

TARTU ÜLIKOOL
ÖKOLOOGIA JA MAATEADUSTE INSTITUUT
ZOOLOOGIA OSAKOND
LOODUSRESSURSSIDE ÕPPETOOL

Chatren Carmen Klein

SOOMUSELISTE (*SQUAMATA*) SEISUND JA LIIKE
OHUSTAVAD TEGURID EUROOPA PARASVÖÖTMES

Bakalaureusetöö

12 EAP

Juhendajad: Riinu Rannap

Martin Jürgenson

Tartu 2025

Soomuseliste (*Squamata*) seisund ja liike ohustavad tegurid Euroopa parasvöötmes

Soomuseliste arvukus Euroopas on langustrendis, peegeldades mitmete keskkonna- ja inimtekkeliste ohutegurite koosmõju. Kõige ulatuslikumalt mõjutavad roomajate populatsioone elupaikade kadu ja killustumine ning kliimamuutused, mis piiravad otseselt liikide levikut, vähendavad sigimisedukust ja halvendavad elupaikade kvaliteeti. Ohutegurid ei mõjuta kõiki liike ühtmoodi, vaid mõju sõltub suuresti liikide ökoloogilistest iseärasustest. Käesolev töö pakub teaduskirjandusel põhineva ülevaate Euroopa parasvöötme soomuselisi ohustavatest teguritest, käsitledes nende mõju ulatust ja iseloomu. Eesti kontekstis tuuakse välja kaitsealune kivisisalik (*Lacerta agilis*), kelle populatsioone ohustab enim sobilike elupaikade hävimine ja killustumine eelkõige inimtegevuse tõttu. Arvestades, et Euroopa soomuselisi ohustavaid tegureid on teaduskirjanduses seni käsitletud võrdlemisi vähe, on täiendavate uuringute läbiviimine väga oluline.

Märksõnad: roomajad, ohutegurid, Eesti, kivisisalik, liigikaitse.

The status of squamates (*Squamata*) in the European temperate zone and their threatening factors

Squamates populations in Europe are in decline, reflecting the combined influence of various environmental and anthropogenic threats. The most significant impacts arise from habitat loss and fragmentation, as well as climate change, which directly limit species distribution, reduce reproductive success, and degrade habitat quality. These threats do not affect all species equally, instead their impact depends largely on species-specific ecological characteristics. This thesis provides a literature-based overview of the main threat factors affecting squamates in the temperate zone of Europe, analysing both the scope and nature of their influence. In the Estonian context, the protected sand lizard (*Lacerta agilis*) is highlighted, as its populations are primarily threatened by the loss and fragmentation of suitable habitats due to human activity. Given the relatively limited scientific research on the threats to European squamates, further studies are essential.

Keywords: reptiles, threats, Estonia, sand lizard, conservation.

Sisukord

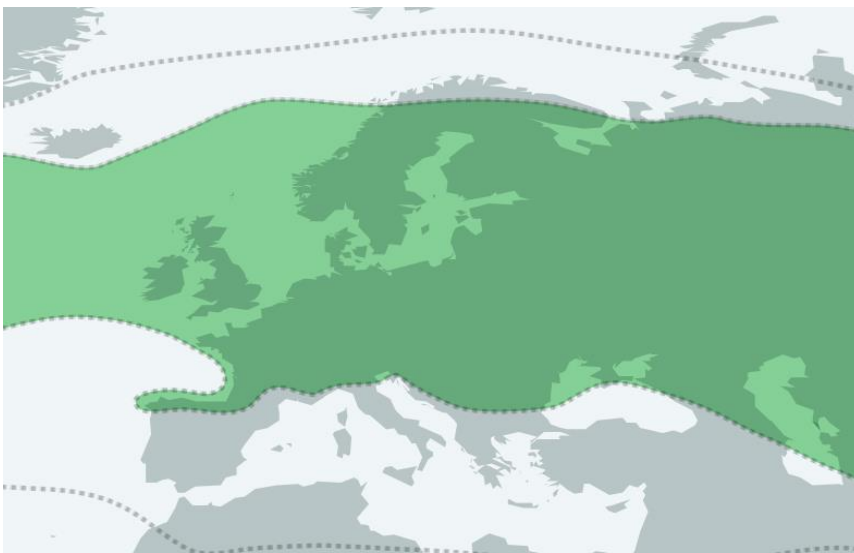
Sissejuhatus	7
1. Euroopa roomajad.....	9
1.1 Soomuselised	9
1.2 Paljunemisstrateegiad	11
2. Ohutegurid ja nende mõju Euroopa soomuselistele	13
2.1. Kliimamuutused	14
2.1.1. Muutused termoregulatsioonis	15
2.1.2. Sademetest tingitud veerežiimi muutuste mõju.....	16
2.1.3. Muutused sigimiskäitumises	18
2.1.4. Muutused liikide levilates.....	18
2.2. Elupaikade kadu ja killustumine.....	19
2.2.1. Linnastumine ja teedevõrk.....	20
2.2.2. Metsa- ja põllumajandus.....	21
2.2.3. Fragmenteerumine ja servaalad	22
2.3. Mürgid ja keskkonnasaaste.....	23
2.3.1. Biotõrjevahendid	24
2.3.2. Tööstuslik reostus	24
2.4. Haigused ja parasiidid	26
2.4.1. Ektoparasiidid.....	26
2.4.2. Endoparasiidid	27
2.4.3. Nakkushaigused.....	28
3. Kivisalisik (<i>Lacerta agilis</i>) Eestis	29
3.1. Kivisalisiku arvukust ohustavad tegurid Eestis	30
Järeldused	33

Kokkuvõte	35
Summary.....	37
Tänuavaldused	39
Kasutatud kirjandus	40
Lisa 1. Ülevaattetabel Euroopa parasvöötme soomuselistest	54
Lisa 2. Koondtabel Euroopa parasvöötme soomuselisi ohustavatest teguritest ning nende mõjust.	61

Sissejuhatus

Soomuselised (Squamata) moodustavad kõige mitmekesisema ja liigirikkaima roomajate rühma, milles on esindatud nii sisalikulised (*Sauria*), maolised (*Serpentes*) kui ka taandurilised (*Amphisbaenia*) (O'Malley, 2005; Cox ja Temple, 2009). Roomajad täidavad looduslikes ökosüsteemides olulist funktsiooni, olles osa toiduahelatest, aidates säilitada elupaikade ökoloogilist tasakaalu ning rikastades erinevaid kooslusi. Tänapäeval on soomuseliste arvukus aga mitmel pool märgatavalt vähenemas ning hinnanguliselt ligi viiendik Euroopa liike väljasuremisohus (Cox ja Temple, 2009). Ehkki elurikkust ohustavate tegurite mõju on teaduskirjanduses laialdaselt dokumenteeritud, jäävad roomajad teiste liigirühmadega võrreldes sageli alaesindatuks. Terviklikud ja analüütilised ülevaated soomuseliste seisundist on sageli puudulikud, mis teeb ka teaduspõhise looduskaitse rakendamise keerukaks ning rõhutab vajadust pöörata roomajate uurimisele ja kaitsele senisest suuremat tähelepanu.

Käesolev töö keskendub Euroopa parasvöötmes elavatele soomuseliste seltsi kuuluvatele roomajatele. Euroopa parasvöötmena käsitletava geograafilise piirkonna idapiir kulgeb mööda Uurali mäestikku ja Uurali jõge kuni Kaspia mereni. Lõunapiir ulatub mööda Suur-Kaukasuse peaaelikku Musta mereni, hõlmates ka poolt Balkani poolsaarest, kuid jättes välja Kreeka, Vahemere rannikualad peale Sloveenia, Apenniini poolsaare, Andorra ning pea kogu Pürenee poolsaare (vt Joonis 1).



Joonis 1. Euroopa parasvööde (Wikimedia commons).

Euroopa soomuselistest ülevaate saamiseks on liikide taksonoomiline kuuluvus, areaalid ja sigimistüübid koondatud ülevaatlikku tabelisse (vt Lisa 1), mille koostamiseks kasutati The Reptile Database ja IUCN Red List of Threatened Species veebilehekülgi ning Arnold (2004) “Euroopa kahepaiksed ja roomajad”.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on (i) koondada ja analüüsida teaduskirjandust Euroopa parasvöötme soomuseliste seisundi ja neid ohustavate tegurite kohta, (ii) luua struktureeritud ülevaade ohutegurite mõjust Euroopas elavatele liikidele ning (iii) siduda teoreetiline käsitlus kohalike oludega, keskendudes Eestis kõige ohustatumale roomajale, kivisisalikule (*Lacerta agilis*). Viimane valik tuleneb asjaolust, et kivisisalik on Eestis oma levila põhjapiiril ning siinseid asurkondi on äärmiselt vähe uuritud, samas on liigi arvukus jätkuvalt langustrendis (Keskkonnaamet, 2015). Efektive liigikaitse teostamiseks on oluline kindlaks teha, millised ohutegurid konkreetset liiki kõige enam mõjutavad ning kuigi Euroopa soomuselisi ohustavaid tegureid on mitmeid, võib nende mõju liikide lõikes suuresti erineda. Kivisisaliku esile tõstmine võimaldab keskenduda just seda liiki kõige enam ohustavatele teguritele liigi levila põhjapiiril ning võimaldab seeläbi täpsemalt hinnata, millised kaitsemeetmed on liigi püsijäämiseks vajalikud.

Töö on referatiivne ning tugineb rahvusvahelistele teadusuuringutele ja ülevaateartiklitele. Kirjanduse kogumiseks kasutati peamiselt veebilehekülgi Web of Science ja Google Scholar ning allikaid otsiti ka leitud artiklite viidete hulgast. Enimkasutatud otsingusõnadeks olid *reptiles*, *squamata*, *Europe* ja *temperate zone*, millele lisandusid vastavalt käsitletavatele teemaplokkidele täiendavad otsingusõnad.

Bakalaureusetöö koosneb kolmest peatükist, mis jagunevad omakorda alapeatükkideks. Esimeses peatükis antakse ülevaade Euroopa parasvöötmes levinud soomuselistest ning nende sigimisstrateegiatest, tuues esile rühma iseloomulikud tunnused ja eripärad. Teises peatükis analüüsitakse peamisi ohutegureid ja nendega kaasnevaid negatiivseid mõjusid. Kolmandas ja ühtlasi ka viimases peatükis keskendutakse kivisisalikku ohustavatele teguritele Eestis, et illustreerida ohutegurite mõju konkreetse liigi tasandil ning siduda töö teoreetiline käsitlus Eesti kontekstiga.

1. Euroopa roomajad

Enamus roomajate (*Reptilia*) klassi kuuluvatest liikidest on kohastunud eluks maismaal ning neid iseloomustab kuiv soomuseline nahk. Tegu on kõigusoojaste loomadega, ehk nende kehatemperatuur on sõltuv ümbritsevast keskkonnast ning lisasoojuse saamiseks peesitatakse päikesepaistel või soojadel pindadel. Madalamatel temperatuuridel muutuvad roomajad jõuetuks ning on madala energiakulu tõttu suutelised pikkade perioodide vältel ka väga vähese toiduga toime tulema (Kiili, 1996; Arnold, 2004).

Roomajad jagunevad nelja seltsi: soomuselised, kilpkonnalised (*Testudines*), krokodillilised (*Crocodylia*) ja kärsspealised (*Rhynchocephalia*) (Sillero jt, 2014), kellest Euroopas on esindatud vaid esimesed kaks seltsi. Kokku elab Euroopas 151 liiki roomajaid, nendest 143 kuuluvad soomuseliste ning 8 kilpkonnaliste hulka (Cox ja Temple, 2009).

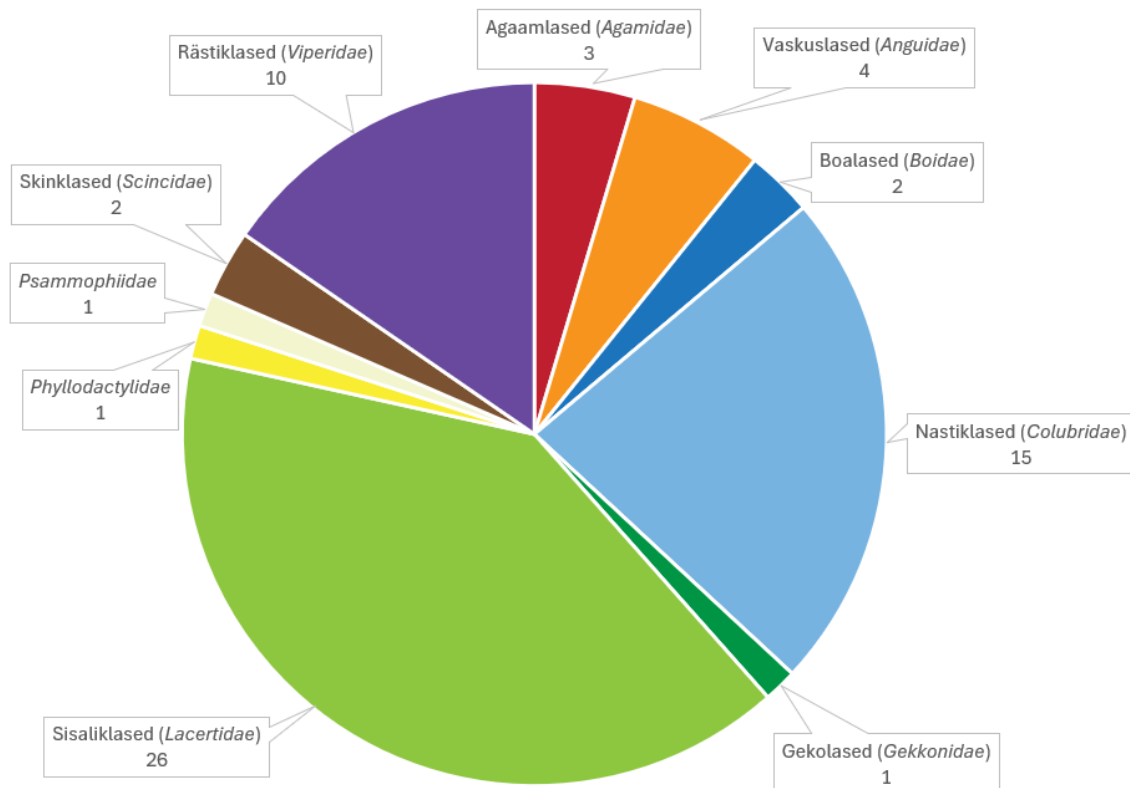
1.1 Soomuselised

Soomuseliste selts, kuhu kuulub üle 10 000 liigi, on kõige mitmekesisem ja liigirikkam roomajate rühm, kelle levila ulatub kõikidele mandritele peale Antarktika (Villa ja Delfino, 2019). Soomuseliste selts jaguneb omakorda kolmeks alamseleks: sisalikulised, maolised ning taandurilised (O'Malley, 2005; Cox ja Temple, 2009). Euroopa parasvöötmes elutseb 65 liiki soomuselisi kümnest sugukonnast (Joonis 2), kellest 37 liiki kuulub sisalikuliste ja 28 maoliste alamseksi, samas aga taanduriliste esindajaid ei leidu üldse (Lisa 1).

Soomuseliste silmapaistvamateks tunnusteks on soomuseline nahk, pikk keha ja saba ning lühikeste jäsemete olemasolu või koguni puudumine. Neile on omane koljukaarte piirkonnas olevate luuliste ühenduste taandumine, mis võimaldab lõualuude suuremat liikuvust ning isasloomadel esineb paariline kopulatsioonielund ehk hemipeenis, mis puhkeasendis pahupidi pööratuna saba alusel paikneb (Arnold, 2004; Pough, 2013).

