, ir nepieciešams veikt izmēģinājuma raundus kameru izvietošanā un kalibrācijā. Tas jā dara ērtā vietā, ievērojot iepriekš minētos kalibrācijas soļus un pēc tam jāpārbauda uzņemtos attēlus, pārlicinoties, vai iegūtie rezultāti ir labi un atbilstoši.



14.attēls. Izvietojuma kalibrācijas foto kopa, kas parāda 28 kalibrācijas mieta novietojuma pozīcijas ar labu izkliedi kameras uztveršanas zonā. EOW protokols.

- Izmēģinājuma raundi ir viena no svarīgākajām kalibrācijas daļām, jo pēc KL uzstādīšanas un kalibrācijas, nebūs zināms, cik derīgu fotogrāfiju ir sanācis uzņemt. Ja derīgo fotogrāfiju būs pārāk maz, KL izvietojuma kalibrācijas precizitāte būs maza. Pārliecinieties, lai šajā procesā tiktu ieguldīts pietiekami daudz laika, un svarīgi atcerēties, ka **labāk veikt vairāk kalibrācijas fotogrāfiju, nekā prasīts**, jo no tā atkarīgs turpmākais dzīvnieku novērtējuma process.
- Katrai izvietotajai KL ir nepieciešams veikt savu kalibrāciju. Ja kamerai pēc tam tiek veikta bateriju vai atmiņas kartes nomaina, kas parasti nedaudz izkustina kameru, principā tiek uzsākts jauns kameras izvietojums. **Tāpēc kalibrāciju vēlam atkārtot pirms kameras noņemšanas, kā arī tad, kad pēc izvietojuma tā tiek vēlreiz pārbaudīta.**

- Attēlā zemāk/15. attēlā var redzēt piemēru ar pareizi veiktas kameras kalibrācijas mieta izvietojumiem.



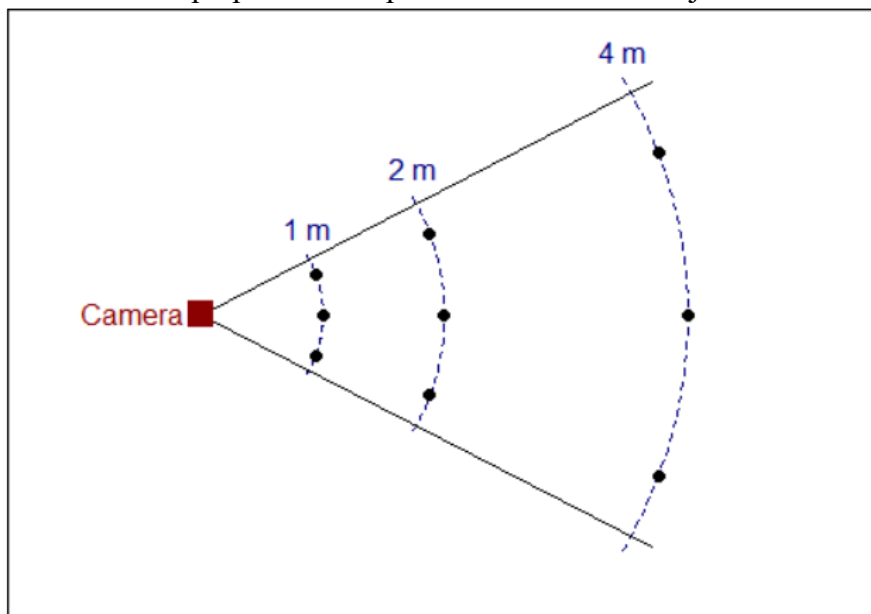
15.attēls. Piemērs ar četrām dažādām kalibrācijām, kas veiktas pie vienas KL. Mazie krustiņi attēlo kalibrācijas mieta novietojuma vietas. Piemērs A parāda pareizi veiktu kalibrāciju (vairāk nekā 20 punktu, kas viemērīgi izklaidēti pa visu kameras uztveršanas zonu). Piemēri B, C un D attēlo nepareizi veiktu kalibrāciju; piemēros B un C punkti nav vienmērīgi izklaidēti; piemērā D iri pārāk maz kalibrācijas punktu.

Kameras kalibrācijas attēlu uzņemšana

Mērķis ir zināmos attālumos no kameras uzņemt fotogrāfijas ar objektiem, kam ir zināms izmērs, lai varētu aprēķināt kameras modelim raksturīgās īpašības, kas pēc tam ļautu aprēķināt kalibrācijas mieta attālumu no kameras izvietojuma kalibrācijā. To ir nepieciešams veikt katrai izmantotajai kameras modeļa un iestatītās bildes izšķirtspējas kombinācijai. Vislabāk ir saglabāt uzņemto attēlu izšķirtspēju nemainīgu; ja tas tiek ievērots, un tiek izmantots vienāds kameru modelis, kalibrēt nepieciešams tikai vienu kameru, vienreiz (to nav nepieciešams veikt, ja jau iepriekšējos gados ir veikta atbilstošās kameras un attēla izšķirtspējas kalibrācija). Kalibrācijas soļi ir sekojoši:

1. Iekštelpās vai ārā novietojiet kameru ērtā vietā pret līdzenu zemes virsmu.
2. Atzīmējiet deviņas pozīcijas dažādos attālumos un leņķos pret kameru, precīzi izmērot šīs distances. Attēlā nākamajā lpp./16. attēlā ir redzams piemērs ar pozīcijām, kur kalibrēšanas mieta novietoja trīs dažādos attālumos (1, 2 un 4 metri), kā arī dažādos leņķos pret kameru. Leņķus nav nepieciešams mērīt, bet tiem ir jābūt mainīgajam un jāiekļaujas kameras redzeslokā (parasti ap 20° uz katru pusi no viduslīnijas). Redzesloks katram kameras modelim var atšķirties, tāpēc tas sākumā ir jāpārbauda.

3. Ar pareizi novietotu kameru, kas ieslēgta, un gatavu izmēģinājuma laukumu ar atzīmētām un izmērītām deviņām pozīcijām, katrā atzīmes vietā novietojiet kalibrācijas mieta, reizē norādot attālumu. Piemēram, otrajā attēlā šajā lpp./17.attēlā redzams, ka miets tiek novietots 2 metru attālumā no kameras, un šos metrus var parādīt kā pirkstus. Tāpat kā kameras izvietojuma kalibrācijas procesā, arī šajā gadījumā kalibrācijas mieta ir nepieciešams turēt perpendikulāri pret kameras redzes līniju.



16.attēls. Parauga plāns ar kalibrācijas mieta novietojumiem. EOW protokols.



17.attēls. Kameras kalibrācijas attēls ar mieta 2 metru attālumā. EOW protokols.