Sisalikulised tunneb ära nende suhteliselt pika saba ning lühikese kere poolest. Jäsemete arv on varieeruv, üldjuhul on neid neli või puuduvad täielikult (Arnold, 2004; O'Malley, 2005), kuid esineb ka kahe jäsemega liike (O'Malley, 2005). Iseloomustavateks tunnusteks on veel lühike ja lapik keel, väliskõrva olemasolu (O'Malley, 2005) ning enamikel liikidel ka liikuvad silmalaud (Arnold, 2004; O'Malley, 2005). Suur osa sisalikulistest toitub

selgrootutest (Arnold, 2004) ning neil on välja kujunenud spetsiifilised liited koljuluude vahel (Arnold, 2004; O'Malley, 2005), mis võimaldavad üla- ja alalõual ühtemoodi liikuda, kergendades seeläbi saagipüüdmist. Kameeleonidel ja taimtoidulistel liikidel selline võime puudub (Arnold, 2004). Euroopa parasvöötme lähtudes jaguneb sisalikuliste alamselts kuueks sugukonnaks, kellest kõige liigirikkaimaks on sisaliklased (*Lacertidae*) 26 liigiga ning kõige liigivaesem *Phyllodactylidae*, kelle ainsaks esindajaks on harilik müürigeko (Lisa 1).



Joonis 2. Euroopa parasvöötmes esindatud soomuseliste sugukonnad koos liikide arvuga.

Maolistele, vastupidiselt sisalikulistega, on iseloomulikuks pikk kere ja lühike saba. Tegu on jalutute roomajatega, kuigi mõnel liigil võib esineda tagajäsemete rudimente. Silmalaud on neil liikumatud (Arnold, 2004; O'Malley, 2005), keel on pikem ning puudub väliskõrv (O'Malley, 2005). Vitt ja Caldwell (2014) määratlevad maolised röövtoidulisteks loomadeks, kes kasutavad nii saagi püüdmiseks kui ka neelamiseks ainult oma keha ja suud. Toitumisviisid on aga sõltuvalt liikidest erinevad – kui ühed haaravad toidu järele ja neelavad selle tervelt alla, siis teised kasutavad lisaks lõugadele ka oma keha, mässides end

tihedalt ümber saaklooma, et teda kas kinni hoida või kägistada. Kolmanda variandina sisestatakse ohvrise mürki, mis seejärel looma kas halvab või tapab (Vitt ja Caldwell, 2014). Euroopa parasvöötmes jagunevad maolised nelja sugukonda. Kõige liigirikkamaks on nastiklased (*Colubridae*) 15 liigiga, samas kui *Psammophiidae* sugukonda esindab vaid üks liik (Lisa 1).

Taandurilised on levinud eelkõige soojematel laiuskraadidel, mistõttu Euroopa parasvöötmes neid ei leidu. Sellele alamseltsile on iseloomulikuks lodeva nahaga madujas keha, mis on kaetud ringvagudega, meenutades seetõttu suuri vihmausse (Arnold, 2004). Jäsemed neil enamasti puuduvad, kuid esineb ka lühikeste esijäsemetega liike (Arnold, 2004; Westphal jt, 2019). Taanduriliste silmad on taandarenenud ja keskkõrv puudub (Westphal jt, 2019), ent kolju on tugev ja kohastunud maa-aluste käikude uuristamiseks (Arnold, 2004; Westphal jt, 2019).

1.2 Paljunemisstrateegiad

Roomajate seas on esindatud kaks sigimistüüpi, ovipaaria ja vivipaaria, mida on kõige täpsemalt selgitanud Blackburn (1999) ning Guillette (1993). Ovipaariat peetakse evolutsiooniliselt varasemaks sigimisstrateegiaks (Blackburn, 1985), mille puhul munetakse viljastatud ja üsna varajastes arengustaadiumites olevad munad väliskeskkonda, üldjuhul pesadesse, kus need seejärel lõpuni arenevad ja hiljem kooruvad (Blackburn, 1999). Euroopa parasvöötmes esindatud soomuselistest on ovipaarsus omane 47 liigile (Lisa 1).

Vivipaaria ehk eluspoegimise all mõistetakse sigimisstrateegiat, kus embrüod arenevad täielikult emaslooma kehas ning väljuvad munakestadest vahetult enne sünni või sünni hetkel, mistõttu tuuakse ilmale väljaarenenud järglased. Embrüonaalseks arenguks peab olema aga tagatud sobiv keskkond nii gaasi- kui ka veevahetuseks, mistõttu on vivipaarsetele liikidele omane ka platsenta olemasolu (Guillette, 1993). Vivipaarsust esineb umbkaudu 20% roomajatel üle kogu maailma (Blackburn, 1985; Andrews ja Mathies, 2000) ning Euroopa parasvöötmes leidub seda sigimisstrateegiat 20 liigil (Lisa 1).

Vivipaaria kui evolutsiooniliselt uuema sigimisstrateegia tekkepõhjustes ei olda veel täiesti kindlad, kuid levinuimaks selgituseks peetakse külma kliima hüpoteesi, mille kohaselt on vivipaaria evolutsioneerunud adaptatsioonina madalatele temperatuuridele (Tinkle ja

Gibbons, 1977). Vivipaarsete liikide osakaal on suurem kõrgematel laiuskraadidel ja ka mäestikes (Tinkle ja Gibbons, 1977) ning kuigi mitmed uurijad on sellest järeldanud, et vivipaaria ongi evolutsioneerunud just külmemas kliimas, ei pruugi see siiski tõele vastata (Blackburn, 1982). Näiteks Tinkle ja Gibbons (1977) leidsid, et vivipaarsete roomajate arvukus on kõige suurim hoopis keskmistel laiuskraadidel ning kõige vähem esineb neid troopikas või külmas parasvöötmes. Vivipaaria on evolutsioneerud lühikese sigimisperiodiga keskkondades, kus ka tingimused järglaste arenguks on varieeruvad (Tinkle ja Gibbons, 1977). Jahedamates piirkondades võimaldab vivipaaria emasel loomal oma kehatemperatuuri reguleerida, tagades seeläbi suurema tõenäosusega eduka paljunemise ning järglaste sündimise selleks sobival ajal (Andrews ja Mathies, 2000). Stabiilsemate kliimatingimustega keskkondades, kus ka sigimisaeg on pikem, ei pruugi vivipaaria ennast ära tasuda, sest kui ovipaarsed liigid on võimelised ühel sigimisperiodil mitu pesakonda ilmale tooma, siis vivipaarsed peavad piirduma ühega (Tinkle ja Gibbons, 1977). Vivipaaria pakub eeliseid ka liigniisketes ja väga kuivades elupaikades, välistades sobivate munemispaiakade otsimisele energia kulutamist ning suurendades seeläbi paljunemise edukust (Andrews ja Mathies, 2000).

2. Ohutegurid ja nende mõju Euroopa soomuselistele

Roomajad moodustavad evolutsiooniliselt ühe vanima maismaaloomade rühma, ilmudes Maale hilis-Paleosoikumis enam kui 250 miljonit aastat tagasi (Reisz jt, 2011). Triiase ja Juura ajastul aset leidnud märkimisväärne liigiline mitmekesisustumine viis evolutsioonilise hargnemise ja mitmekesise loomarühma kujunemiseni (Jones jt, 2013). Tänapäevaks on roomajad kohastunud aga väga erinevatele elupaikadele, alustades kõrbetest ja avaratest lagendikest ning lõpetades jahedamate mäestikupiirkondadega.

Oma ökoloogilisest mitmekesisusest tingituna mängivad roomajad olulist rolli looduslike ökosüsteemide toimimises, kuid nende spetsiifilised elupaiganõudlused ja sageli kitsad levilad muudavad nad eriti haavatavaks keskkonnamuutuste ja inimtegevuse mõjude suhtes. Nimelt on Euroopas hinnanguliselt ligi viiendik roomajatest ohustatud seisundis (Cox ja Temple, 2009). Peamiste ohuteguritena on oluline mõju nii kliimamuutustel, elupaikade killustumisel ja hävimisel, inimtegevusel, keskkonnareostusel, ning haigustel ja parasiitidel (vt Lisa 2). Käesolevas peatükis analüüsitakse neid tegureid lähemalt ning seda Euroopa parasvöötmes elavate soomuseliste seisukohast lähtuvalt.

Ohutegurid ja nende mõju ulatus on esitatud kokkuvõtlikult tabelis 1. Mõjude tugevusindeksid tulenevad autori poolt läbitöötatud teadusallikate põhjal tehtud sünteesist ja järeldustest. Ohuteguri mõju hinnati tugevaks (++), kui see avaldub otseselt elupaiga kvaliteedi, sigimisedukuse, isendite füsioloogilise seisundi, liikumisvõime või populatsioonide jätkusuutlikkuse languses. Mõju hinnati mõõdukaks (+) juhul kui ohuteguril tuvastati mõju, kuid see oli pigem kaudne ja lokaalne. Nõrka või puudulikku mõju hinnangut (0) kasutati olukordades, kus olemasolevate andmete põhjal ei olnud mõju kas võimalik määrata või jäi see võrreldes teiste ohuteguritega minimaalseks.

Tabel 1. Euroopa parasvöötme soomuselisi ohustavate tegurite mõju. Tugev mõju (++), mõõdukas mõju (+) ning nõrk või puudulik mõju (0).

Ohutegur	Mõju ulatus				
	Elupaiga kvaliteet	Sigimis- edukus	Füsioloogiline seisund	Liikumine ja levik	Populatsioonide jätkusuutlikkus
Keskkonna temperatuuride tõus	+	++	++	+	++
Sademe- sesoonsed muutused	+	+	+	+	+
Linnastumine	++	+	+	++	++
Teedevõrk	+	+	+	++	+
Intensiivne põllu- ja metsamajandus	++	+	+	+	+
Elupaikade killustumine	++	++	+	++	++
Parasiidid ja patogeenid	0	+	++	0	+
Saasteained	+	+	++	+	+
Raskmetallid	+	+	++	+	+

2.1. Kliimamuutused

Keskkonna temperatuur mängib roomajate kui ektotermide elutegevuses suurt rolli, mistõttu muutused kliimas mõjutavad ka liikide füsioloogilisi ja käitumuslikke protsesse. Kliima soojenemine on viimaste aastakümnetega kiirenenud (Voosen, 2021), põhjustades negatiivseid trende bioloogilisele mitmekesisusele (Sinervo jt, 2010).

Bestion jt. (2015) leidsid oma uuringus, mis keskendus arusisaliku (*Zootoca vivipara*) populatsioonide dünaamikale, et soojenev kliima tõepoolest suurendab liikide väljasuremisriski. Uuringus täheldati, et soojemates kliimatingimustes on populatsioonide jätkusuutlikkus madalam ning isendite elujõulisus väiksem. Konkreetset väidet toetati prognoosiga, mis näitas, et soojemas kliimas kulub populatsioonide välja suremiseks keskmiselt 20 aastat, samas kui praeguste kliimatingimuste juures hinnati arusisaliku populatsioonid jätkusuutlikeks. Samuti leiti, et enim ohustatud on just lõunapoolse levikuga populatsioonid, kelle väljasuremisrisk suureneb juba paari kraadi temperatuuritõusu korral umbes 10% võrra (Bestion jt, 2015).

2.1.1. Muutused termoregulatsioonis

Termoregulatsioon on organismi võime hoida kehatemperatuuri teatud optimaalses vahemikus, et vältida ülekuumenemist ja alajahtumist. Ektotermsete loomade puhul toimub see peamiselt käitumuslike mehhanismide kaudu, näiteks liigutakse erinevate mikroelupaikade vahel, mis pakuvad vajadusel kas soojust või varju, muudetakse kehaasendit vastavalt päikesekiirguse nurgale ning kohandatakse oma päevast aktiivsust (Huey ja Slatkin, 1976).

Muutuvate keskkonnatingimuste tõttu võib aga roomajate võime, oma kehatemperatuuri efektiivselt reguleerida, oluliselt langeda. Díaz jt. (2022) uurisid Hispaanias, kuidas sisaliklaste termoregulaatorsed võimed on ajavahemikus 1997-2017 muutunud. Tulemused näitasid, et kui 1997. aastal suutsid isendid oma kehatemperatuuri eelistatud vahemikus hoida ligikaudu 10 tundi päevas, siis 2017. aastaks oli see aeg lühenenud vaid 3 tunnini ning juba peale lõunat ületas kehatemperatuur eelistatud temperatuurivahemiku. Lisaks kehatemperatuuridele analüüsiti ka keskkonnatemperatuure ning leiti, et kui varasemalt võimaldasid ligi 50% varjus asuvatest piirkondadest loomadel end jahutada, siis 2017. aastal ületasid 67% varjualadest juba pärastlõunal sisalike eelistatud temperatuuri ülempiiri. Uurimus viidi läbi mosaiiksel alal, et tagada roomajatele võimalikult lai mikroelupaikade valik ning minimaliseerida päikesepaiste ja varjuliste piirkondade vahel liikumise energiakulu. Vaatamata sellele oli jahtumiseks sobivaid alasid üha vähem, mistõttu ei pruugi

iseigi heterogeenses maastikus termoregulatsioon tuleviku kliimamuutuste tingimustes enam piisavalt tõhus olla (Díaz jt, 2022).

Termoregulatsioon on roomajate jaoks kulukas protsess, kuna kõrgemate keskkonnatemperatuuride korral suureneb vajadus kulutada rohkem aega ja energiat oma kehatemperatuuri reguleerimiseks (Castilla jt, 1999). Samal ajal kiirendab soojem keskkond ka noorjärkude kasvukiirust, suurendades seeläbi nende energiavajadust ning sundides neid pikemalt ja intensiivsemalt toitu otsima. Suurenenud aktiivsus kõrgete temperatuuride juures tõstab aga ülekuumenemise riski, mistõttu on roomajad kohustatud veetma suure osa ajast jahedamates varjepaikades, limiteerides väärtuslikku aega, mida saaks kasutada toitumiseks või sigimiskäitumiseks (Sinervo jt, 2010).

2.1.2. Sademetest tingitud veerežiimi muutuste mõju

Kliimamuutuste tagajärjel ei muutu kliima mitte ainult soojemaks, vaid ka ebastabiilsemaks, tuues kaasa ootamatuid ja intensiivsemaid ilmastikunähtusi, sealhulgas muudatusi traditsioonilistes vihmaperioodides. Sademete hulk ei muutu ühtlaselt üle kogu Euroopa, vaid varieerub sõltuvalt asukohast. Üldine prognoos on, et Põhja-Euroopas on oodata talviste sademete suurenemist, samas kui lõunapoolsematel aladel on oht sagedamini esinevateks põuaperioodideks (Valitsustevaheline Kliimamuutuste Nõukogu (IPCC), 2023).

Pikad kuivaperioodid kujutavad roomajatele aga olulist keskkonnaohtu, kuna nende veebilanss ja aktiivsus on tihedalt seotud ümbritseva keskkonna niiskustingimuste ja veekättesaadavusega. Roomajad kaotavad pidevalt vett nii naha, hingamisteede kui ka eritussüsteemi kaudu, mistõttu pikaajalised põuaperioodid võivad viia tõsise vedelikupuuduseni (Dupoué jt, 2015). Vee kättesaadavuse vähenemisel muutuvad roomajad mikroelupaikade valikul selektiivsemaks ning piiravad oma päevast aktiivsust, et minimaliseerida aurumisest tingitud veekadu (Lorenzon jt, 1999; Dupoué jt, 2015). Pikad inaktiivsusperioodid vähendavad aga toitumisvõimalusi ja toovad kaasa muutusi ainevahetuses, omades seeläbi negatiivset mõju isendite kasvule ja arengule (Lorenzon jt, 1999; Dupoué jt, 2015).