Agouti platforma

Projekta izveide

Dodieties uz <https://www.agouti.eu/> un tur izveidojiet sev kontu. Tad sekojiet turpmākajiem soļiem, lai izveidotu jaunu projektu:

- No *Agouti* mājaslapas vai no sava e-pasta nosūtiet ziņu uz agouti@wur.nl. Lūdzu norādiet, vai pētījuma mērķis ir komerciālā, vai bez-peļņas formātā.
- Pēc tam tiks nosūtīta atbilde ar ielūguma saiti uz jums izveidoto projektu. Lūdzu, izmantojiet nosūtīto saiti un paziņojiet agouti@wur.nl, kad tas ir izdarīts.

- Administratori jums piešķirs galvenā pētnieka tiesības projektā, kas dos iespēju jums to rediģēt no personīgā datora un sākt izmantot *Agouti*.

Projekta iestatījumi

- Galvenajā projekta izvēlnē dodieties uz “Project settings”. “General” lapā izvēlieties “Default UTC offset” atceroties ierēķināt arī ziemas/vasara laika pāreju un atbilstošu laika nobīdi. Piemēram, ja pētījums notiek Itālijā (UTC +1:00), vasaras laikā tā “Default UTC offset” būs +2:00 (Kaļiņingrada, Dienvidāfrika). Šādā veidā visi projekti būs pēc Griničas standarta laika.
- Zemāk ir iespējams pievienot projekta aprakstu un bildi. Vēl zemāk ir iespējams precizēt projekta īpašnieku, galveno pētnieku un organizāciju.
- “Sampling design” sadaļā izvēlieties “No bait”, 0 sekundes “quiet period” un “Systematic random”.
- “Annotation” sadaļā bilžu sekvences garums būs standartā būt iestatīts kā 120 sekundes un šo parametru nebūs iespējams mainīt, jo tam ir jābūt vienādam visos projektos.
- Automātiskās anotācijas lauciņā variet atzīmēt, ja vēlaties, lai mākslīgā intelekta modelis automātiski apstrādā kameru izvietojumus. Ir iespēja izvēlēties dzīvnieku sugu modeli “species model” (izvēlieties Europe v5 vai jaunāku). Var izvēlēties arī “Generic blank/juman model”, kas veiks automātisko anotāciju tikai bildēs ar cilvēkiem vai tukšajās bildēs, ļaujot dzīvnieku noteikšanu veikt pašam pētniekam. Ja ir izvēlēts mākslīgā intelekta sugu noteikšanas modelis, kameru izvietojumu sarakstā tas parādīsies kā “Annotate by AI”.
- Sugu “Species” sadaļā uzspiediet “Add species list” un izvēlaties atbilstošo sugu sarakstu pētījuma lokācijai. Pēc saglabāšanas šīs sugas būs pieejamas manuālajā anotācijā. Ja tiek fiksētas sugas, kas nav iekļautas izvēlētajā sarakstā, tās var pievienot atsevišķi izmantojot “add species” pogu un ievadot sugas latīnisko nosaukumu.
- “Behaviour” sadaļā var papildu izvēlēties dzīvnieku uzvedības veidus, ja to ir vēlme pētīt.

Project ENETwild youtube kanālā ir atrodami sīkāk paskaidrojoši videoklipi un semināri par šo tēmu.

Imports

Jūsu projektā, “Import” sadaļā izvēlieties “New Deployment” un tad “Select Files” uzlecošajā logā, tad atlasiet izvietojuma bilžu mapi, izvēlieties visus attēlus, ko vēlaties augšuplādēt no konkrētās kameras izvietojuma un uzspiediet ”ok” (vai ievēlciat visus izvietojuma attēlus iekšā logā). Pārlicinieties par labu interneta savienojumu, it īpaši tad, ja izvietojumā ir daudz uzņemto attēlu, jo attēlu augšuplāde var ieilgt. Kad attēli ir augšuplādēti, uzspiediet “Add Sampling Point” (vai izvēlieties to no nolaižamās izvēlnes, ja jau ir augšuplādēti kameru izvietojuma lokāciju punkti) un ievadiet nepieciešamos datus par kameras izvietojumu jaunā logā, tad uzspiediet “Save”.

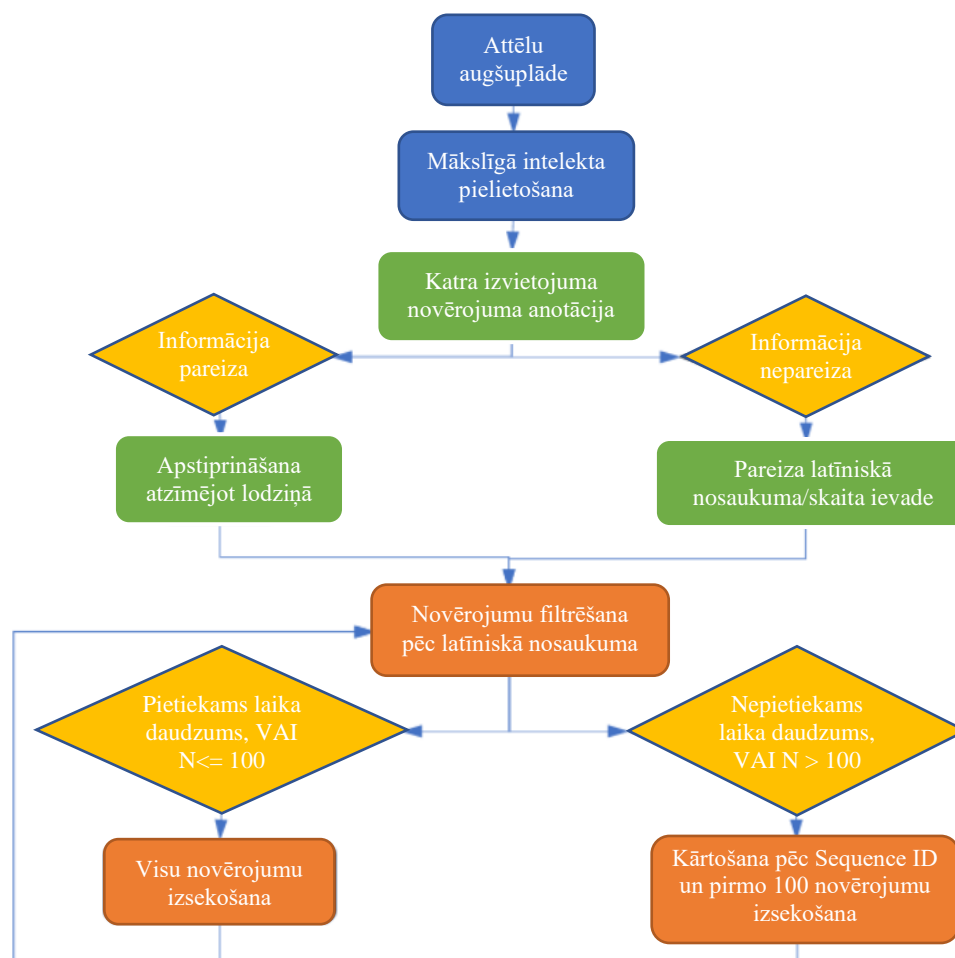
Attēlu apstrāde un dzīvnieku izsekošana.

Dzīvnieku izsekošanas procedūra, kas apvienota ar izvietojumu kalibrāciju ļaus aprēķināt gan kameras parametrus, gan dzīvnieku kustību.

1. Augšuplādējiet attēlus un izmantojiet attiecīgo mākslīgā intelekta klasifikācijas modeli.

2. No “Deployments” lapas veiciet anotāciju katram kameras izvietojumam. Katram mākslīgā intelekta atpazītajam novērojumam:
 - a. Atzīmējiet “Validate” lodziņu, lai apstiprinātu mākslīgā intelekta noteikto dzīvnieku sugu un skaitu, vai;
 - b. Izlabojiet novērojumu ar pareizo dzīvnieku sugu/skaitu. Ņemiet vērā, ka intelekts mēdz vairākkārt uzskaitīt vienu un to pašu dzīvnieku, ja tas iziet ārā un ieiet atpakaļ kadrā, šādos gadījumos izlabojot to uz pareizo individu skaitu attēlos.
3. “Observations” lapā ir iespēja atlasīt novērojumus pēc sugas latīniskā nosaukuma, un tad digitizējiet dzīvnieku kustību pēc kāju kustībām. Ja novērojumu skaits > 1 , aizstājiet esošos novērojumus ar vairākiem novērojumiem un dzīvnieku kustības ceļiem, vienu dzīvnieku katrā kameras attēlu sekvencē (ja tas nav viens un tas pats). Pie lieliem novērojumu daudzumiem:
 - a. Ja kopējais novērojumu skaits pēc atlasīšanas ir mazāks vai vienāds ar 100, var veikt visu individu digitizāciju, vai;
 - b. Ja ir nepieciešams samazināt patērēto laiku digitizācijai, vai ja individu novērojumu skaits ir >100 , visas sekvences var randomizēt, tās šķirojot pēc “Sequence ID” un tad digitizējot tikai pirmos 100 novērojumus.

Atkārtojiet 3. soli katrai dzīvnieku sugai.



18.attēls. Dzīvnieku sugu novērojumu anotācijas un izsekošanas algoritms. EOW protokols.

Izsekošanas veikšana būs iespējama tikai attēlu sekvences labošanas laikā. Lai to izdarītu, ir nepieciešams noklikšķināt uz attēla, tādējādi izveidojot punktu. Katrā sekvences attēlā (konkrētā novērojuma mērogā) ir iespējams tikai vienu punktu. Dzīvnieka izsekošana jāveic pēc **visvairāk uz priekšu uz zemes noliktās kājas** (reizēm attēlā tas ir zemāk, nekā liekas). Pirmais punkts ir dzīvnieka ienākšanas punkts, un tad tas ir jāturpina izsekot cauri visai attēlu sekvencei **atzīmējot vienu un to pašu kāju** (kad tā ir uz zemes). Kad kāja nav redzama (to aizsedz veģetācija vai kāds akmens), var atzīmēt vietu, kur aiz šķēršļa kāja varētu atrasties. Jo vairāk soļu tiek izsekoti, jo precīzāks būs novērtējums, bet, ja noietais ceļš ir taisns, svarīgākie ir pirmais un pēdējais punkts.

Skatīt "youtube" video ar nosaukumu "2.4-Tracking animals".

Manuāla anotācija

"Annotate" sadaļā izvēlieties "annotate" pie kameras izvietojuma. Atvērsies izvietojuma laikā uzņemtie attēli, kas sadalīti sekvencēs; katra sekvence sastāv no attēliem, kas uzņemti 120 sekunžu periodā. Izskatot katras sekvences attēlus, pie dzīvnieka novērojuma gadījuma jāspiež "Add Observation" un "Identification" izvēlnē jāizvēlas suga, skaits, dzimums un vecums un jāspiež "Save observation". Katrā sekvencē ir svarīgi katram novērotajam indivīdam vai indivīdu grupai izveidot savu identifikāciju (piemēram, cūkai ar sivēniem, būs nepieciešams atsevišķi izveidot novērojumu sivēnmātei kā pieaugušai mātītei un sivēniem kā nepieaugušiem un ar nezināmu dzimumu). Svarīgi atcerēties, ka **katru reizi, kad indivīds iziet no kameras redzesloka un tajā ienāk atpakaļ, tas ir jāskaita kā jauns indivīds**.

Gadījumos, kad attēlā nav redzams dzīvnieks, ir iespējams izvēlēties vienu no sekojošajām opcijām:

- "Blank": tukša sekvence (piemēram, aktivizējies vējš).
- "Setup/Pickup": cilvēki izvietojot vai novācot kameru lamatu.
- "Deployment calibration": attēli ar kalibrācijas mieta pielietošanu.
- "Unknown": nezināma suga.
- "Vehicle": kameru aktivizējies kāds transportlīdzeklis.

Labāku paskaidrojumu var meklēt "youtube" video "2.3-Agouti: sequence annotation and use tools."

REM analīze

1. Ja tas vēl nav izdarīts, instalēt:
 - R: <https://cran.r-project.org/>
 - RStudio: <https://posit.co/download/rstudio-desktop>
2. Ekstraktēt datus no *Agouti*
 - Jūsu *Agouti* projektā doties uz "Export data" sadaļu un izveidot jaunu eksporta failu un lejuplādēt iegūto zip failu.
 - Izvilkt datus no *Agouti* eksportētā zip faila un saglabāt speciāli atzīmētā mapē.

Tālākai REM analīzes izpildei, doties uz: <https://github.com/MarcusRowcliffe/camtrapDensity> - šeit var atrast visus soļus ar paskaidrojumiem REM analīzes veikšanai (angļu valodā) "ReadMe" sadaļā.

5.3. Uzskaites sākotnējie rezultāti

Sekojojot *EOW* protokolā minētajiem darbību soļiem, kas ietver pareizu kameru iestatīšanu, izvietošānu, kalibrēšanu un attēlu ieguvī, kas pēc tam tiek apstrādāti *Agouti* platformā un pēc-apstrādāti R-Studio, tika iegūti dati par 28 dzīvnieku sugām (3. tabula). Visbiežāk sastopamās sugas pētījumu objektā bijušas stirna *Capreolus capreolus* un staltbriedis *Cervus elaphus*. Meža cūkas netika konstatētas vispār.