Eriti haavatavad on kuivades tingimustes tiined emasloomad, kelle veevajadus suureneb märkimisväärselt seoses järglaste arvu ja embrüonaalse arenguga (Dupoué jt, 2015; Lourdais jt, 2015; Dupoué jt, 2017). Uuringud on näidanud, et tiinuse ajal kasvab nii organismi veevajadus kui ka dehüdratsiooni risk, mis võib omakorda põhjustada emaslooma füsioloogilise seisundi halvenemist, järglaste arenguedukuse langust ja koguni sünnieelset suremust (Marquis jt, 2008; Lourdais jt, 2015; Dupoué jt, 2017). Lisaks on teada, et veekadu suurendavad ka kestumine ja seedeprotsessid, ent nende mõju on võrreldes tiinusega leebem, kuna tegemist on ajutiste ja kiiremini mööduvate protsessiga (Dupoué jt, 2015). On küll pakutud, et seedimisest tulenevat veekadu kompenseeritakse saakloomade veesisalduse kaudu (Dupoué jt, 2015), kuid see hüpotees ei pruugi kehtida veenappuse tingimustes, kus isendite aktiivsus ja sellest tulenevalt toitumisvõimalused on märkimisväärselt vähenenud (Lorenzon jt, 1999).

Niiskustingimused mõjutavad roomajaid ka kaudselt ökosüsteemide toimimise kaudu. Sademete hulk mängib olulist rolli elupaiga niiskustaseme kujundamisel, mis omakorda määrab ära taimestiku koosseisu, saakloomade kättesaadavuse ning mikroelupaiga sobivuse. Näiteks on leitud, et emased roomajad valivad munemiseks selliseid pesapaiku, kus keskkonnatingimused, sealhulgas ka niiskusrežiim, soodustavad järglaste arengut ja suurendavad nende ellujäämisvõimalusi (Reedy jt, 2013). Mulla niiskusesisaldus on pesitsusperioodil oluline mitte ainult munade arenguks, vaid ka tiine emaslooma termoregulatsiooni toetamiseks, mistõttu liialt kuivad ja kuumad pesapaigad võivad omada negatiivset mõju nii pessa munetud munadele kui ka emaslooma füsioloogilisele seisundile (Reedy jt, 2013; Wang jt, 2016). Ka liigsed niiskustingimused ei ole head, kuna need võivad takistada hapnikuvahetust munade ja ümbritseva keskkonna vahel ning soodustada seenpatogeenide levikut (Tracy, 1980). Kuivematel perioodidel väheneb ka saakloomade arvukus, mis piirab emasloomade energiavarusid ning põhjustab sageli väiksemate kurnade munemist (James ja Whitford, 1994). Niiskematel aastatel, mil toidubaas rikkalikum, on ka kurnad suuremad (James ja Whitford, 1994).

2.1.3. Muutused sigimiskäitumises

Kliimasoojenemine avaldab üha enam mõju ka soomuseliste sigimiskäitumisele. Uuringud on näidanud, et kevadised kõrgemad temperatuurid on kaasa toonud muutusi sigimisperioodides ja pesitsemisega alustatakse nii ajaliselt (Lourdais jt, 2004; Cadby jt, 2010) kui ka vanuselisel (Bestion jt, 2015) varem. Díaz jt. (2022) uuringust selgub, et nihked on toimunud ka aastaegade tasandil, kuna varasemad suvised keskkonnaolud sarnanevad praegustele kevadistele. Kui mikroelupaikade vahel liikumine, mis on vajalik efektiivse termoregulatsiooni tagamiseks, on soojemate temperatuuride tõttu raskendatud nüüd ka kevadeti, võib see häirida sigimisprotsessi ning avaldada mõju paljunemisedukusele.

Kliimamuutused mõjutavad lisaks sigimisele ka sobilike munemispaiikade olemasolu. Tõusvate temperatuuride tõttu on emasloomad sunnitud valima pesitsemiseks järjest enam varjulisemaid piirkondi, et järglasi ülekuumenemise eest kaitsta (Levy jt, 2015). Kõik liigid ei ole aga võimelised ise pesakohti rajama ning kasutavad seetõttu läbi aastate samu ühispesasid (Meek, 2017). Pesapaikade, sealhulgas ka ühispesade temperatuur on aga positiivses seoses õhutemperatuuriga (Dayananda jt, 2016), mistõttu on suuresti tõenäoline, et hetkel kasutuses olevad pesapigad muutuvad aja jooksul ebasobivateks.

Mitmete liikide, sealhulgas arusisaliku puhul, on küll täheldatud, et soojemate keskkonnatingimuste korral võivad emasloomad ühe sigimishooaja jooksul ilmale tuua rohkem kui ühe pesakonna (Bestion jt, 2015; Horváthová jt, 2013), kuid selle paneb negatiivsesse valgusesse tõdemus, et kliimamuutustest tingitud varieeruvused inkubatsiooniperioodis võivad oluliselt mõjutada järglaste fenotüüpi ning vähendada noorjärke elujõulisust (Carlo jt, 2018; Noble jt, 2018). Lisaks mõjutavad tiinuse ajal kogetud kuumastressist tingitud hormonaalsed muutused negatiivselt järglaste embrüonaalset arengut (Meylan jt, 2012).

2.1.4. Muutused liikide levilates

Kliimamuutustest tingituna võivad osad praegu kasutuses olevad elupaiga niššid muutuda kasutuskõlbmatuks ning sobivad elupaigalaigud võivad nihkuda nii kõrgus-, pikkus-, kui ka laiusgradiendil. Tagajärjena on liigid, kes ei ole võimelised muudatustega kohanema,

sunnitud migreeruma kas madalamatelt aladelt kõrgemale (Ortega jt, 2016b; Nasrabadi jt, 2017) või läbima pikki vahemaid, et jõuda sobivasse elupaika (Araújo jt, 2006). Kehva levimisvõimega liikide puhul on see aga raskendatud ning levimist piiravad ka mitmesugused ökoloogilised barjäärid ja fragmenteerunud elupaigad (Araújo jt, 2006). Sama kehtib ka isoleeritud populatsioonide kohta, kes elavad väikesel maa-alal ja küllaltki spetsiifilistes tingimustes (Ortega jt, 2016b). Näiteks perekonna *Iberolacerta* liikidel, kelle levila asub suuremas osas mäestikuregioonides ja kes on kohastunud jahedamate keskkonnatemperatuuridele (Carranza jt, 2004), ei ole jätkuva kliimasoojenemise puhul enam kuhugi migreeruda, mistõttu nende ainsaks võimaluseks on kas adapteeruda soojemate temperatuuridega või aja jooksul välja surra (Ortega jt, 2016a).

Need isendid, kes aga migreeruvad, olgu see kas põhjapoolsematele aladele või mööda kõrgusgradienti, võivad sattuda samasse ökoloogilisse nišši teiste liikidega, põhjustades seeläbi konkurentsi suurenemist ja süvendada sel viisil kliimamuutustest tingitud väljasuremisohu (Sinervo jt, 2010). Samuti ei saa välistada, et migreerumise tagajärjel mürgiseid isendeid ka linnadesse ja inimelamute vahetusse lähedusse ei satu, mis võib omakorda kaasa tuua maohammustuste esinemissageduse suurenemise (Le Roux jt, 2023) ning suuremal hulgal hirmust või ebameeldivusest tingitud roomajate hukkamise (Eid jt, 2021).

2.2. Elupaikade kadu ja killustumine

Viimaste aastakümnete jooksul on Euroopa maastikku kujundanud eeskätt inimtegevus ja infrastruktuuri areng. Inimpopulatsiooni arvukuse kasvades suureneb nõudlus erinevate põllumajandusmaade, tiheasustus- ja kaevandusalade ning teedevõrgu järele, mistõttu on mitmed looduslikud maastikud oluliselt muutunud (Duchesne jt, 2023). Nende muutuste tõttu on toimunud ulatuslik looduslike ja mitmekesiste elupaikade hävimine, mida peetakse ühtlasi ka üheks suurimaks ohuteguriks looduslike liikide ja populatsioonide säilimisele ja jätkusuutlikkusele (Young jt, 2005).

2.2.1. Linnastumine ja teedevõrk

Viimase sajandi jooksul on suurel hulgal looduslikke elupaiku urbaniseerumise tagajärjel kadunud (Cafaro jt, 2022). Linnastumine on viinud mitte ainult sobivate elupaikade kadumiseni, vaid vähendanud ka ressursside ja varjupaikade kättesaadavust (Cordier jt, 2021). Linnadele iseloomulik kõrge müra- ja õhusaaste ning valgusreostus loovad keskkonna, kus vaid spetsiifiliste kohastumustega liigid suudavad edukalt hakkama saada (Cordier jt, 2021). Lisaks otsesele mõjule elupaikadele, süvendavad suurenenud heitgaaside kontsentratsioonid kliimasoojenemisest tingitud ohte (Weber ja Sciubba, 2019) ning samuti sagenevad urbaniseerumisega ka inimtekkelised häiringud ja invasiivsete võõrliikide levik linnamaastikes (Cafaro jt, 2022).

Linnastumisega kaasnev teedevõrk ja ehitised toimivad liikumisbarjääradena ning killustavad elupaiku (Andrews jt, 2005; Haddad jt, 2015; Beninde jt, 2016), muutes mõned eluliselt olulised ressurssid nagu toit, sigimispaid ja -partnerid, kättesaamatuks (Balkenhol ja Waits, 2009). Barjäärid võivad olla füüsilised, näiteks aiad või piirded, kuid ka käitumuslikud, nagu teadlik sõiduteede ületamise vältimine (Andrews jt, 2005; Balkenhol ja Waits, 2009; Paterson jt, 2019). Kuigi mõnele linnakeskkonnaga kohanenud liigile ei pruugi tavapärased linnaehitised olulisi liikumistakistusi põhjustada, võivad infrastruktuurielemendid sellegipoolest avaldada tugevat mõju tundlikele liikidele (Beninde jt, 2016). Näiteks on pakutud, et soe asfalt suurendab roomajate võimalusi termoregulatsiooniks, kuid see saab paraku kehtida vaid vähese liiklusega teelõikudel. Tiheda liikluse korral võivad mõned roomajad sõidukite möödudes hoopis liikumisvõime kaotada ning suruda end vastu maapinda. Väliselt võib see meenutada küll termoregulaatorset käitumist, kuid tegelikult on tegemist hirmuvastusega (Andrews jt, 2005).

Linnadesse on rajatud mitmeid parke ja kaitsealasid, et vähendada linnastumise mõju loodusele ning pakkuda potentsiaalseid elupaiku, mis esmapilgul võivad tunduda küll kasulikuna, kuid tegelikult võivad luua roomajatele ökoloogilise lõksu. Kuigi rohealad pakuvad justkui varjumispaiku ja teisi eluks vajalikke ressursse, võivad need tiheda inimtegevuse tõttu muutuda vähem sobivaks kui looduslikud kooslused (Schlaepfer jt, 2002). Kuna linnamaastikud on üldjuhul väga mosaiiksed, võivad kaugused parkide ja kaitsealade vahel olla isenditele ületamatud, suurendades veelgi lõksu sattumise riski (Larson jt, 2024).

2.2.2. Metsa- ja põllumajandus

Metsamajanduse intensiivistumine ja looduslike koosluste asendumine majandusmetsadega vähendab oluliselt maastike mitmekesisust, avaldades negatiivset mõju roomajate elupaikade kvaliteedile. Tihenev puude võrastik vähendab päikesevalgust ja toob kaasa keskkonna järkjärgulise sulgumise, mille tagajärjeks on alustaimestiku taandumine ning elupaikade struktuurse ja liigilise mitmekesisuse langus (Duchesne jt, 2023; Jofré jt, 2016). Koosluste homogeensemaks muutumine piirab juurdepääsu erinevatele elupaigalaikudele, mis on roomajate jaoks hädavajalikud ökofüsioloogiliste protsesside efektiivseks toimimiseks (Worthington-Hill ja Gill, 2019; Duchesne jt, 2023). Liigselt varjulised või ulatuslikult avatud alad ei paku piisavalt varjepaiku ega ka sobivaid tingimusi kehatemperatuuri reguleerimiseks, suurendades roomajate haavatavust nii keskkonnastressorite kui ka röövlomade suhtes (Worthington-Hill ja Gill, 2019). Lisaks on leitud, et elupaikade liigne metsastumine võib viia roomajate kasvu aeglustumise ning kehasuuruse vähenemiseni, mis avaldub hiljem ka järglaste arvukuse languses (Reading ja Jofré, 2018).

Ehkki kõik metsamaad ei pruugi elupaikadena sobilikud olla, võivad need sellegipoolest täita olulist rolli liikumiskoridoridena erinevate elupaigalaikude vahel (Jofré jt, 2016). Metsa sobivus elupaigana sõltub suuresti metsade majandamisviisidest (Jofré jt, 2016), kusjuures kõige negatiivsema mõjuga tegevuseks on lageraie (Todd ja Andrews, 2008). See toob kaasa ekstreemsemad temperatuurikõikumised, põhjustades päevaste maksimumide tõusu ning öiste miinimumide languse, mis raskendavad termoregulatsiooni ning suurendavad keskkonnastressi (Todd ja Andrews, 2008). Lisaks vähendavad lageraie käigus kasutatavad rasked masinad ja herbitsiidid alustaimestiku mitmekesisust ja struktuuri, mille tagajärjel võivad hävida elupaigad ning halveneda varje- ja toitumisvõimalused (Todd ja Andrews, 2008). Roomajate seisukohast oleks optimaalseks metsamajandusviisiks valikraied (Todd ja Andrews, 2008; Jofré jt, 2016).

Sarnast mõju elupaikade kvaliteedile avaldab ka põllumajandus. Kasvav inimpopulatsioon ning sellega kaasnev toiduvajaduse suurenemine soodustavad looduslike metsade ja rohumaade asendamist põldude ja karjamaadega (Cafaro jt, 2022). Intensiivne loomakasvatus ja ülekarjatamine vähendavad taimkatte mitmekesisust ja kahjustavad elupaikade struktuuri, muutes need paljude liikide jaoks sobimatuks (Young jt, 2005) seda

nii vähenenud saakloomade ja kõrgenenud pinnasetemperatuuride tõttu kui ka suurenenud ohus kiskjate saagiks langeda (Cordier jt, 2021). Samas võib põllumajandustegevuse vähenemine, mis tuleneb sageli majandusliku tasuvuse langusest, viia põllumajandusmaade hülgamiseni ning nende metsastumiseni (Young jt, 2005). Ka see protsess võib vähendada elupaikade kättesaadavust ning seda on konkreetselt täheldatud näiteks Sakasamaal, kus struktuuriliselt mitmekesiste viinamarjaistanduste unarusse jätmine on kaasa toonud hariliku müürisisalikku (*Podarcis muralis*) arvukuse languse (Henle jt, 1999, viidatud Young jt, 2005 kaudu).

2.2.3. Fragmenteerumine ja servaalad

Elupaikade hävimine toob kaasa suurema killustatuse, mille tagajärjel vahemaa sobivate elupaikade vahel suureneb ning elupaigad muutuvad väiksemaks ja isoleeritumaks. Fragmenteerunud aladele on iseloomulikuks liigilise mitmekesisuse ja isendite arvukuse langus, sest nii kodu- kui ja toitumispiirkondade suurus ja ulatus on piiratud. Samuti raskendab suurenenud isoleeritus isendite liikumist erinevate elupaikade vahel, tõstes seeläbi lokaalsete väljasuremiste riski ning vähendades elupaikade taastasustamise tõenäosust (Haddad jt, 2015).