3. tabula

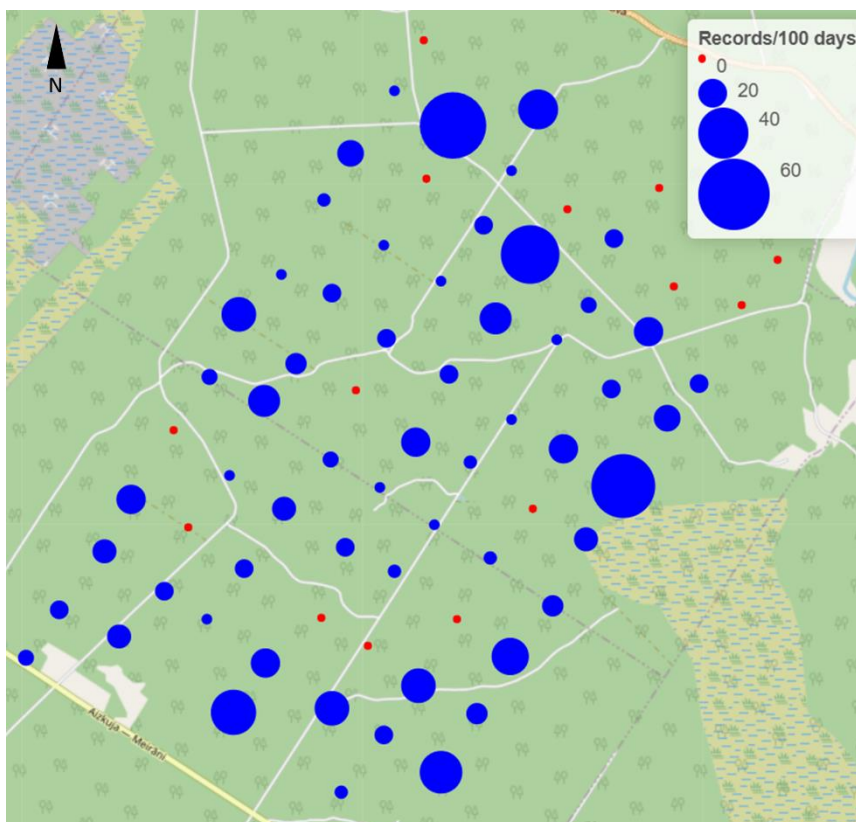
Pētījuma teritorijā slēpņu kameru darbības laikā novērotās dzīvnieku sugas

	scientificName	n_sequences	n_individuals	n_speeds	n_radii	n_angles
1	Accipiter gentilis	1	1	0	0	0
2	Alces alces	50	57	20	24	24
3	Canis lupus	1	1	1	1	1
4	Capreolus capreolus	217	265	90	91	92
5	Cervus elaphus	103	131	34	35	35
6	Corvidae	1	1	0	0	0
7	Dendrocopos major	7	7	0	0	0
8	Dryocopus martius	1	1	0	0	0
9	Erithacus rubecula	2	2	0	0	0
10	Grus grus	2	4	0	0	0
11	Homo sapiens	32	62	0	0	0
12	Lepus europaeus	25	25	5	5	5
13	Lutra lutra	2	2	1	1	1
14	Lynx lynx	9	9	4	4	4
15	Martes	6	6	1	1	1
16	Martes martes	25	25	0	0	0
17	Meles meles	5	5	2	2	2
18	Nyctereutes procyonoides	26	26	6	6	6
19	Parus major	1	1	0	0	0
20	Picidae	3	3	0	0	0
21	Rodentia	4	4	0	0	0
22	Sciurus vulgaris	40	41	1	1	1
23	Scolopax rusticola	3	3	0	0	0
24	Strix aluco	1	1	0	0	0
25	Tetrao urogallus	7	7	0	0	0
26	Tetrastes bonasia	1	1	0	0	0
27	Turdus	2	2	0	0	0
28	Turdus merula	11	11	0	0	0

Apzīmējumi: “scientificName” – sugu latīniskie nosaukumi, “n_sequences” – attēlu sekvenču skaits, kurās parādās attiecīgā suga, “n_individuals” – kopējais identificētais katras sugas indivīdu skaits un “n_speeds”, “n_radii” un “n_angles” – izsekoto dzīvnieku ātrums, rādiuss un leņķis.

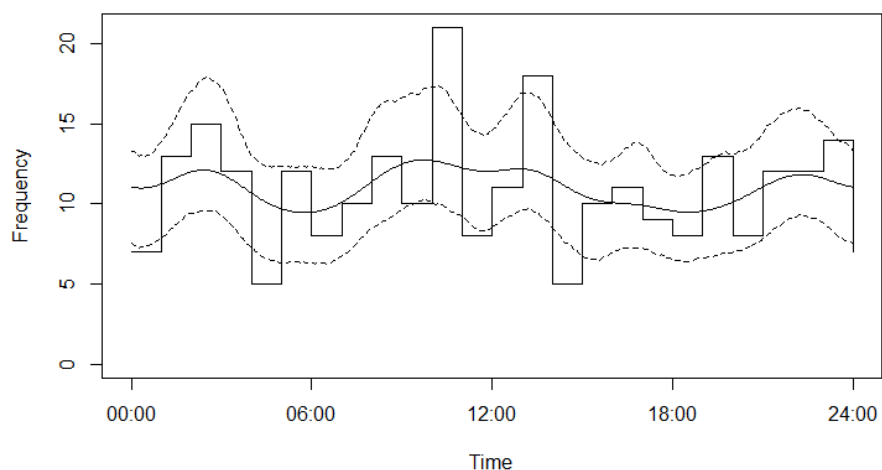
Jo lielāks platformā *Agouti* identificēto un kustībai izsekoto dzīvnieku skaits, jo labāks un ticamāks ir blīvuma novērtējums. Šajā gadījumā, visvairāk tika novērotas stirnas, tāpēc sākotnēji noteikts to blīvums modeļa pārbaudei. Izmantojot <https://github.com/MarcusRowcliffe/camtrapDensity> aprakstīto *camtrapDensity* modeli un tur iekļautās R-Studio datu pakas un paskaidrotās koda formulas, tika iegūti sekojošie datu vizualizācijas modeļi, kas daudz vieglāk interpretēt iegūtos rezultātus:

- Ar komandu *map_traprates(pkg, species="Capreolus capreolus")* iespējams iegūt karti (skat. 19.att.) ar visām izvietotajām kameru amatām un katrā kamerā fiksēto stirnu skaitu, tādejādi radot izpratni par dzīvnieku izplatības un areāliem un kustību. “Records/100 days” ar aplū izmēru attēlo katrā kameru amatā piefiksēto sugas indivīdu biežumu 100 dienu periodā.



19. attēls. Katrā kameru amatā novērotais stirnu fiksācijas skaits 100 dienu periodā.

- Ar komandu `plot(est$activity_model)` iespējams iegūt konkrētās sugas parādīšanos kameru amatās attiecībā pret diennakts stundām, tādējādi radot priekšstatu par dzīvnieku aktivitātes laikiem (skat. 20. att.). Šajā gadījumā, stirmas caurmērā bija aktīvas visu diennakts periodu, ar lielāku aktivitāti dienas vidū.



20. attēls. Kameru amatās fiksēto stirnu gadījumu skaits attiecībā pret diennakts stundu.

- Izmantojot komandu `est$estimates` iespējams iegūt R-Studio datu izvades tabulu par konkrēto sugu (skat. tabulu zemāk./ 4.tabulu). Tajā redzams kameru amatās fiksēto stirnu novērojumu rādiuss (radius), leņķis (angle), pārvietošanās ātrums km/h (active_speed), aktivitātes biežums (activity_level), dzīvnieka noietā distance km/dienā

(overall_speed), kamerās fiksēto dzīvnieku proporcija ind./dienā (trap_rate), kā arī novērtētais dzīvnieku blīvums ind./km² (density). “Estimate” ir aprēķinātais novērtējums, “se” ir standartnovirze, “cv” ir variācijas koeficients, “lcl95” ir 95% ticamības intervāla leja, “ucl95” – augša, “n” ir novērojumu skaits un “unit” apzīmē mērvienību. Šajā gadījumā, stirnu blīvums tika novērtēts kā 0,919/km² un stirnas vidēji dienā noietais attālums bija 24 km.

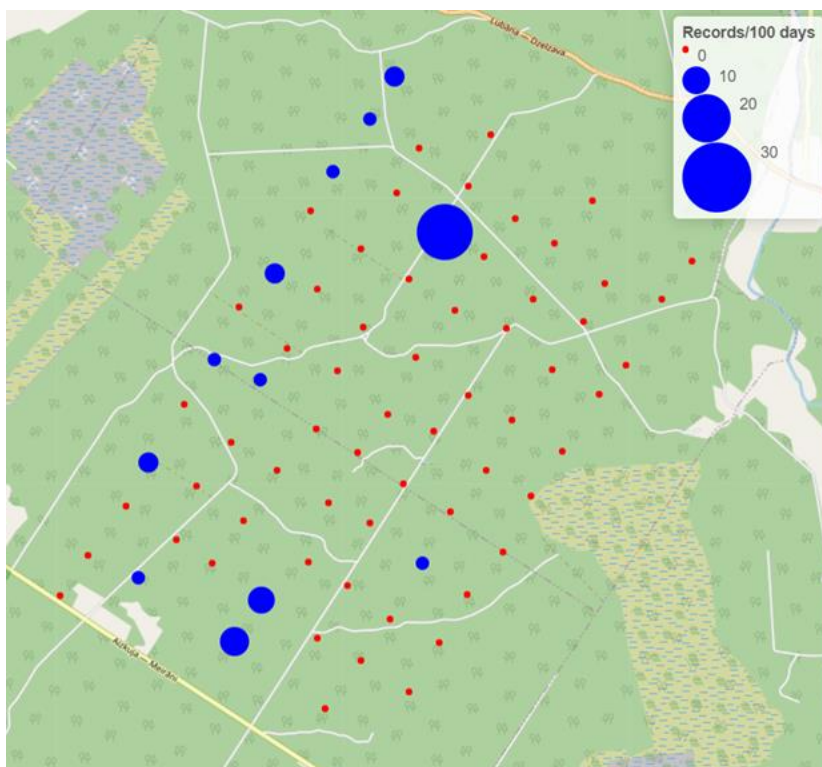
4. tabula

R-Studio aprēķinu un stirnu aktivitātes un blīvuma novērtējuma datu izvades tabula

	estimate	se	cv	lcl95	ucl95	n	unit
radius	6.0532247	0.34576609	0.05712097	5.3755232	6.7309263	86	m
angle	32.7944640	3.43751632	0.10482002	26.0569320	39.5319960	92	degree
active_speed	1.1552121	0.24373980	0.21099139	0.6774821	1.6329421	92	km/hour
activity_level	0.8664826	0.07355814	0.08489281	0.7223087	1.0106566	265	none
overall_speed	24.0233082	5.46360787	0.22742945	13.3146368	34.7319797	NA	km/day
trap_rate	0.1094509	0.01292696	0.11810736	0.0855187	0.1358636	72	n/day
density	0.9192125	0.24229626	0.26359113	0.5531003	1.5276644	NA	n/km ²

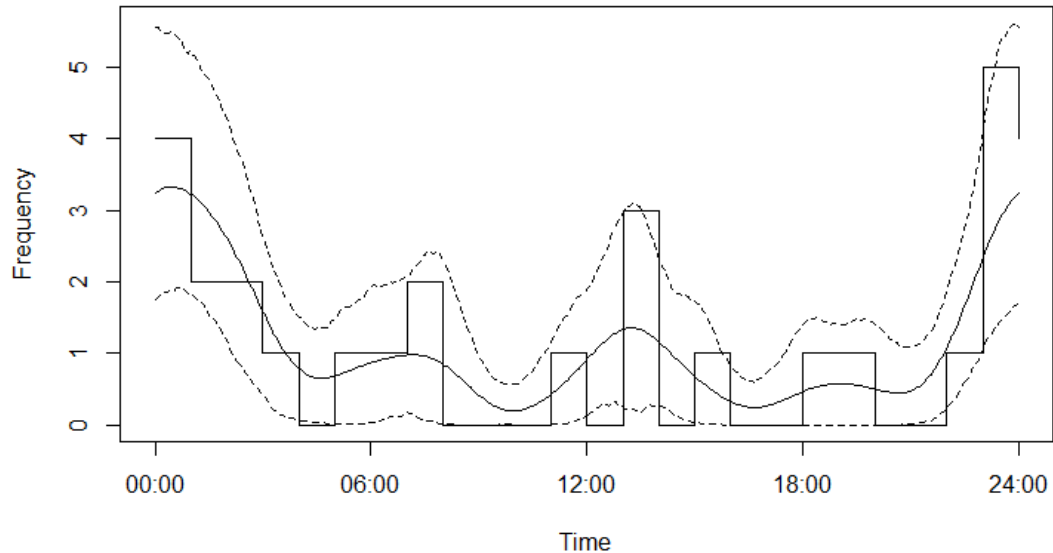
Pielietojot datu apstrādes modeli potenciālajai Āfrikas cūku mēra izplatītājsugai – jenotsunim *Nyctereutes procyonoides*, kas kamerās parādījās tikai 26 reizes, tika iegūti sekojošie rezultāti:

- Jenotsuns kamerās novērots ievērojami retāk, bet joprojām var novērot tā fiksācijas kamerās areālu (skat. 21. att.)



21. attēls. Katrā kameru amatā novērotais jenotsuņu fiksācijas skaits 100 dienu periodā.

- Jenotsunim ievērojami lielāka aktivitāte fiksēta nakts stundās (skat. 22. att.)
- Tabulā (skat. zemāk/5. tabulu) tika aprēķināti 0,084 jenotsuņi uz 1km², bet, mazā datu apjoma dēļ, šo datu variācijas koeficients ir lielāks un datu precizitāte ir mazāka. (jāinterpretē tabula)



22.attēls. Kameru lamatās fiksēto jenotsuņu gadījumu skaits attiecībā pret diennakts stundu.