Looduslike elupaikade killustumine muudab alad vastuvõtlikumaks keskkonnamuutustele, sest mida väiksem on elupaiga pindala, seda nõrgem on ka tema puhverdusvõime. Kui suured ja sidused elupaigad suudavad säilitada roomajatele vajalikku stabiilset mikrokliimat, siis fragmenteerunud elupaigas ulatuvad välismõjud sügavamale, muutes seeläbi elupaikade ökoloogilisi tingimusi ja mõjutades nende kasutussobivust (Mullu, 2016). Killustumisprotsess on oluline ka populatsioonide geneetilise struktuuri seisukohalt, kuna väikeste ja isoleeritud populatsioonide teke vähendab geneetilist mitmekesisust ning suurendab homosügootsust ja kahjulike mutatsioonide fikseerumissagedust. Madala sigimismääraga ja väikestes populatsioonides võib see viia aga väljasuremisteni, mis on tasapisi juhtumas ka iberia mägisisaliku (*Iberolacerta monticola*) populatsiooniga Loode-Hispaanias (Remón jt, 2012).

Vaatamata kõigele eelnevale toob killustumine kaasa ka servaalade osakaalu laienemise (Haddad jt, 2015), mis on olulised roomajate populatsioonide jätkusuutlikkuse tagamiseks

(Esseen jt, 2016). Ehkki intensiivne fragmenteerumine omab elupaikade kvaliteedile negatiivset mõju, võivad mõõdukalt avatud ja väikese puude tihedusega servaalad aidata populatsioonide püsimisele kaasa, luues keskkondi, kus roomajad saavad end päikese käes soojendada ning vajaduse korral ka alustaimestikku varjuda (Duchesne jt, 2023). Seda kinnitab ka Duchesne jt. (2023) uuring arusisalikega, kus leiti, et mida rohkem kõrgekasvulisi ja päikesekiirgust varjavaid puid ökotonidele levib, seda vähem isendeid selles elupaigas leidub. Samuti eelistas arusisalik lõunasuunalisi servaalasid, kus valgust ja soojust oli rohkem (Duchesne jt, 2023), viidates selgelt, et mitte kõik servaalad ei ole roomajate jaoks võrdselt sobivad.

Servaalade väärtuslikkuse ja sobivuse hindamisel on oluline eristada looduslikke ja inimtekkelisi servaalasid. Looduslikud servad, mis kujunevad järkjärgult, on reeglina sujuvama ülemineku ja mitmekesisema struktuuriga, võimaldades paremat termoregulatsiooni, varjumiskohti ja liikumisvõimalusi (Esseen jt, 2016). Inimtekkelised servaalad on seevastu aga järsud, ühetaolisemad ning mikroelupaikade osas vaesemad (Esseen jt, 2016; Schreuder ja Clusella-Trullas, 2016).

Uuringute kohaselt paikneb ligi 20% maailma metsadest vähem kui 100 meetri kaugusel metsaservadest ning fragmenteerumise tõttu on servaalade osakaal järjest suurenemas (Haddad jt, 2015). Sellistes tingimustes muutub servaalade funktsionaalne tähtsus elurikkuse säilitamisel järjest olulisemaks, aidates hoida liigilist mitmekesisust, toimides puhvritena ebasoodsate keskkonnatingimuse vastu ning pakkudes elupaiku nii spetsialistidele kui ka generalistidele (Meeussen jt, 2020).

2.3. Mürgid ja keskkonnasaaste

Linnastumise ja majandatavate alade laienemisega suurenevad nii saasteainete kogused kui ka vajadus suuremal hulgal taimekaitsevahendite järele. Kuigi keskkonnareostust peetakse üheks suurimaks ohuteguriks roomajate arvukusele, on uuringuid toksiliste ainete ja nende täpsema mõju kohta üllatavalt vähe (Pauli jt, 2010: 204; Mingo jt, 2016; Ockleford jt, 2018). Probleemi süvendab asjaolu, et roomajaid ei kaasata Euroopa Liidus ökotoksikoloogilisse riskihindamisse, ehkki vajadus selleks on tõstatatud juba ligi seitse aastat tagasi (Ockleford jt, 2018). Senimaani on kasutatud keskkonnareostuse mõju hindamiseks peamiselt linde ja

imetajaid ning nendelt saadud tulemusi laiendatud roomajatele (Weir jt, 2010; Ockleford jt, 2018). Paraku ei ole selline lähenemine aga eriti jätkusuutlik, sest roomajad võivad olla mõningatele kemikaalidele rohkem vastuvõtlikud, mida ei ole võimalik antud meetodit kasutades tuvastada (Weir jt, 2010).

2.3.1. Biotõrjevahendid

Roomajad võivad pestitsiididega kokku puutuda pritsitud taimi süües või naha kaudu organismi sattudes (Wagner jt, 2015; Scudiero jt, 2025). Pea 30% Euroopas elutsevatest loomadest on kokkupuuterisk pestitsiididega hinnatud keskmisest suuremaks, mis tuleneb sellest, et elupaigad asuvad tihti peale majandatavate alade vahetus läheduses (Mingo jt, 2016). Pestitsiididest tingitud oht on hinnatud suuremaks Euroopa lõunaosas, kus roomajate arvukus ja liigiline mitmekesisus on suuremad ning ühtlasi ka põllumajandusmaid on rohkem (Mingo jt, 2016). Nimelt on lõunapoolsematel aladel levinud hulganisti viinamarjaistandusi, mis pakuvad elupaiku mitmetele sisalikele (Mingo jt, 2016), kuid on samas ka ühed suurimad pestitsiidide kasutajad Euroopas (Eurostat, 2007).

Üheks levinud pestitsiidide rühmaks, millega roomajad kokku puutuvad, on püretriinid. Tegemist on neurotoksiinidega, mis on põllumajanduses laialdaselt kasutuses putukate tõrjeks. Uuringud on aga näidanud, et püretriinid võivad roomajatele olla äärmiselt ohtlikud, põhjustades juba madalate kontsentratsioonidega kokkupuutel hüperaktiivsust, krampe ja koordinatsioonihäireid ning suuremate dooside puhul isegi surma. Lisaks püretriinidele on oluline roll ka organofosfaatidel ja karbamaatidel, mis põhjustavad ajutisi muutusi roomajate liikumisvõimekuses, vähendades seeläbi isendite ellujäämistõenäosust looduskeskkonnas. Vaatamata sellele ei ole eelmainitud pestitsiidide puhul leitud, et esineks märkimisväärne oht populatsioonide jätkusuutlikkusele (ülevaade Pauli jt, 2010: 205-209).

2.3.2. Tööstuslik reostus

Fossiilkütuste põletamise, põllumajandusliku väetamise ning tööstusjäätmete ladestamise tõttu on raskemetallide kontsentratsioonid keskkonnas suurenenud. Raskemetallide toksilisus sõltub nende kogusest ning mõjutab roomajaid sageli läbi toiduahelate või otseses kontaktis saastunud keskkonnaga (Marco jt, 2004; Scudiero jt, 2025).

Üheks enimlevinud raskmetalliks on kaadmium, mis roomajate organismi sattudes võib põhjustada hormonaalseid häireid ja muutusi erinevate kudede talitluses. Emasloomade puhul on täheldatud, et kaadmiumiga kokkupuude sigimisperioodil vähendab arenevate folliikulite arvu ning põhjustab morfoloogilisi muutusi munarakkudes. Tagajärjena väheneb munetud munade arv ja suureneb embrüonaalne suremus, kusjuures üksikud vastupidavamad isendid võivad sündida tõsiste arenguanomaaliatega, mis ei võimalda enam täisväärtuslikku elu (ülevaade Scudiero jt, 2025).

Teiseks oluliseks raskmetalliks on elavhõbe. Lemaire jt. (2018) uuring rästiknastikutega (*Natrix maura*) Lääne-Euroopas näitas, et elavhõbeda kontsentratsioon loomade veres oli kordades suurem kui soomustelt leitud kogused, mida võib selgitada isendite toidueelistusega. Nimelt moodustavad soojematel perioodidel suure osa rästiknastiku toidust kalad, kes võivad olla otseseks põhjuseks elavhõbe kontsentratsiooni suurenemisele. Kuigi elavhõbeda otsest mõju roomajatele on vähe uuritud, on teada, et teistel loomarühmadel võib elavhõbeda mürgistus põhjustada neuroloogilisi ja endokriinseid häireid, mõjutada sigimisvõimet ning avaldada negatiivset mõju järglaste kvaliteedile (Lemaire jt, 2018).

Marco jt. (2004) leidsid, et raskmetallid mõjutavad roomajate järglasi ka keskkonna kaudu, pöörates tähelepanu sellele, et raskmetallide mõju järglastele ei ole üksnes otseselt emasorganismi kaudu edasi kantav. Nimelt täheldasid nad oma uuringus positiivset seost arseenirikaste substraatide ja sinna munetud munade arseenisisalduse vahel. Katsetes kasutatud kontsentratsioonide puhul ei täheldatud küll muutusi järglaste kasvukiiruses või suremuses, kuid leiti, et suurema arseenikontsentratsiooni korral olid järglased aeglasema liikumisvõimega, mis võib pikemas perspektiivis omada mõju isendite edukusele ja elumusele (Marco jt, 2004). Sarnaseid tulemusi on saadud ka happelise mulla mõju uurimisel, kus leiti, et kuigi happelisus ei omanud mõju roomaja munade inkubatsiooniperioodi pikkusele ega järglaste elumusele, tõi kõrge happelisus kaasa järglaste aeglasema jooksukiiruse (Marco jt, 2005).

2.4. Haigused ja parasiidid

Uuringuid, mis keskenduksid Euroopa parasvöötme soomuseliste haigustekitajatele ja nendega kaasnevatele haigusnähtudele, on märkimisväärselt vähe. Suurem osa olemasolevast teaduskirjandusest keskendub peamiselt patogeenide morfoloogiale ja taksonoomilisele kuuluvusele, samas kui haiguste kulg peremeesorganismis on jäänud fookusest välja (Kuzmin, 2003; Svitin, 2017). Seetõttu puudub ka täpne ülevaade Euroopa parasvöötmes esinevatest haigustekitajatest ja nende võimalikust ohust roomajate arvukusele, mistõttu on täiendavad uuringud hädavajalikud. Parasiitide ja patogeenide esinemissagedus Euroopas võib rahvusvahelise lemmikloomakaubanduse tõttu suureneda. Sissetoodud lestalisi troopilist päritolu roomajatel on täheldatud mitmes Euroopa riigis, ning kuigi oht nende invasiivistumisele on madal, ei saa seda täielikult välistada (Mihalca, 2015).

2.4.1. Ektoparasiidid

Roomajate peamisteks ektoparasiitideks on lestalised, kes põhjustavad mitmesuguseid vaevusi peremeesorganismis ning võivad soodustada ka endoparasiitide levikut (Gwiazdowicz ja Filip, 2009; Oppliger jt, 1996). Ektoparasiitidesse haigestumise risk on positiivses korrelatsioonis roomajate liikumisaktiivsusega, kuna suurema mobiilsusega isendid läbivad pikemaid vahemaid ja puutuvad seeläbi kokku suuremal hulgal haigustekitajatega kui paiksed isendid (Smolinský jt, 2021). Samuti suurendab haigestumistõenäosust kõrge stressitaseme, mis on sageli tingitud elupaiga kehvast kvaliteedist ning mis toob kaasa immuunsüsteemi nõrgenemise (Oppliger jt, 1998).

Euroopas on enim uuritud ektoparasiidiks maolest *Ophionyssus natricis*, kes esineb sagedamini vangistuses ja vivaariumitingimustes peetavatel madudel (Pasmans jt, 2008; Orlova jt, 2024). Tegemist on globaalselt levinud lestalisega (Pasmans jt, 2008; Kotschan jt, 2022; Orlova jt, 2024), kellega nakatumine võib põhjustada tõsiseid terviseprobleeme, sealhulgas nahakahjustusi ja -ärritusi, anoreksiat, vedelikupuudust, aneemiat ning väiksemate isendite puhul võib haigestumine lõppeda koguni surmaga (Wozniak ja DeNardo, 2000; Pasmans jt, 2008).

Lisaks on Euroopas leitud ka teisi *Ophionyssus* perekonda kuuluvad liike, nagu *O. lacertinus* ja *O. saurarum*, kes vastupidiselt maolestale parasiteerivad sisalikuliikidel (Strijbosch jt, 1980; Masan jt, 2009). *Ophionyssus saurarum* on väikest kasvu ja parasiteerib sageli roomajate kõrva- või ninaavades, mis teeb tema tuvastamise keerukamaks (Gwiazdowicz ja Filip, 2009). *Ophionyssus saurarum* tuvastati 2009. aastal Poola ja Tšehhi piirialal läbi viidud uuringus vaid kolmel kivisisalikul 30-st, andes mõista, et parasiidi levimisulatus on minimaalne (Gwiazdowicz ja Filip, 2009). Seevastu täheldati aga samal aastal Slovakkias haigustekitajat 21 rohesisalikul (*Lacerta viridis*) 28-st (Masan jt, 2009), mis paneb eelneva järelduse kahtluse alla, viidates tõsiasjale, et teatud piirkondades võivad parasiitide esinemissagedused olla oluliselt suuremad kui seni arvatud.

2.4.2. Endoparasiidid

Lisaks ektoparasiitidele leidub Euroopa parasvöötme roomajatel ka mitmesuguseid endoparasiite. Üheks selliseks haigustekitajaks on ainuraksed algloomad perekonnast *Haemogregarina*, kes parasiteerivad roomajate vererakkudes (Sorci, 1996) ning levivad nakatunud puukide ja lestade kaudu (Oppliger jt, 1996). Parasiidid tungivad erütrotsüütidesse ja modifitseerivad neid, kuniks vererakud ei ole enam võimelised hapnikku transportima. Tagajärjena väheneb hemoglobiini kontsentratsioon veres ning suureneb ebaküpsete punaliblede arv, tuues kaasa roomajate füüsilise võimekuse languse (Oppliger jt, 1996). Kui parasiit peremeesorganismi nakatab, kasutab ta osa peremeesorganismi energiast enda elutegevuseks (Sorci jt, 1996). Uuringus arusisalikuga täheldati, et parasiitidega nakatunud loom panustas rohkem energiat järglaste saamisesse kui terve isend (Sorci jt, 1996), mis toetab ka leidu, et vereparasiitide esinemissagedus on suurem just paljunemisperioodil, kui kaitsemehhanismid haigustekitaja vastu on nõrgenenud (Amo jt, 2004).

Euroopa roomajaid ohustab ka krüptosporidioos, mida põhjustab madudel algloom *Cryptosporidium serpentis* ning sisalikel *C. saurophilum* (Xiao jt, 2004). Patogeeniga nakatumine toob roomajatel kaasa mao limaskesta hüperplaasia, millega kaasneb püsiv või perioodiline oksendamine. Samuti on nii sisalike kui ka madude puhul täheldatud kroonilise soolepõletiku esinemist (Pasmans jt, 2008). Oksendamine viib tihtipeale aga kaalulanguseni,

mis on tingitud võimetusest toitu seedida, ning kuna haigusel puudub ravi, võib nakatumine sageli lõppeda näljasurmaga (Lock, 2017).

Samuti on Euroopa soomuselistel täheldatud ka kopsuparasiite perekonnast *Rhabdias* (Mihalca jt, 2010). Selle perekonna haigustekitajad satuvad peremeesorganismi naha või suu limaskestast kaudu peale toidu või vee tarbimist. Jõudes peremeesorganismi, pääseb haigustekitaja roomaja vereringesse, kust ta levib edasi kopsudesse ja areneb täiskasvanuks, põhjustades mitmeid kopsukahjustusi, sealhulgas põletikku, hingamishäireid ja koekahjustusi (Mihalca jt, 2010).

2.4.3. Nakkushaigused

Peale parasiitide on oluline käsitleda ka teisi nakkushaigusi, mille tekitajad ulatuvad bakteritest ja seentest kuni zoonootiliste patogeenideni. Üha suuremat tähelepanu pälvib seenpatogeen *Ophidiomyces ophiodiicola*, mis tungib roomajate organismi läbi kahjustada saanud sarvkihi ning põhjustab nahakahjustusi, dermatiiti, soomuste deformatsiooni ning põletikulisi muutusi lihaskoes (Franklinos jt, 2017; Allain ja Duffus, 2019). Euroopas on seda haigust leitud mitmel maoliigil, sealhulgas harilikul rästikul (*Vipera berus*), harilikul nastikul (*Natrix natrix*), veenastikul (*Natrix tessellata*) ja nastiklasel *Natrix helvetica* (Allain ja Duffus, 2019). Seniste andmete kohaselt suudab *O. ophiodiicola* nakatada vaid madusid (Franklinos jt, 2017) ning kuna hetkeseisuga ei ole piisavalt informatsiooni haiguse virulentsuse ja tema poolt põhjustatud ohu kohta, on oluline seda edaspidiselt täpsemalt uurida (Franklinos jt, 2017; Allain ja Duffus, 2019).

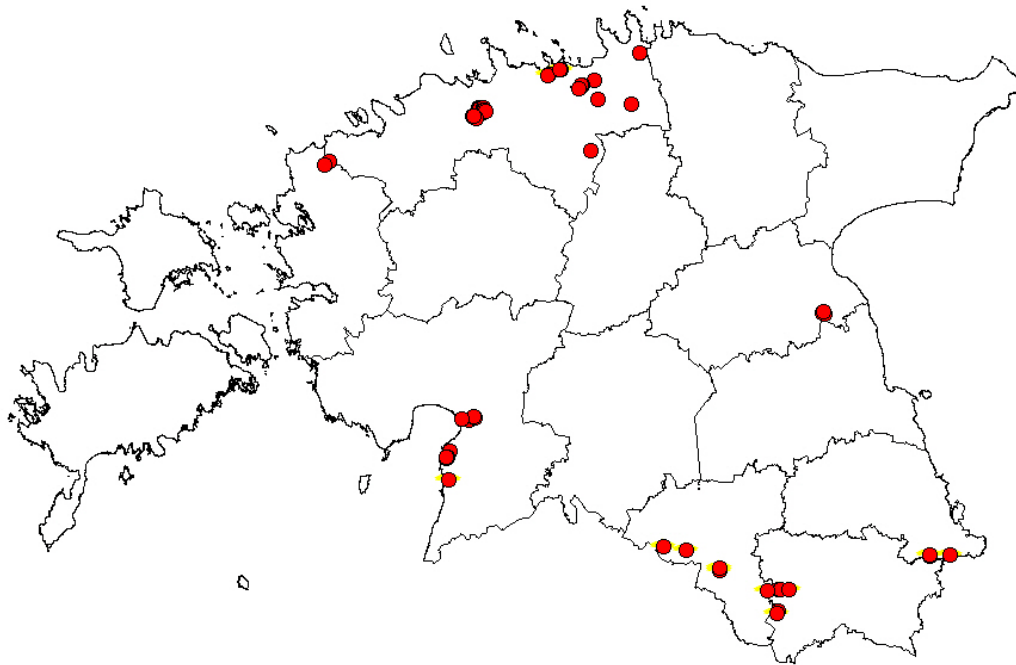
Erinevalt mõningatest spetsiifilistest haigustekitajatest ei kujuta aga kõik roomajatega seotud patogeenid endast peremeesorganismidele ohtu. Mitmetes uuringutes on leitud, et Euroopa roomajad, näiteks harilik nastik ja harilik silenastik (*Coronella austriaca*), võivad olla *Salomonella ssp.* ja *Alaria alata* kandjad, samas kui haiguskulgu ise on peremeesorganismis valdavalt asümptomaatiline (Geue ja Löschner, 2002; Pasmans jt, 2008; Zając jt, 2016; Bjelland jt, 2020).

3. Kivisisalik (*Lacerta agilis*) Eestis

Käesolev peatükk keskendub kivisisaliku arvukust ohustavatele teguritele, et pöörata tähelepanu sellele, kuidas Euroopa roomajaid mõjutavad ohutegurid avalduvad kohaliku, kaitset vajava liigi kontekstis, illustreerides teoreetilise käsitluse praktilist tähendust meie looduskeskkonnas ning rõhutades vajadust teaduspõhiste kaitsemeetmete järele.

Kivisisalik on Põhja-Euroopa suurim sisalik, kes asub Eestis oma levila põhjapiiril. Tegemist on ovipaarse roomajaga, kes vajab munade arenguks avatud ja kergesti soojenevaid liivase substraadiga elupaiku, elutsedes peamiselt luitealadel, nõmmedel ja liivakarjäärides (Keskkonnaamet, 2015). Kivisisalik, mõõdetuna ninamikust kuni kloaagiavani, võib ulatuda kuni 9 cm pikkuseks. Teda iseloomustab lühike ja lame pea, mööda selga kulgev tume triip või külgedele laienev isendispetsiifiline tähnide rida ning hele kõhualune. Sigimisperioodil saavad isasloomad iseloomuliku roheka värvuse, samas kui emasloomad jäävad pruuniks (Arnold, 2004).

Eestis kuulub kivisisalik teise kaitsekateooriasse. Eesti punase nimestiku hinnangul on aga liigi seisund ajavahemikus 2008-2018 halvenenud – kui 2008. aastal hinnati kivisisaliku seisund ohualtiks, siis 2018. aastal eriti ohustatuks (EELIS, 2025). Langeva arvukuse tõttu on kivisisalik kaitstud üle kogu Euroopa (IUCN, 2023). Kivisisalikku ohustavad kõige enam elupaikade kadumine, kinnikasvamine või ebapädev majandamine, mille tagajärjel maastiku mosaiiksus kaob ning munade arenguks sobilikud pesapaigad hävivad (Corbett ja Tamarind, 1979; Keskkonnaamet, 2015). Seniste andmete põhjal on kivisisalikke leitud 28 leiukohas Eestis, mis asuvad peamiselt Harju-, Pärnu-, Võru- ja Valgamaal, üksikuid asurkondi esineb ka Lääne-, Põlva- ja Jõgevamaal (Joonis 3). Teadaolevatest asurkondadest 10-ne seisundit hinnatakse populatsioonide säilimise seisukohast heaks, samas kui teiste puhul on vaja rakendada kaitsemeetmeid (Keskkonnaamet, 2015).



Joonis 3. Kivisalisliku leikohad Eestis 2019. aastal (Rannap ja Jürgenson, 2020).

3.1. Kivisalisliku arvukust ohustavad tegurid Eestis

Kuigi kõik eelmistes peatükkides käsitletud ohutegurid on ülekantavad ka kivisalislikule, on Eesti kontekstis kõige olulisem keskenduda elupaikade hävimisele ja nende kvaliteedi langusele. Kivisalislik on väga spetsiifiliste elupaiganõudlustega liik, kes vajab elutegevuseks mosaiikseid elupaiku, kus leidub munemiseks vajalikke liivase pinnasega avatud alasid ning varjekäitumiseks olulist mikroreljeefi (Corbett ja Tamarind, 1979; Edgar ja Bird, 2006). Selliste elupaikade hävimine põhjustab langustrende isendite arvukuses ning võib lõppeda populatsioonide väljasuremistega (Keskkonnaamet, 2015).

Kõige kriitilisema tähtsusega teguriks on sobivate elupaikade kinnikasvamine ja metsastumine, mis toimub nii loodusliku suksessiooni kui ka inimtegevuse tagajärjel (Corbett ja Tamarind, 1979; Keskkonnaamet, 2015). Liivakarjäärid on kujunenud mitmel pool Eestis kivisalislike peamisteks refuugiumiteks ja elupaikadeks, mis on suuresti tingitud kunagiste luitealade ulatuslikust metsastamisest ja sellest tingitud elupaikade kvaliteedi langusest. Paraku näevad karjääride korrastamismõuded sageli ette ammendunud

karjäärialade katmist huumusrikka pinnasega, millele järgneb okaspuudega metsastamine. Avatud liivaaladele istutatud taimestik vähendab aga munemiseks olulise lahtise liiva osakaalu ning muudab elupaigad varjuliseks, häirides nii kivisisalike termoregulatsiooni kui ka munade arengut. Okaspuude osakaalu suurenemine võib viia ka keskkonna järk-järgulise hapestumiseni, mida põhjustab okaspuumetsadele iseloomulik happeline varis (Keskkonnaamet, 2015).

Kivisisalike asurkonnad Eestis on väikesed ja isoleeritud, mida süvendab järjest enam loodusliku suksessiooni ja inimtegevuse poolt põhjustatud elupaikade killustumine ja liikumiskoridoride kadumine elupaigalaikude vahel. Populatsioonide isoleerituse kasv suurendab sugulusristumise tõenäosust ja viib geneetilise mitmekesisuse vähenemiseni. Kivisisalike emasloomad on heterogameetsed, mistõttu esineb oht, et sugulusristumise tagajärjel võivad emasorganismis kuhjuda ja avalduda retsessiivsed mutatsioonid ning sugude suhe võib nihkuda isasloomade kasuks. Eesti kontekstis on sugulusristumise mõju teadmata, kuid isoleeritud asurkondades ei saa selle esinemist kindlasti välistada (Keskkonnaamet, 2015).

Kivisisaliku populatsioonide säilimiseks on vajalik elupaikade teadlik ja sihipärane majandamine, et vältida avatud liivaalade osakaalu edasist vähenemist ning peatada populatsiooni langustrend. Ilma sihipärase kaitsekorraldusliku tegevuseta intensiivistub elupaikade kinnikasvamine ja fragmenteerumine, samas kui valede perioodidel, näiteks sisalike sigimis- või talvitumisajal, rakendatavad majandusmeetmed võivad viia vastavalt kas loodete või talvituvate isendite hukkumiseni. Maapinna tasandamine ja struktuurse mitmekesisuse vähendamine hävitab sisalikkudele eluliselt olulisi varje- ja peesituspaiku, omades seeläbi mõju sigimisedukusele ja tuues kaasa kivisisaliku arvukuse languse (Keskkonnaamet, 2015). Samuti suurendavad väheste varjepaikadega elupaigad ohtu kiskjate (linnud ja muud röövlomad) saagiks langeda (Edgar ja Bird, 2006). Paraku ei ole Eestis röövluse mõju kivisisaliku arvukusele uuritud, mistõttu röövluse kui ohuteguri tähtsust on raske hinnata (Keskkonnaamet, 2015).

Väga oluline on käsitleda ka urbaniseerumisest tingitud mõjusid. Tiheasustusalade ja teedevõrgu laienemine juba killustunud ja isoleeritud elupaikadesse vähendab nende kvaliteeti või hävitab elupaigad sootuks, tõstes populatsioonide väljasuremise riski. Lisaks

toimib laienenud teedevõrk liikumisbarjäärina ning suurendab ohtu isendite hukkumiseks maanteedel. Mõlema teguri mõju on hetkeseisuga üle-eestiliselt hinnatud väikeseks, kuid pikemas perspektiivis ja sõltuvalt asukohast võib oht olla kõrgem (Keskkonnaamet, 2015).

Urbaniseerumise ja teedevõrgu arendamise mõju ei piirdu aga ainult otsese alade hõivamisega, vaid esineb ka kaudne surve loodusvaradele, nagu liiva ja kruusa kaevandamine. Suured infrastruktuuriprojektid, sealhulgas Tallinna-Tartu-Luhamaa ning Tallinna-Pärnu-Ikla maantee ehitused ja rahvusvaheline Rail Balticu raudteetrass, vajavad suurel hulgal liiva- ja kruusavarusid, mida hangitakse peamiselt liivakarjääridest (Riigikontroll, 2022). Rail Balticu rajamine on suurendanud survet uute karjääride rajamiseks ning riigikontrolli sõnul on liiva- ja kruusavarud mitmes kohas Pärnu- ja Raplamaal jõudnud praeguse seisuga kriitilise piirini, mis ehituskoormuse kasvades suure tõenäosusega lähiaastate jooksul ka lõplikult ammenduvad (Riigikontroll, 2022).

Kivisisaliku kaitse korraldamisel on oluline, et säiliks avatud ja päikesepaistelised liivase pinnasega alad, mis on liigi elutegevuseks hädavajalikud (Edgar ja Bird, 2006). Elupaiga pindala peaks olema piisavalt suur, optimaalselt üle 10 hektari, ning seal peab leiduma sobivaid kohti nii sigimiseks, toitumiseks kui ka varjumiseks. Tähtis on ka sobivate liikumiskoridoride tagamine, mis võimaldaksid elupaikadevahelist rännet, aidates sel moel säilitada geneetilist mitmekesisust ning vältida sugulusristumist. Kui kivisisaliku võimalik elupaik satub inimtegevuse mõju alla, on äärmiselt oluline enne muutuste läbi viimist koostada põhjalik inventuur, et selgitada liigi olemasolu antud elupaigas ja vältida potentsiaalsete elupaikade hävitamist (Keskkonnaamet, 2015).

Järeldused

Euroopa paravöötme soomuselisi ohustavad mitmesugused tegurid, mille mõju ei pruugi avalduda üksikult, vaid süvenevad mitme teguri koostoimel. Roomajad on keskkonnamuutustele äärmiselt haavatavad, mis on tingitud nende väliskeskkonna tingimustega tihedalt seotud ökoloogiast ja füsioloogiast.

Kõige ulatuslikuma mõjuga ohuteguriks on elupaikade hävimine ja killustumine, mis avaldub kõige konkreetsemalt elupaiga kvaliteedi languses ja isendite isoleerituse suurenemises. Väiksemad kodupiirkonnad ja suurem isoleeritus vähendavad ressursside kättesaadavust ning tekkinud liikumisbarjäärid mõjuvad negatiivselt isendite sigimispotensiaalile ja geneetilisele mitmekesisusele, ohustades seeläbi populatsioonide jätkusuutlikkust. Elupaikade kvaliteedi langust võimendab omakorda urbaniseerumine ning sellega kaasnev teedehitus ning intensiivne põllu- ja metsamajandus. Inimtegevuse tagajärjel suurenenud taimekaitsevahendite kasutamine, keskkonda levinud saasteainete kogused ning keskkonnastressist tingitud sagedasem nakatumine parasiitidega, nõrgestavad roomajate füüsilist seisundit, mis võib hiljem avalduda järglaste arvukuse ja elumuse languses.

Oluline mõju Euroopa soomuseliste arvukusele ja populatsioonide püsima jäämisele on ka kliimamuutustel, täpsemalt keskkonna temperatuurite tõusul ja sademerežiimi muutustel. Kõrgenenud temperatuuriolud ja põuaperioodid väljenduvad kõige rängemalt isendite füsioloogilise taluvuslävendi ületamisel, mistõttu roomajad puhtfüüsiliselt ei suuda järjest soojenevas keskkonnas enam toime tulla. Lisaks mõjutavad kliimamuutused ka elupaikade mitmekesisust ja ressursirikkust, vähendades seeläbi nii toitumisvõimalusi kui ka varjupaikade hulka, kuhu roomajad saaksid kuumade temperatuuride, aga ka kiskjate eest, varjuda. Tagajärjena on roomajad sunnitud oma aktiivsuserioode lühendama, mis piirab aga partneritega kokkupuute võimalusi ning häirib sigimisprotsesse. Samuti on teada, et soojemad temperatuurid kiirendavad isendite kasvukiirust, mis toob kaasa suurenenud energiavajaduse ja eeldab intensiivsemad toiduotsingud, suurendades ülekuumenemise ohtu.