5. tabula

.R-Studio aprēķinu un jenotsuņu aktivitātes un blīvuma novērtējuma datu izvades tabula

	estimate	se	cv	lc195	uc195	n	unit
radius	6.047652371	1.743475848	0.2882897	2.630439709	9.4648650	5	m
angle	38.726114602	12.489314522	0.3225037	14.247058138	63.2051711	6	degree
active_speed	2.801411792	0.418981149	0.1495607	1.980208739	3.6226148	6	km/hour
activity_level	0.325315138	0.079102519	0.2431566	0.170274201	0.4803561	26	none
overall_speed	21.872199940	6.243872715	0.2854707	9.634209419	34.1101905	NA	km/day
trap_rate	0.009469096	0.003363024	0.3551578	0.003629684	0.0164964	72	n/day
density	0.084044539	0.045831434	0.5453232	0.030916652	0.2284686	NA	n/km2

Izmantotā literatūra

Tekstā lietotās atsauces

Avotiņš A. 1980. Galveno meža dzīvnieku skaits un tā regulēšana Latvijas Republikā. Apskats. - Rīga, LatZTIZPI, 44 lpp.

Andersone-Lilley, Z., Ozolins, J. 2005. Game mammals in Latvia: Present status and future prospects. – *Scottish Forestry*, 59(3):13-18.

Andersone-Lilley Ž., Balčiauska L., Ozoliņš J., Randveer T., Tõnisson J. 2010. Ungulates and their management in the Baltics (Estonia, Latvia, Lithuania). – In: Apollonio M., Andersen R. & Putman R. (eds.) European ungulates and their management in the 21st century. Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, São Paulo, Delhi, Dubai, Tokyo: Cambridge University Press, pp. 103-128.

Bragina E V., et al. 2015. Rapid declines of large mammal populations after the collapse of the Soviet Union. *Conserv Biol* 29(3):844–853.

Bragina E.V., Ives A.R., Pidgeon A.M., Balčiauska L., Csányi S., Khoyetsky P., Kysucká K., Lieskovsky J., Ozolins J., Randveer T., Štych P., Volokh A., Zhelev Ch., Ziołkowska E., Radeloff V.C. 2018. Wildlife population changes across Eastern Europe after collapse of socialism. – *Frontiers in Ecology and the Environment*, doi: 10.1002/fee.1770

Briedermann L. 1986. Schwarzwild. Berlin:VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 539 S.

Gaross V. 1991. Dzīvnieku populāciju un to izmantotās daļas kvantitatīvo un kvalitatīvo parametru ieguve un to likumsakarību izpēte Latvijā. - Salaspils, LVMI "Silava", 160 lpp.

Kalniņš A. 1943. Medniecība. Mednieka rokas grāmata ar meža zvēru un putnu, kažokādu zvēru audzēšanas, putnu aizsardzības, medību saimniecības, medību piederumu, medību veidu un ar medībām saistīto noteikumu apskatu. - Rīga, Latvju Grāmata, 704 lpp.

Kawata Y., Ozoliņš J., Andersone-Lilley Z. 2008. An analysis of the game animal population data from Latvia. – *Baltic Forestry*, 14 (1):75-86.

Kawata, Y., Ozoliņš, J., Baumanis, J. 2013. Analysis of wildlife population dynamics using a connected scatter plot: Latvian wild animals as an example – *Research Opinions in Animal and Veterinary Sciences*, Vol. 3 No. 2 pp. 50-59.

Latvijas Valsts mežu statistikas 1935./1936. un 1936./1937. (tabulas).

Lacy, R.C., P.S. Miller, and K. Traylor-Holzer. 2023. Vortex 10 User's Manual. 4 May 2023 update. IUCN SSC Conservation Planning Specialist Group, and Chicago Zoological Society, Apple Valley, Minnesota, USA.

Lacy, R.C., and J.P. Pollak. 2023. Vortex: A Stochastic Simulation of the Extinction Process. Version 10.6.0. Chicago Zoological Society, Brookfield, Illinois, USA.

Lange W. L. 1970. Wild und Jagd in Lettland. Hannover-Döhren: Harro von Hirscheydt Vrlg. 280 S.

Legzdīņš V., Matīss J., Ziediņš J. 1984. Latvijas PSR apmedījamo plātību struktūra un novērtējums. Apskats. - Rīga, LatZTIZPI, 52 lpp.

Massei G., Kindberg J., Licoppe A., Gačič D., Šprem N., Kamler J., Baubet E., Hohmann U., Monaco A., Ozoliņš J., Cellina S., Podgórski T., Fonseca C., Markov N., Pokorny B., Rosell C., Náhlik A. 2014. Wild boar populations up, numbers of hunters down? A review of trends and implications for Europe. – *Pest Management Science*, (wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/ps.3965

Mugurēvičs Ē., Mugurēvičs A. 1999. Meža dzīvnieki Latvijā. – Latvijas mežu vēsture līdz 1940. gadam. Rīga: WWF – Pasaules Dabas Fonds, 207-247.

Ornicāns A. 1989. Meža cūku (*Sus scrofa* L.) populācijas vecuma un dzimuma struktūra Latvijas PSR. Diplomdarbs. - Rīga, LVU, 60 lpp.

Ozoliņš J., Laanetu N., Vilbaste E. 2005. Prospects of integrated game management in the trans-border area of North Livonia. Final report (unpublished).

Strods H. (red.) 1999. Latvijas mežu vēsture līdz 1940. gadam. - Rīga, WWF-Pasaules dabas fonds, 364 lpp.

Tauriņš E. 1982. Latvijas zīdītājdzīvnieki. Rīga: Zvaigzne, 255 lpp.

Valsts mežsaimniecības 15 gadi. 1937. - Rīga, Mežu departamenta izdevums, 130 lpp.

Vanags J. 2010. Medības. Atziņas un patiesības. - Autora izdevums, 360 lpp.

<https://stat.gov.lv/lv/statistikas-temas/noz/mezsaimnieciba>

<https://www.vmd.gov.lv/>

Saites uz literatūras avotiem par slēpņa kameru lietošanu

1	Aschim A., Brook R.K.	2019	Kanāda	https://www.nature.com/articles/s41598-019-43729-y#Sec4
2	Bastille-Rousseau, G., Schlichting, P. E., Keiter, D. A., Smith, J. B., Kilgo, J. C., Wittemyer, G., ... & Pepin, K. M. (2021). Multi-level movement response of invasive wild pigs (<i>Sus scrofa</i>) to removal. <i>Pest Management Science</i> , 77(1), 85-95.	2021	ASV	https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3397&context=icwdm_usdan_wrc
3	Bollen M. Et al.	2024	Beļģija	https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4500438
4	Bollen, M., Neyens, T., Fajgenblat, M., De Waele, V., Licoppe, A., Manet, B., ... & Beenaerts, N. (2021). Managing African swine fever: Assessing the potential of camera traps in monitoring wild boar occupancy trends in infected and non-infected Zones, using spatio-temporal statistical models. <i>Frontiers in Veterinary Science</i> , 8, 726117.	2021	Beļģija	https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2021.726117/full
5	Can and Togan	2009	Turcija	
6	Davidson A, Shanas U and Malkinson D	2021	Izraēla	https://www.publish.csiro.au/wr/wr21017
7	Davidson, A. (2021). The effects of hunting and landscape structure on Wild Boar behavior, social structure and physiology in urban, agricultural and natural areas in Israel (Doctoral dissertation, University of Haifa (Israel)).	2021	Izraēla	https://www.ramat-hanadiv.org.il/wp-content/uploads/2019/09/PhD-Thesis-Achiad-Davidson-2021.pdf
8	Davidson, A., Shanas, U., & Malkinson, D. (2021). Age-and sex-dependent vigilance behaviour modifies social structure of hunted wild boar populations. <i>Wildlife Research</i> , 49(4), 303-313.	2021	Izraēla	https://www.publish.csiro.au/wr/wr21017