Ohutegurid ja nende mõju Euroopa soomulistele ei ole aga kõik võrdse kaaluga, vaid sõltuvad suuresti liigispetsiifilistest iseärasustest nagu elupaigaeelistus, levimis- ja

kohanemisvõime ning sigimisstrateegia. Kõrgemad temperatuurid ja muutused mikrokliimas avaldavad suuremat mõju ovipaarsetele liikidele, kelle munade areng on otseses seoses pesupaigas esinevate keskkonnatingimustega. Vivipaarsete roomajate puhul, kes suudavad varieeruvate ilmastikumuutuste mõju efektiivse termoregulatsiooni kaudu paremini kompenseerida, võib järglaste arvukusele suurema kaaluga olla hoopis vedelikupuudus ja toitainete nappus sigimisperioodil. Sama kehtib ka elupaiganõudluste kohta, kus näiteks spetsiifilistele ja jahedamatele elupaikadele spetsialiseerunud liigid on kliimasoojenemisest ning elupaikade häiringutest rohkem mõjutatud kui generalistid, kes suudavad hõivata suuremaid nišše. Spetsiifilisi elupaiku hõivavatele liikidele on omane ka kehv levimisvõime, mistõttu ei suuda nad elutingimuste halvenemisel elupaigast migreeruda, muutes nad erinevate ohutegurite suhtes veelgi haavatavamaks.

Kuigi roomajate ohutegurite uurimine on äärmiselt oluline, on antud valdkonda käsitletavaid teadusuuringuid märkimisväärselt vähe. Lisaks sellele keskendub suurem osa teaduskirjandusest vaid vähestele liigirühmadele, mis teeb ohutegurite mõju tugevuse ja ulatuse analüüsimise veelgi keerukamaks. Vajalik on läbi viia täiendavaid uuringuid, mis hõlmaksid nii erinevaid liike, sigimisstrateegiaid kui ka ohutegureid, et saada parem ülevaade roomajate seisundist Euroopa parasvöötmes nii praeguste kui ka prognoositud tulevikutingimuste juures.

Kokkuvõte

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli koondada ja analüüsida teaduskirjandust Euroopa parasvöötme soomuselisi ohustavate tegurite kohta, koostada saadud informatsiooni põhjal struktureeritud ülevaade ning lähendada saadud teadmisi Eestile, pöörates tähelepanu kohalikule ja kaitset vajavale liigile. Töö esimene peatükk kirjeldas soomuselisi ja nende sigimisstrateegiaid, teises keskenduti ohuteguritele ja nende mõjule, mille põhjal koostati ka ülevaattetabel (Lisa 2) ning kolmandas peatükis käsitleti kivisisalikku ohustavaid tegureid Eestis.

Euroopa soomuselisi ohustavaid tegureid on mitmeid, kuid nendest kõige laiaulatuslikumaks osutus elupaikade kadu ja killustumine, mis mõjutab negatiivselt kõiki roomajate elukäigu tunnuseid. Teiseks suure mõjuga ohuteguriks on kliimamuutused, eelkõige keskkonna temperatuuride tõus ja muutused sademeperioodides, mille tõttu kannatavad kõige enam roomajate füsioloogiline seisund ja sigimisedukus, viies järk-järgult populatsioonide jätkusuutlikkuse languseni. Ohutegurite poolt avaldatud mõju ei pruugi esineda iseseisvalt, vaid üldjuhul võimenduvad need erinevate tegurite koostoimel. Samuti ei mõjuta ohutegurid kõiki liike ühtmoodi, vaid mõju tugevus sõltub suuresti liigispetsiifilistest iseärasustest nagu elupaigaeelistus või sigimisstrateegia, mistõttu on ka oluline, et konkreetse liigi kaitseks rakendatakse vastavaid kaitsemeetmeid just teda ohustavate tegurite seisukohast.

Kivisisalikule keskendumine Eestis, liigi levila põhjapiiril, andis mõista, et kõige suuremaks takistuseks selle liigi populatsioonide püsijäämisele on elupaikade kadu ja killustumine metsastamise ning inimtegevuse tagajärjel. Kivisisalik vajab elutegevuseks avatud ja liivase pinnaga alasid ning seetõttu on alles jäänud asurkonnad koondunud suuresti liivakarjääridesse. Karjäärade ebapiisav majandamine või liigne loodusvarade kaevandamine viivad aga elupaigalaikude killustumiseni ja mosaiiksuse languseni, mistõttu muutuvad need väikeseks ja isoleerituks, nende kandevõime väheneb ja allesjäänud elupaigad ei suuda populatsioonide jätkusuutlikkust tagada.

Suurimaks piiranguks antud töö kirjutamisel oli teemakohaste allikate vähesus. Euroopas on soomuselisi üpris vähe uuritud ning koostatud teadustööd olid kas väga ülevaatalikud või käsitleti väga väheseid liigirühmi. Sellest tulenevalt on ka antud bakalaureusetöö pigem

ülevaatic ning käsitleb mitmeid potentsiaalseid ohutegureid, mis soomuseliste arvukusele negatiivselt mõjuvad, samas kui mõju konkreetsetele liikidele on liigispetsiifiliste uuringute vähesuse või nende puudumise tõttu oluliselt vähem käsitlest leidnud. Efektiiyse loodus- ja liigikaitse teostamiseks on vajadus täiendavate teadusuuringute järele, mis kajastaksid suuremat liikide valimit ja keskenduksid süvitsi konkreetsetele ohuteguritele ning nende poolt avaldatavale mõjule. Käesolevat tööd saab küll kasutada raamistikuna ohutegurite mõju hindamiseks, kuid looduskaitsemeetmete planeerimiseks sellest ainuüksi ei piisa.

Summary

The status of squamates (*Squamata*) in the European temperate zone and their threatening factors.

The objective of this bachelor's thesis was to compile and analyze scientific literature on the threats to reptiles in the European temperate zone, to create a structured overview based on gathered information, and to apply the knowledge to the Estonian context, with a focus on a local and endangered species. The first chapter of the paper describes squamates and their reproductive strategies, while the second focused on the threatening factors and their impact, which also served as the basis for a summary table (Appendix 2). The third chapter addressed the threats specifically affecting the sand lizard in Estonia.

There are several factors that threaten the squamates in Europe, but the most widespread proved to be habitat loss and fragmentation, which negatively affects all aspects of reptile life history. Another high-impact threat is climate change, particularly the rise in environmental temperatures and changes in precipitation patterns. These changes primarily affect the physical condition and reproductive success of reptiles, gradually leading to a decline in population sustainability. The impacts of threat factors may not occur independently, but are generally amplified by the interaction of various factors. Furthermore, these threats do not affect all species equally and in the same way, but the strength of the hazard depends largely on species-specific characteristics, such as habitat preference or reproductive strategy. Therefore, it is important that conservation measures are tailored to address the specific threats faced by individual species.

The focus on sand lizard in Estonia, at the northern edge of its range, implied that the greatest obstacle to the survival of this species' populations is habitat loss and fragmentation due to afforestation and anthropogenic activity. The sand lizard requires open areas with sandy soil for its life activities and as a result, the remaining populations are largely concentrated in sand quarries. However, inadequate management of these quarries or excessive extraction of natural resources leads to fragmentation and a decline in habitat mosaic structure. As a result, these habitats become small and isolated, their carrying capacity decreases, and they can no longer ensure the sustainability of populations.

The biggest limitation in writing this thesis was the lack of relevant literature. Reptiles remain underrepresented in European research, and existing studies tend to be either broadly general or narrowly focused on a limited number of taxa. Consequently, this bachelor's thesis adopts a more generalized perspective, addressing multiple potential threat factors that negatively affect reptile populations. However, due to the lack or absence of species-specific studies, the impact on individual species has been covered to a much lesser extent. To implement effective nature and species conservation, further research is required that includes a wider range of species and delves deeper into different threats and their impacts. While this thesis can serve as a framework for assessing the impact of threat factors, it alone is insufficient for planning conservation measures.

Tänuavaldused

Soovin tänada oma juhendajaid Martin Jürgensoni, kellega peetud arutelust kasvas välja töö üldine suund ning Riinu Rannapit, kelle asjatundlik juhendamine ja põhjalik tagasiside töö igas etapis aitasid teemal selgineda ja terviklikuks uurimistööks kujuneda. Mõlemalt juhendajalt saadud nõuanded, ideed ja kommentaarid andsid suure panuse töö valmimisse.

Kasutatud kirjandus

Viidete ja kasutatud allikate loetelu koostamisel lähtuti Tartu Ülikooli ühiskonnateaduste instituudi viitamisjuhendist.

Allain, S. ja Duffus, A. (2019). Emerging infectious disease threats to European herpetofauna. *Herpetological Journal*, 29, 189–206. <https://doi.org/10.33256/hj29.4.189-206>

Amo, L., López, P. ja Martín, J. (2004). Prevalence and intensity of haemogregarinid blood parasites in a population of the Iberian rock lizard, *Lacerta monticola*. *Parasitology Research*, 94, 290–293. <https://doi.org/10.1007/s00436-004-1212-7>

Andrews, K., Gibbons, J. ja Reeder, T. (2005). How do Highways Influence Snake Movement? Behavioral Responses to Roads and Vehicles. *Copeia*, 2005, 772–782. [https://doi.org/10.1643/0045-8511\(2005\)005\[0772:HDHISM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1643/0045-8511(2005)005[0772:HDHISM]2.0.CO;2)

Andrews, R. M. ja Mathies, T. (2000). Natural History of Reptilian Development: Constraints on the Evolution of Viviparity. *BioScience*, 50, 227–238. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2000\)050\[0227:NHORDC\]2.3.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2000)050[0227:NHORDC]2.3.CO;2)

Araújo, M. B., Thuiller, W. ja Pearson, R. G. (2006). Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. *Journal of Biogeography*, 33, 1712–1728. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01482.x>

Arnold, E. N. (2004). *Euroopa kahepaiksed ja roomajad*. Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus.

Balkenhol, N. ja Waits, L. P. (2009). Molecular road ecology: Exploring the potential of genetics for investigating transportation impacts on wildlife. *Molecular Ecology*, 18, 4151–4164. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2009.04322.x>

Beninde, J., Feldmeier, S., Werner, M., Peroverde, D., Schulte, U., Hochkirch, A. ja Veith, M. (2016). Cityscape genetics: Structural vs. functional connectivity of an urban lizard population. *Molecular ecology*, 25, 4984–5000. <https://doi.org/10.1111/mec.13810>

- Bestion, E., Teyssier, A., Richard, M., Clobert, J. ja Cote, J. (2015). Live Fast, Die Young: Experimental Evidence of Population Extinction Risk due to Climate Change. *PLOS Biology*, *13*, e1002281. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002281>
- Bjelland, A. M., Sandvik, L. M., Skarstein, M. M., Svendal, L. ja Debenham, J. J. (2020). Prevalence of Salmonella serovars isolated from reptiles in Norwegian zoos. *Acta Veterinaria Scandinavica*, *62*, 3. <https://doi.org/10.1186/s13028-020-0502-0>
- Blackburn, D. G. (1982). Evolutionary Origins of Viviparity in the Reptilia. I. Sauria. *Amphibia-Reptilia*, *3*, 185-205. <https://doi.org/10.1163/156853882X00419>
- Blackburn, D. G. (1985). Evolutionary Origins of Viviparity in the Reptilia. II. Serpentes, Amphisbaenia, and Ichthyosauria. *Amphibia-Reptilia*, *6*, 259-291. <https://doi.org/10.1163/156853885X00290>
- Blackburn, D. G. (1999). Viviparity and Oviparity: Evolution and Reproductive Strategies. E. Knobil ja J.D. Neill (toim), *Encyclopedia of Reproduction* (lk 994-1003). London: Academic press.
- Cadby, C. D., While, G. M., Hobday, A. J., Uller, T. ja Wapstra, E. (2010). Multi-scale approach to understanding climate effects on offspring size at birth and date of birth in a reptile. *Integrative Zoology*, *5*, 164–175. <https://doi.org/10.1111/j.1749-4877.2010.00201.x>
- Cafaro, P., Hansson, P. ja Götmark, F. (2022). Overpopulation is a major cause of biodiversity loss and smaller human populations are necessary to preserve what is left. *Biological Conservation*, *272*, 109646. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109646>
- Carlo, M. A., Riddell, E. A., Levy, O. ja Sears, M. W. (2018). Recurrent sublethal warming reduces embryonic survival, inhibits juvenile growth, and alters species distribution projections under climate change. *Ecology Letters*, *21*, 104–116. <https://doi.org/10.1111/ele.12877>
- Carranza, S., Arnold, E. N. ja Amat, F. (2004). DNA phylogeny of Lacerta (Iberolacerta) and other lacertine lizards (Reptilia: Lacertidae): Did competition cause long-term

- mountain restriction? *Systematics and Biodiversity*, 2, 57–77.
<https://doi.org/10.1017/S1477200004001355>
- Castilla, A. M., Van Damme, R. ja Bauwens, D. (1999). Field body temperatures, mechanisms of thermoregulation and evolution of thermal characteristics in lacertid lizards. *Natura Croatica*, 8, 253–274.
- Corbett, K. F. ja Tamarind, D. (1979). Conservation of the sand lizard, *Lacerta agilis*, by habitat management. *British Journal of Herpetology*, 5, 799–823.
- Cordier, J. M., Aguilar, R., Lescano, J. N., Leynaud, G. C., Bonino, A., Miloch, D., Loyola, R. ja Nori, J. (2021). A global assessment of amphibian and reptile responses to land-use changes. *Biological Conservation*, 253, 108863.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108863>
- Cox, N. A. ja Temple, H. J. (2009). *European red list of reptiles*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Dayananda, B., Gray, S., Pike, D. ja Webb, J. K. (2016). Communal nesting under climate change: Fitness consequences of higher incubation temperatures for a nocturnal lizard. *Global Change Biology*, 22, 2405–2414. <https://doi.org/10.1111/gcb.13231>
- Díaz, J. A., Izquierdo-Santiago, R. ja Llanos-Garrido, A. (2022). Lizard thermoregulation revisited after two decades of global warming. *Functional Ecology*, 36, 3022–3035.
<https://doi.org/10.1111/1365-2435.14192>
- Duchesne, T., Rault, P.-A., Quistinic, P., Dufrêne, M. ja Lourdais, O. (2023). Combining forest exploitation and heathland biodiversity: Edges structure drives microclimates quality and reptile abundance in a coniferous plantation. *Forest Ecology and Management*, 544, 121188. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121188>
- Dupoué, A., Rutschmann, A., Le Galliard, J. F., Miles, D. B., Clobert, J., DeNardo, D. F., Bruschi, G. A., IV ja Meylan, S. (2017). Water availability and environmental temperature correlate with geographic variation in water balance in common lizards. *Oecologia*, 185, 561–571. <https://doi.org/10.1007/s00442-017-3973-6>

- Dupoué, A., Stahlschmidt, Z. R., Michaud, B. ja Lourdais, O. (2015). Physiological state influences evaporative water loss and microclimate preference in the snake *Vipera aspis*. *Physiology & Behavior*, *144*, 82–89. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.02.042>
- Edgar, P. ja Bird, D. R. (2006). *Action Plan for the Conservation of the Sand Lizard (Lacerta agilis) in Northwest Europe*. Strasbourg: Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats.
- EELIS. (2025). Eesti liikide punane nimestik. Liikide ohustatuse hindamised. Keskkonnaagentuur. Kasutatud 15.05.2025.
- Eid, E., Awaji, M., Alnasarat, H. ja Alhiyasat, A. (2021). Perceptions and knowledge toward snakes: a study from Jordan. *Herpetological Conservation and Biology*, *16*, 345–354.
- Esseen, P.-A., Hedström Ringvall, A., Harper, K. A., Christensen, P. ja Svensson, J. (2016). Factors driving structure of natural and anthropogenic forest edges from temperate to boreal ecosystems. *Journal of Vegetation Science*, *27*, 482–492. <https://doi.org/10.1111/jvs.12387>
- Eurostat. (2007). *The use of plant protection products in the European Union, Data 1992-2003*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Franklinos, L. H. V., Lorch, J. M., Bohuski, E., Rodriguez-Ramos Fernandez, J., Wright, O. N., Fitzpatrick, L., Petrovan, S., Durrant, C., Linton, C., Baláz, V., Cunningham, A. A. ja Lawson, B. (2017). Emerging fungal pathogen *Ophidiomyces ophiodiicola* in wild European snakes. *Scientific Reports*, *7*, 3844. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-03352-1>
- Geue, L. ja Löschner, U. (2002). *Salmonella enterica* in reptiles of German and Austrian origin. *Veterinary Microbiology*, *84*, 79–91. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(01\)00437-0](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(01)00437-0)
- Guillette, L. J. (1993). The Evolution of Viviparity in Lizards. *BioScience*, *43*, 742–751. <https://doi.org/10.2307/1312318>

- Gwiazdowicz, D. ja Filip, K. (2009). *Ophionyssus saurarum* (Acari, Mesostigmata) infecting *Lacerta agilis* (Reptilia, Lacertidae). *Wiadomości parazytologiczne*, *55*, 61–62.
- Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., Lovejoy, T. E., Sexton, J. O., Austin, M. P., Collins, C. D., Cook, W. M., Damschen, E. I., Ewers, R. M., Foster, B. L., Jenkins, C. N., King, A. J., Laurance, W. F., Levey, D. J., Margules, C. R., ... Townshend, J. R. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, *1*, e1500052. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052>
- Horváthová, T., Cooney, C. R., Fitze, P. S., Oksanen, T. A., Jelić, D., Ghira, I., Uller, T. ja Jandzik, D. (2013). Length of activity season drives geographic variation in body size of a widely distributed lizard. *Ecology and Evolution*, *3*, 2424–2442. <https://doi.org/10.1002/ece3.613>
- Huey, R. B. ja Slatkin, M. (1976). Cost and Benefits of Lizard Thermoregulation. *The Quarterly review of biology*, *51*, 363–384. <https://doi.org/10.1086/409470>
- IUCN. (2023). *Lacerta agilis*. IUCN Red List of Threatened Species. Kasutatud 13.05.2025, <https://www.iucnredlist.org/species/157288/207994671>
- James, C. D. ja Whitford, W. G. (1994). An Experimental Study of Phenotypic Plasticity in the Clutch Size of a Lizard. *Oikos*, *70*, 49–56. <https://doi.org/10.2307/3545698>
- Jofré, G. M., Warn, M. R. ja Reading, C. J. (2016). The role of managed coniferous forest in the conservation of reptiles. *Forest Ecology and Management*, *362*, 69–78. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.11.044>
- Jones, M. E., Anderson, C. L., Hipsley, C. A., Müller, J., Evans, S. E. ja Schoch, R. R. (2013). Integration of molecules and new fossils supports a Triassic origin for Lepidosauria (lizards, snakes, and tuatara). *BMC Evolutionary Biology*, *13*, 208. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-13-208>
- Keskkonnaamet. (2015). *Kivisalisliku (Lacerta agilis) kaitse tegevuskava*. Kasutatud 13.05.2025, <https://infoleht.keskkonnainfo.ee/getdok/-585686070>
- Kiili, J. (1996). *Kahepaiksed ja roomajad*. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli trükikoda.

- Kontschan, J., Urszan, T. ja Hornok, S. (2022). First Record of Two New Pet-Associated Parasitic Mites (acari Mesostigmata Laelapidae and Macronyssidae) from Hungary. *REDIA-JOURNAL OF ZOOLOGY*, 105, 17–19. <https://doi.org/10.19263/REDIA-105.22.03>
- Kuzmin, Y. (2003). *Rhabdias japalurae* sp. Nov. (Nematoda, Rhabdiasidae) from the japalures (Reptilia, Agamidae) and some notes on other *Rhabdias* spp. from lizards. *Acta Parasitologica*, 48, 6–11.
- Larson, C. L., Reed, S. E. ja Crooks, K. R. (2024). Reptile responses to outdoor recreation in urban habitat fragments. *Urban Ecosystems*, 27, 453–468. <https://doi.org/10.1007/s11252-023-01464-3>
- Le Roux, G., Guillon, M., Bernard, L., de Haro, L., Lourdais, O. ja Descatha, A. (2023). What drives the risk of being bitten by a viper? A fine spatial scale study in western France. *Toxicon*, 228, 107130. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2023.107130>
- Lemaire, J., Bustamante, P., Olivier, A., Lourdais, O., Michaud, B., Boissinot, A., Galán, P. ja Brischoux, F. (2018). Determinants of mercury contamination in viperine snakes, *Natrix maura*, in Western Europe. *Science of The Total Environment*, 635, 20–25. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.029>
- Levy, O., Buckley, L. B., Keitt, T. H., Smith, C. D., Boateng, K. O., Kumar, D. S. ja Angilletta, M. J. (2015). Resolving the life cycle alters expected impacts of climate change. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282, 20150837. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.0837>
- Lock, B. (2017). *Cryptosporidiosis in Lizards and Snakes*. Veterinary Partner. Kasutatud 07.05.2025, <https://veterinarypartner.vin.com/default.aspx?pid=19239&id=8017855>
- Lorenzon, P., Clobert, J., Oppliger, A. ja John-Alder, H. (1999). Effect of water constraint on growth rate, activity and body temperature of yearling common lizard (*Lacerta vivipara*). *Oecologia*, 118, 423–430. <https://doi.org/10.1007/s004420050744>
- Lourdais, O., Lориoux, S., Dupoué, A., Wright, C. ja DeNardo, D. F. (2015). Embryonic water uptake during pregnancy is stage- and fecundity-dependent in the snake *Vipera aspis*.

Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology, 189, 102–106. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2015.07.019>

Lourdais, O., Shine, R., Bonnet, X., Guillon, M. ja Naulleau, G. (2004). Climate affects embryonic development in a viviparous snake, *Vipera aspis*. *Oikos*, 104, 551–560. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2004.12961.x>

Marco, A., López-Vicente, M. ja Pérez-Mellado, V. (2004). Arsenic Uptake by Reptile Flexible-Shelled Eggs from Contaminated Nest Substrates and Toxic Effect on Embryos. *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology*, 72, 983–990. <https://doi.org/10.1007/s00128-004-0340-1>

Marco, A., López-Vicente, M. ja Pérez-Mellado, V. (2005). Soil Acidification Negatively Affects Embryonic Development of Flexible-shelled Lizard Eggs. *The Herpetological Journal*, 15, 107–111.

Marquis, O., Massot, M. ja Le Galliard, J. F. (2008). Intergenerational Effects of Climate Generate Cohort Variation in Lizard Reproductive Performance. *Ecology*, 89, 2575–2583. <https://doi.org/10.1890/07-1211.1>

Masan, P., Václav, R. ja Prokop, P. (2009). First record of the lizard-parasitizing mite, *Ophionyssus saurarum* (Acari: Macronyssidae) in Slovakia. *Entomofauna Carpathica*, 10.

Meek, R. (2017). Repeated use of roadside tunnels of the European mole (*Talpa europea*) as a communal nesting area by grass snakes, *Natrix natrix*: Are there thermal benefits? *Herpetological Bulletin*, 139, 16–19.

Meeussen, C., Govaert, S., Vanneste, T., Calders, K., Bollmann, K., Brunet, J., Cousins, S. A. O., Diekmann, M., Graae, B. J., Hedwall, P.-O., Krishna Moorthy, S. M., Iacopetti, G., Lenoir, J., Lindmo, S., Orczewska, A., Ponette, Q., Plue, J., Selvi, F., Spicher, F., ... De Frenne, P. (2020). Structural variation of forest edges across Europe. *Forest Ecology and Management*, 462, 117929. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.117929>

- Meylan, S., Miles, D. B. ja Clobert, J. (2012). Hormonally mediated maternal effects, individual strategy and global change. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 367, 1647–1664. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0020>
- Mihalca, A. D. (2015). Ticks imported to Europe with exotic reptiles. *Veterinary Parasitology*, 213, 67–71. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.03.024>
- Mihalca, A. D., Miclăuș, V. ja Lefkaditis, M. (2010). Pulmonary Lesions caused by the Nematode *Rhabdias fuscovenosa* in a Grass Snake, *Natrix natrix*. *Journal of Wildlife Diseases*, 46, 678–681. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-46.2.678>
- Mingo, V., Lötters, S. ja Wagner, N. (2016). Risk of pesticide exposure for reptile species in the European Union. *Environmental Pollution*, 215, 164–169. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.05.011>
- Mullu, D. (2016). A Review on the Effect of Habitat Fragmentation on Ecosystem. *Journal of Natural Sciences Research*, 6, 1-15.
- Nasrabadi, R., Rastegar-Pouyani, N., Pouyani, E., Kami, H. G., Gharzi, A. ja Hosseinian, S. (2017). The effects of climate change on the distribution of European glass lizard *Pseudopus apodus* (PALLAS, 1775) in Eurasia. *Ecological Research*, 33, 199-204. <https://doi.org/10.1007/s11284-017-1530-8>
- Noble, D. W. A., Stenhouse, V. ja Schwanz, L. E. (2018). Developmental temperatures and phenotypic plasticity in reptiles: A systematic review and meta-analysis. *Biological Reviews*, 93, 72–97. <https://doi.org/10.1111/brv.12333>
- Ockleford, C., Adriaanse, P., Berny, P., Brock, T., Duquesne, S., Grilli, S., Hernandez-Jerez, A. F., Bennekou, S. H., Klein, M., Kuhl, T., Laskowski, R., Machera, K., Pelkonen, O., Pieper, S., Stemmer, M., Sundh, I., Teodorovic, I., Tiktak, A., Topping, C. J., ... Smith, R. H. (2018). Scientific Opinion on the state of the science on pesticide risk assessment for amphibians and reptiles. *EFSA Journal*, 16, e05125. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5125>

- O'Malley, B. (2005). Chapter 4—Lizards. B. O'Malley (toim), *Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species* (lk 57–75). W.B. Saunders.
<https://doi.org/10.1016/B978-070202782-6.50007-7>
- Oppliger, A., Célérier, M. L. ja Clobert, J. (1996). Physiological and behaviour changes in common lizards parasitized by haemogregarines. *Parasitology*, *113*, 433–438.
<https://doi.org/10.1017/S003118200008149X>
- Oppliger, A., Clobert, J., Lecomte, J., Lorenzon, P., Boudjemadi, K. ja John-Alder, H. B. (1998). Environmental stress increases the prevalence and intensity of blood parasite infection in the common lizard *Lacerta vivipara*. *Ecology Letters*, *1*, 129–138.
<https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.1998.00028.x>
- Orlova, M. V., Halliday, B., Reeves, W. K., Doronin, I. V., Mischenko, V. A., Vyalykh, I. V. ja Kidov, A. A. (2024). Review of the distribution and biology of the snake mite *Ophionyssus natricis* (Acari: Macronyssidae). *Acarologia*, *64*, 637–653.
<https://doi.org/10.24349/gmr0-8m9o>
- Ortega, Z., Mencía, A. ja Pérez-Mellado, V. (2016a). Are mountain habitats becoming more suitable for generalist than cold-adapted lizards thermoregulation? *PeerJ*, *4*, e2085.
<https://doi.org/10.7717/peerj.2085>
- Ortega, Z., Mencía, A. ja Pérez-Mellado, V. (2016b). The peak of thermoregulation effectiveness: Thermal biology of the Pyrenean rock lizard, *Iberolacerta bonnali* (Squamata, Lacertidae). *Journal of Thermal Biology*, *56*, 77–83.
<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2016.01.005>
- Pasmans, F., Blahak, S., Martel, A. ja Pantchev, N. (2008). Introducing reptiles into a captive collection: The role of the veterinarian. *The Veterinary Journal*, *175*, 53–68.
<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2006.12.009>
- Paterson, J. E., Baxter-Gilbert, J., Beaudry, F., Carstairs, S., Chow-Fraser, P., Edge, C. B., Lentini, A. M., Litzgus, J. D., Markle, C. E., McKeown, K., Moore, J. A., Refsnider, J. M., Riley, J. L., Rouse, J. D., Seburn, D. C., Zimmerling, J. R. ja Davy, C. M.

- (2019). Road avoidance and its energetic consequences for reptiles. *Ecology and Evolution*, 9, 9794–9803. <https://doi.org/10.1002/ece3.5515>
- Pauli, B. D., Money, S. ja Sparling, D. W. (2010). Ecotoxicology of pesticides in reptiles. D. W. Sparling, G. Linder, C. A. Bishop ja S. K. Krest (toim), *Ecotoxicology of amphibians and reptiles, Second edition* (lk 203-224). CRC Press.
- Pough, F. H. (2013). Reptiles, Biodiversity of. S. A. Levin (toim), *Encyclopedia of Biodiversity (Second edition)* (lk 400–413). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00162-3>
- Rannap, R. ja Jürgenson, M. (2020). Kivisalisliku (*Lacerta agilis*) kaitse tegevuskava. Keskkonnaamet.
- Reading, C. J. ja Jofré, G. M. (2018). The relative performance of smooth snakes inhabiting open heathland and conifer plantations. *Forest Ecology and Management*, 427, 333–341. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.06.020>
- Reedy, A. M., Zaragoza, D. ja Warner, D. A. (2013). Maternally chosen nest sites positively affect multiple components of offspring fitness in a lizard. *Behavioral Ecology*, 24, 39–46. <https://doi.org/10.1093/beheco/ars133>
- Reisz, R. R., Modesto, S. P. ja Scott, D. M. (2011). A new Early Permian reptile and its significance in Early Pliosaurid evolution. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278, 3731–3737. Scopus. <https://doi.org/10.1098/rspb.2011.0439>
- Remón, N., Galán, P. ja Naveira, H. (2012). Chronicle of an extinction foretold: Genetic properties of an extremely small population of *Iberolacerta monticola*. *Conservation Genetics*, 13, 131–142. <https://doi.org/10.1007/s10592-011-0272-3>
- Riigikontroll. (2022). *Riigikontroll: Kui Eesti tahab Rail Balticut ja uusi maanteid, tuleb avada uusi karjääre.* Kasutatud 12.05.2025, <https://www.riigikontroll.ee/Suhtedavalikkusega/Pressiteated/tabid/168/557GetPage/1/557Year/-1/ItemId/2382/amid/557/language/et-EE/Default.aspx>