	Davis, A. J., Keiter, D. A., Kierepka, E. M., Sloomaker, C., Piaggio, A. J., Beasley, J. C., & Pepin, K. M.	2020	ASV	https://www.nature.com/articles/s41598-020-58937-0.pdf
9	Ebert et al	2010	Vācija	
10	Engeman et al.	2013	Eiropa u.c.	https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-013-2002-5
11	European Commission	2018	EU	https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2903/j.efsa.2018.5344
12	Flajšman K., Fležar U. et al	2019	apskats	https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20193360958
13	Gavzan M., Gregic M. et al	2019	A Horvātija	https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20203351010
14	Hebeisena C., Fattebert J., Baubet E., Fischer C.	2008	Šveice	http://doi.org/10.1007/s10344-007-0156-5
15	Holtfreter R.W., Williams B.L., Ditchkoff S.S., Grand J.B.	2008	ASV	https://www.researchgate.net/publication/272008-SEAFWA.pdf (bpb-us-e2.wpmucdn.com)
16	Ikeda, T., Asano, M., Kuninaga, N., & Suzuki, M.	2020	Japāna	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jvms/82/6/82_20-0083/_pdf
17	Keuling O, Sange M., Acevedo P., Podgorski T. et al	2018	EU	https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/sp.efsa.2018.EN-1449
18	Liu, J.; Zhao, S.; Tan, L.; Wang, J.; Song, X.; Zhang, S.; Chen, F.; Xu, A.	2024	Ķīna	https://doi.org/10.3390/ani14111639
19	Marinov, M., Dorosencu, C. A., Alexe, V., Kiss, J. B., & Bolboaca, L. E.	2020	Rumānija	https://www.ddnscientificannals.ro/images/25_4.pdf
20	Maselli et al.	2014	Itālija	https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/11250003.2014.953220
21	Moore J et al.	2023	Āzija	https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/brv.12985
22	More S., et al	2018	EU	https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2018.5344
23	Nores C., Llana L., Alvares A.	2008	Spānija	https://doi.org/10.2981/0909-6396(2008)14[44:WBSSMB]2.0.CO;2
24	Oliveira, M. S. T. (2021). Estimating roe deer and wild boar abundance and habitat use in a heterogeneous landscape of Northern Portugal (Master's thesis).	2021	Portugāle	https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/94329/1/Dissertacao_verseofinal_MartaSofiaTeixeiraOliveira.pdf
25	Plhal et al	2011	Čehija	https://bioone.org/journals/fovia-zoologica/volume-60/issue-3/fozo.v60.i3.a8.2011/An-assessment-of-the-applicability-of-photo-trapping-to-estimate/10.25225/fozo.v60.i3.a8.2011.full

26	Reinke, H., König, H. J., Keuling, O., Kuemmerle, T., & Kiffner, C. (2021). Zoning has little impact on the seasonal diel activity and distribution patterns of wild boar (<i>Sus scrofa</i>) in an UNESCO Biosphere Reserve. <i>Ecology and evolution</i> , 11(23), 17091-17105.	2021	Vācija	https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1002/ece3.8347
27	Santilli F.	2016	Itālija	(PDF) Potential impact of Wild boar (<i>Sus scrofa</i>) on Pheasant (<i>Phasianus colchicus</i>) nesting success (researchgate.net) https://edoc.unibas.ch/37659/1/Thesis_A.Schlageter_Pflichtexemplar_elektronisch.pdf ;
28	Schlageter A.	2015	Šveice	https://edoc.unibas.ch/37659/
29	Schlichting, P. E., Beasley, J. C., Boughton, R. K., Davis, A. J., Pepin, K. M., Glow, M. P., ... & Lewis, J. S.	2020	ASV	https://wildlife.onlinelibrary.wiley.com/doi/am-pdf/10.1002/wsb.1075 https://sciarena.com/storage/models/article/NwggHCUomxDC7R5xKduz9bLgnwbs5iwXMmzkipXndTJTkQdKDspxsqxBuxVIU/study-of-activity-pattern-and-visitation-frequency-of-eurasian-wild-boar-in-disturbed-patches.pdf
30	Seyed Hamid Reza Bakhshi, Mohammad Dehdar Dargahi	2019	Irāna	https://www.jstor.org/stable/3803251?casa_token=d7lpKVutVMoAAAAA%3ACJtembznLm0QGzCVcaM2W4ox7dwNTunWn4uyRxYSaKm5gj6j0a9CHxvE0-Hjif0GSBshHDpdYBgEbfz8q9K1y5hBNdwXZPvuz3BKgHE7nPS8ZEKDBcUU&seq=11
31	Sweitzer R. A., et.al.	2000	ASV	https://www.mdpi.com/1424-2818/14/10/801
32	Tarvydas A., Belova O.	2022	Lietuva	https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3725&context=icwdm_usdan_wrc
33	Treichler J. W. Et al.	2023	ASV	https://link.springer.com/article/10.1016/j.mambio.2018.03.010
34	Valente A., Binantel H.et al	2018	Vidusjūras valstis	https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rsos.200579
35	Yokoyama, Y., Nakashima, Y., Yajima, G., & Miyashita, T.	2020	Japāna	

Pielikumi

1.pielikums

VORTEX 10.6.0.0 -- simulation of population dynamics

Project: **Meza cukas_1927_1937**

Scenario: Default Scenario

16.11.2024

1 populations simulated for 10 years for 100 iterations

Sequence of events in each time cycle:

EV

Breed

Mortality

Age

Disperse

Harvest

Supplement

rCalc

Ktruncation

GSUpdate

PSUpdate

ISUpdate

Census

Extinction defined by: $N < 500$

No inbreeding depression.

Populations:

Population1

Reproductive System:

Polygyny, with new selection of mates each year

Females breed from age 1 to age 10

Males breed from age 2 to age 10

Maximum age of survival: 12

Sex ratio (percent males) at birth: 55

Correlation of EV between reproduction and survival = 0,5

EV sampled from binomial distributions.

Population specific rates for Population1

Percent of adult females breeding each year: 90

with EV(SD): 10

Percent of adult males in the pool of breeders: 70

Distribution of number of broods per year:

10 percent 0 broods

90 percent 1 broods

Normal distribution of brood size with mean: 4 with SD: 1

Female annual mortality rates (as percents):

Age 0 to 1: 90 with EV(SD): 5

After age 1: 4 with EV(SD): 1

Male annual mortality rates (as percents):

Age 0 to 1: 90 with EV(SD): 5

Age 1 to 2: 4 with EV(SD): 1

After age 2: 3 with EV(SD): 1

Catastrophe 1: Catastrophe1

Local impact

Frequency (%): 14

Reproduction reduced by severity multiplier: 50

Survival reduced by severity multiplier: 10

Initial population size:

Age	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Females	0	267	78	23	7	2	1	0	0	0	0	0	0	378
Males	0	326	96	29	8	3	0	1	0	0	0	0	0	463

Carrying capacity: 10000

with EV(SD): 100

Harvest from year 1 through year 10 by increments of 1

when 0

of individuals that 0

Age	0	1	2
Females	0	54	
Males	0	50	50

VORTEX 10.6.0.0 -- simulation of population dynamics

Project: **Meza cukas_1959_1969**

Scenario: Default Scenario

16.11.2024

1 populations simulated for 10 years for 100 iterations

Sequence of events in each time cycle:

EV

Breed

Mortality

Age

Disperse

Harvest

Supplement

rCalc

Ktruncation

GSUpdate

PSUpdate

ISUpdate

Census

Extinction defined by: $N < 1000$

Inbreeding depression with a genetic load consisting of

6,29 total lethal equivalents per individual, of which

50% are due to recessive lethals,

and the remainder are lethal equivalents not subjected to removal by selection.

Populations:

Population1

Reproductive System:

Polygyny, with new selection of mates each year

Females breed from age 1 to age 10

Males breed from age 2 to age 10

Maximum age of survival: 12

Sex ratio (percent males) at birth: 55

Correlation of EV between reproduction and survival = 0,5

EV sampled from binomial distributions.

Population specific rates for Population1

Percent of adult females breeding each year: 70

with EV(SD): 10

Percent of adult males in the pool of breeders: 70

Distribution of number of broods per year:

10 percent 0 broods

90 percent 1 broods

Normal distribution of brood size with mean: 5 with SD: 1

Female annual mortality rates (as percents):

Age 0 to 1: 90 with EV(SD): 5

After age 1: 4 with EV(SD): 1

Male annual mortality rates (as percents):

Age 0 to 1: 90 with EV(SD): 5

Age 1 to 2: 4 with EV(SD): 1

After age 2: 3 with EV(SD): 1

Catastrophe 1: Catastrophe1

Local impact

Frequency (%): 14

Reproduction reduced by severity multiplier: 50

Survival reduced by severity multiplier: 10

Initial population size:

Age	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Females	0	378	174	81	38	17	8	4	2	0	1	0	0	703
Males	0	462	213	100	47	22	10	5	2	1	1	0	0	863

Carrying capacity: 30000

with EV(SD): 1000

Harvest from year 1 through year 10 by increments of 1

when 0

of individuals that 0

Age	0	1	2
Females	0	20	
Males	0	50	50

VORTEX 10.6.0.0 -- simulation of population dynamics

Project: **Meza cukas_1972_1992**

Scenario: Default Scenario

16.11.2024

1 populations simulated for 100 years for 100 iterations

Sequence of events in each time cycle:

EV

Breed

Mortality

Age

Disperse

Harvest

Supplement

rCalc

Ktruncation

GSUpdate

PSUpdate

ISUpdate

Census

Extinction defined by: $N < 9000$

Inbreeding depression with a genetic load consisting of

6,29 total lethal equivalents per individual, of which

50% are due to recessive lethals,

and the remainder are lethal equivalents not subjected to removal by selection.

Populations:

Population1

Reproductive System:

Polygyny, with new selection of mates each year

Females breed from age 1 to age 10

Males breed from age 2 to age 10

Maximum age of survival: 12

Sex ratio (percent males) at birth: 58

Correlation of EV between reproduction and survival = 0,5

EV sampled from binomial distributions.

Population specific rates for Population1

Percent of adult females breeding each year: 80

with EV(SD): 10

Percent of adult males in the pool of breeders: 80

Distribution of number of broods per year:

10 percent 0 broods

90 percent 1 broods

Normal distribution of brood size with mean: 5 with SD: 1

Female annual mortality rates (as percents):

Age 0 to 1: 90 with EV(SD): 5

After age 1: 4 with EV(SD): 1

Male annual mortality rates (as percents):

Age 0 to 1: 90 with EV(SD): 5

Age 1 to 2: 4 with EV(SD): 1

After age 2: 3 with EV(SD): 1

Catastrophe 1: Catastrophe1

Local impact

Frequency (%): 14

Reproduction reduced by severity multiplier: 50

Survival reduced by severity multiplier: 10

Initial population size:

Age	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Females	0	2630	1175	525	235	105	47	21	9	4	2	1	0	4754
Males	0	3632	1623	733	331	149	67	31	14	6	3	1	1	6591

Carrying capacity: 80000

with EV(SD): 1000

Harvest from year 1 through year 20 by increments of 1

when 0

of individuals that 0

Age 0 1 2

Females 0 1000

Males 0 2000 1000

VORTEX 10.6.0.0 -- simulation of population dynamics

Project: **Meza cukas_2000_2013**

Scenario: Default Scenario

17.11.2024

1 populations simulated for 100 years for 100 iterations

Sequence of events in each time cycle:

EV

Breed

Mortality

Age

Disperse

Harvest

Supplement

rCalc

Ktruncation

GSUpdate

PSUpdate

ISUpdate

Census

Extinction defined by: $N < 9000$

Inbreeding depression with a genetic load consisting of

6,29 total lethal equivalents per individual, of which

50% are due to recessive lethals,

and the remainder are lethal equivalents not subjected to removal by selection.

Populations: Population1

Reproductive System:

Polygyny, with new selection of mates each year

Females breed from age 1 to age 10

Males breed from age 2 to age 10

Maximum age of survival: 12

Sex ratio (percent males) at birth: 58

Correlation of EV between reproduction and survival = 0,5

EV sampled from binomial distributions.

Population specific rates for Population1

Percent of adult females breeding each year: 80

with EV(SD): 10

Percent of adult males in the pool of breeders: 90

Distribution of number of broods per year:

10 percent 0 broods

90 percent 1 broods

Normal distribution of brood size with mean: 5 with SD: 1

Female annual mortality rates (as percents):

Age 0 to 1: 90 with EV(SD): 5

After age 1: 4 with EV(SD): 1

Male annual mortality rates (as percents):

Age 0 to 1: 90 with EV(SD): 5

Age 1 to 2: 4 with EV(SD): 1

After age 2: 3 with EV(SD): 1

Catastrophe 1: Catastrophe1

Local impact

Frequency (%): 14

Reproduction reduced by severity multiplier: 50

Survival reduced by severity multiplier: 10

Initial population size:

Age	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Females	0	5018	2243	1002	448	200	90	40	18	8	3	2	1	9073
Males	0	6930	3097	1399	631	285	129	58	27	11	6	2	1	12576

Carrying capacity: 100000

with EV(SD): 1000

Harvest from year 1 through year 14 by increments of 1

when 0

of individuals that 0

Age	0	1	2
Females	0	1300	
Males	0	1000	1200