- Schlaepfer, M. A., Runge, M. C. ja Sherman, P. W. (2002). Ecological and evolutionary traps. *Trends in Ecology & Evolution*, *17*, 474–480. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(02\)02580-6](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(02)02580-6)
- Schreuder, E. ja Clusella-Trullas, S. (2016). Exotic trees modify the thermal landscape and food resources for lizard communities. *Oecologia*, *182*, 1213–1225. <https://doi.org/10.1007/s00442-016-3726-y>
- Scudiero, R., Chianese, T., Cretì, P. ja Rosati, L. (2025). Risk Assessment Arising from the Exposure of Terrestrial Vertebrates to Soil Contamination: Learning from Field Lizards of the Podarcis Genus. *Journal of Xenobiotics*, *15*, 21. <https://doi.org/10.3390/jox15010021>
- Sillero, N., Campos, J., Bonardi, A., Corti, C., Creemers, R., Crochet, P.-A., Isailović, J. C., Denoël, M., Ficetola, G. F., Gonçalves, J., Kuzmin, S., Lymberakis, P., Pous, P., Rodríguez, A., Sindaco, R., Speybroeck, J., Toxopeus, B., Vieites, D. R. ja Vences, M. (2014). Updated distribution and biogeography of amphibians and reptiles of Europe. *Amphibia-Reptilia*, *35*, 1-31. <https://doi.org/10.1163/15685381-00002935>
- Sinervo, B., Méndez-de-la-Cruz, F., Miles, D. B., Heulin, B., Bastiaans, E., Villagrán-Santa Cruz, M., Lara-Resendiz, R., Martínez-Méndez, N., Calderón-Espinosa, M. L., Meza-Lázaro, R. N., Gadsden, H., Avila, L. J., Morando, M., De la Riva, I. J., Sepulveda, P. V., Rocha, C. F. D., Ibargüengoytía, N., Puntriano, C. A., Massot, M., ... Sites, J. W. (2010). Erosion of Lizard Diversity by Climate Change and Altered Thermal Niches. *Science*, *328*, 894–899. <https://doi.org/10.1126/science.1184695>
- Smolinský, R., Hiadlovská, Z. ja Martínková, N. (2021). Ectoparasite load increase in reproductively active sand lizards. *Journal of Vertebrate Biology*, *70*, 20128.1-9. <https://doi.org/10.25225/jvb.20128>
- Sorci, G. (1996). Patterns of Haemogregarine Load, Aggregation and Prevalence as a Function of Host Age in the Lizard *Lacerta vivipara*. *The Journal of Parasitology*, *82*, 676–678. <https://doi.org/10.2307/3283807>

- Sorci, G., Clobert, J. ja Michalakis, Y. (1996). Cost of Reproduction and Cost of Parasitism in the Common Lizard, *Lacerta vivipara*. *Oikos*, 76, 121–130. <https://doi.org/10.2307/3545754>
- Strijbosch, H., Bonnemayer, J. J. A. M. ja Dietvorst, P. J. M. (1980). The Northernmost Population of *Podarcis muralis* (Lacertilia, Lacertidae). *Amphibia-Reptilia*, 1, 161–172. <https://doi.org/10.1163/156853880X00150>
- Svitin, R. (2017). Article Two new species of *Oswaldocruzia* (Nematoda, Molineidae) parasitising lizards in Ukraine. *Zootaxa*, 4263, 358–368. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4263.2.9>
- Zajac, M., Wasyl, D., Różycki, M., Bilska-Zajac, E., Fafiński, Z., Iwaniak, W., Krajewska, M., Hoszowski, A., Konieczna, O., Fafińska, P. ja Szulowski, K. (2016). Free-living snakes as a source and possible vector of *Salmonella* spp. And parasites. *European Journal of Wildlife Research*, 62, 161–166. <https://doi.org/10.1007/s10344-016-0988-y>
- Tinkle, D. W. ja Gibbons, J. W. (1977). *The Distribution and Evolution of Viviparity in Reptiles*. Ann Arbor: Museum of Zoology, University of Michigan.
- Todd, B. D. ja Andrews, K. M. (2008). Response of a reptile guild to forest harvesting. *Conservation Biology*, 22, 753–761. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00916.x>
- Tracy, C. R. (1980). Water Relations of Parchment-Shelled Lizard (*Sceloporus undulatus*) Eggs. *Copeia*, 1980, 478–482. <https://doi.org/10.2307/1444525>
- Valitsustevaheline Kliimamuutuste Nõukogu (IPCC). (2023). Europe. *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (lk 1817–1928). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.015>

- Villa, A. ja Delfino, M. (2019). Fossil lizards and worm lizards (Reptilia, Squamata) from the Neogene and Quaternary of Europe: An overview. *Swiss Journal of Palaeontology*, 138, 177–211. <https://doi.org/10.1007/s13358-018-0172-y>
- Vitt, L. J. ja Caldwell, J. P. (2014). Chapter 22—Squamates—Part II. Snakes. L. J. Vitt ja J. P. Caldwell (toim), *Herpetology (Fourth Edition)* (lk 597–628). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386919-7.00022-8>
- Voosen, P. (2021). Global temperatures in 2020 tied record highs. *Science*, 371, 334–335. <https://doi.org/10.1126/science.371.6527.334>
- Wagner, N., Mingo, V., Schulte, U. ja Lötters, S. (2015). Risk evaluation of pesticide use to protected European reptile species. *Biological Conservation*, 191, 667–673. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.08.002>
- Wang, Y., Zeng, Z.-G., Li, S.-R., Bi, J.-H. ja Du, W.-G. (2016). Low precipitation aggravates the impact of extreme high temperatures on lizard reproduction. *Oecologia*, 182, 961–971. <https://doi.org/10.1007/s00442-016-3727-x>
- Weber, H. ja Sciubba, J. D. (2019). The Effect of Population Growth on the Environment: Evidence from European Regions. *European Journal of Population*, 35, 379–402. <https://doi.org/10.1007/s10680-018-9486-0>
- Weir, S. M., Suski, J. G. ja Salice, C. J. (2010). Ecological risk of anthropogenic pollutants to reptiles: Evaluating assumptions of sensitivity and exposure. *Environmental Pollution*, 158, 3596–3606. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2010.08.011>
- Westphal, N., Mahlow, K., Head, J. J. ja Müller, J. (2019). Pectoral myology of limb-reduced worm lizards (Squamata, Amphisbaenia) suggests decoupling of the musculoskeletal system during the evolution of body elongation. *BMC Evolutionary Biology*, 19, 16. <https://doi.org/10.1186/s12862-018-1303-1>
- Worthington-Hill, J. O. ja Gill, J. A. (2019). Effects of large-scale heathland management on thermal regimes and predation on adders *Vipera berus*. *Animal Conservation*, 22, 481–492. <https://doi.org/10.1111/acv.12489>

- Wozniak, E. ja DeNardo, D. (2000). The Biology, Clinical Significance and Control of the Common Snake Mite, *Ophionyssus natricis*, in Captive Reptiles. *J Herpe Med Surg*, *10*, 4–10. <https://doi.org/10.5818/1529-9651-10.3.4>
- Xiao, L., Ryan, U. M., Graczyk, T. K., Limor, J., Li, L., Kombert, M., Junge, R., Sulaiman, I. M., Zhou, L., Arrowood, M. J., Koudela, B., Modrý, D. ja Lal, A. A. (2004). Genetic Diversity of *Cryptosporidium* spp. in Captive Reptiles. *Applied and Environmental Microbiology*, *70*, 891–899. <https://doi.org/10.1128/AEM.70.2.891-899.2004>
- Young, J., Watt, A., Nowicki, P., Alard, D., Clitherow, J., Henle, K., Johnson, R., Laczko, E., McCracken, D., Matouch, S., Niemela, J. ja Richards, C. (2005). Towards sustainable land use: Identifying and managing the conflicts between human activities and biodiversity conservation in Europe. *Biodiversity and Conservation*, *14*, 1641–1661. <https://doi.org/10.1007/s10531-004-0536-z>

Lisa 1. Ülevaattetabel Euroopa parasvöötme soomuselistest

Sugukond	Liik	Eestikeelne vaste	Sigimistüüp	Levila Euroopa parasvöötmes
Agaamlased (<i>Agamidae</i>)	<i>Paralaudakia caucasia</i>		ovipaaria	Suur-Kaukasuse idaosa Lõuna-Venemaal
	<i>Phrynocephalus guttatus</i>		ovipaaria	Lõuna-Venemaa, Lääne-Kasahstan
	<i>Phrynocephalus mystaceus</i>		ovipaaria	Lõuna-Venemaa
Vaskuslased (<i>Anguidae</i>)	<i>Anguis colchica</i>		vivipaaria	Ida-Euroopa Kesk-Soomest Bulgaariani
	<i>Anguis fragilis</i>	vaskuss	vivipaaria	Lõuna-Skandinaaviast Põhja-Hispaaniani, idapiiriks Ungari ja Bulgaaria
	<i>Anguis veronensis</i>		vivipaaria	Itaalia
	<i>Pseudopus apodus</i>	harilik rüüvaskuss	ovipaaria	Lõuna-Ukraina, Lõuna-Venemaa
Boalased (<i>Boidae</i>)	<i>Eryx jaculus</i>	lääne-liivaboa	vivipaaria	Lõuna-Venemaa, Rumeenia ida- ja lõunapiir
	<i>Eryx miliaris</i>		vivipaaria	Lõuna-Venemaa, Lääne-Kasahstan
Nastiklased (<i>Colubridae</i>)	<i>Coronella austriaca</i>	harilik silenastik	vivipaaria	Suurem osa Euroopast, vähem Baltikumis ja Soomes

<i>Coronella girondica</i>	lõuna-silenastik	ovipaaria	Põhja-Hispaania, Lõuna-Prantsusmaa, Loode-Itaalia
<i>Dolichophis caspius</i>	koldkõht-vilbasnastik	ovipaaria	Kagu-Euroopa
<i>Eirenis modestus</i>	vagur eirenis	ovipaaria	Suur-Kaukasuse kirdeosa Lõuna-Venemaal
<i>Elaphe dione</i>	mustriline roninastik	vivipaaria	Ida-Ukraina, Lõuna-venemaa, Lääne-Kasahstan
<i>Elaphe sauromates</i>		ovipaaria	Kagu-Euroopa
<i>Hemorrhois ravergieri</i>		ovipaaria	Lõuna-Venemaa
<i>Hierophis viridiflavus</i>	rohekas vilbasnastik	ovipaaria	Kirde-Hispaania, Lõuna- ja Kesk-Prantsusmaa, Šveitsi lõunapiir, Itaalia
<i>Natrix helvetica</i>		ovipaaria	Inglismaa, Lääne-Euroopa mandriosast Saksamaa ja Itaaliani, v.a Pürenee poolsaar
<i>Natrix maura</i>	rästiknastik	ovipaaria	Hispaaniast Kesk-Prantsusmaa ja Lääne-Itaaliani
<i>Natrix natrix</i>	harilik nastik	ovipaaria	Pea kogu Euroopa, levila läänepiiriks Saksamaa ja Põhja-Itaalia

	<i>Natrix tessellata</i>	veenastik	ovipaaria	Lõuna- ja Ida-Euroopa
	<i>Platyceps najadum</i>	oliivjas vilbasastik	ovipaaria	Suur-Kaukasuse põhjakülg Lõuna-Venemaal
	<i>Zamenis longissimus</i>	eskulaabironinastik	ovipaaria	Prantsusmaa, Lõuna-Euroopa, Suur-Kaukasuse lääneosa Lõuna-Venemaal, fragmenteerunult Saksamaal, Tšehhis ja Ukrainas
	<i>Zamenis situla</i>	leopardroninastik	ovipaaria	Lõuna-Ukraina (Krimmi poolsaare lõunaosa)
Gekolased (<i>Gekkonidae</i>)	<i>Mediodactylus danilewskii</i>		ovipaaria	Kagu-Bulgaaria, Lõuna-Ukraina
Sisaliklased (<i>Lacertidae</i>)	<i>Darevskia alpina</i>		ovipaaria	Suur-Kaukasuse lääneosa Lõuna-Venemaal
	<i>Darevskia brauneri</i>		ovipaaria	Suur-Kaukasuse lääneosa Lõuna-Venemaal
	<i>Darevskia caucasica</i>		ovipaaria	Suur-Kaukasuse põhjakülg Lõuna-Venemaal
	<i>Darevskia daghestanica</i>		ovipaaria	Suur-Kaukasuse ida-põhjakülg Lõuna-Venemaal
	<i>Darevskia lindholmi</i>		ovipaaria	Lõuna-Ukraina (Krimmi poolsaare lõunaosa)

<i>Darevskia praticola</i>	aasasisalik	ovipaaria	Rumeenia, Serbia ja Bulgaaria piiriala, Lõuna-Venemaa
<i>Darevskia rudis</i>		ovipaaria	Suur-Kaukasuse põhjakülg Lõuna-Venemaal
<i>Darevskia saxicola</i>	kaljusisalik	ovipaaria	Suur-Kaukasuse põhjakülg Lõuna-Venemaal
<i>Eremias arguta</i>	mitmevärviline sibalik	ovipaaria	Lõuna-Venemaa, Lääne-Kasahstan, Ukraina sisemaa ja lõunaosa, Ida-Moldova
<i>Eremias velox</i>		ovipaaria	Lõuna-Venemaa, Lääne-Kasahstan
<i>Iberolacerta horvathi</i>	horvaatia kaljusisalik	ovipaaria	Austria, Sloveenia ja Itaalia piiriala
<i>Iberolacerta monticola</i>	ibeeria mägisisalik	ovipaaria	Loode-Hispaania
<i>Lacerta agilis</i>	kivisisalik	ovipaaria	Suurem osa Euroopast, v.a Pürenee poolsaar ja Itaalia
<i>Lacerta bilineata</i>		ovipaaria	Edela-Euroopa, Põhja-Hispaania, fragmenteerunult Saksamaal
<i>Lacerta diplochondrodes</i>		ovipaaria	Ida-Rumeenia, Ida-Bulgaaria

<i>Lacerta schreiberi</i>	ibeeria smaragdsisalik	ovipaaria	Põhja-Hispaania
<i>Lacerta strigata</i>		ovipaaria	Lõuna-Venemaa
<i>Lacerta viridis</i>	rohesisalik	ovipaaria	Balkani poolsaar kuni Tšehhi ja Ukraina lõunaosani, fragmenteerunult Ida-Saksamaal ja Põhja-Tšehhis
<i>Podarcis bocagei</i>	bocage müürisisalik	ovipaaria	Loode-Hispaania
<i>Podarcis liolepis</i>		ovipaaria	Põhja-Hispaania, Lõuna-Prantsusmaa
<i>Podarcis muralis</i>	harilik müürisisalik	ovipaaria	Lääne-, Kesk- ja Lõuna-Euroopa
<i>Podarcis siculus</i>	itaalia müürisisalik	ovipaaria	Itaalia, Sloveenia rannik
<i>Podarcis tauricus</i>	balkani müürisisalik	ovipaaria	Balkani poolsaare lõunaosa, Lõuna- Ukraina, Ungari sisemaa
<i>Zootoca carniolica</i>		ovipaaria ja vivipaaria	Põhja-Itaalia, Lääne-Sloveenia
<i>Zootoca vivipara</i>	arusisalik	ovipaaria ja vivipaaria	Suurem osa Euroopast, vähem Balkani poolsaarel ja Lõuna- Prantsusmaal, kagupiiriks Ukraina
<i>Timon lepidus</i>	silmlaik-sisalik	ovipaaria	Põhja-Hispaania, Lõuna-Prantsusmaa

<i>Phyllodactylidae</i>	<i>Tarentola mauritanica</i>	harilik müürigeko	ovipaaria	Itaalia, Lääne-Sloveenia, Lõuna-Prantsusmaa
<i>Psammophiidae</i>	<i>Malpolon insignitus</i>		ovipaaria	Lõuna-Sloveenia, Lõuna-Venemaa
Skinklased (<i>Scincidae</i>)	<i>Ablepharus kitaibelii</i>	euroopa liitsõbalik	ovipaaria	Bulgaaria, Serbia, Lõuna-Rumeenia, Slovakkia ja Ungari piiriala
	<i>Chalcides striatus</i>	triibuline rullskink	vivipaaria	Hispaania
Rästiklased (<i>Viperidae</i>)	<i>Vipera ammodytes</i>	nokisrästik	vivipaaria	Kirde-Itaalia, Sloveenia, Edela- ja Kagu-Rumeenia, Lõuna-Serbia, Bulgaaria
	<i>Vipera aspis</i>	aspisrästik	vivipaaria	Põhja-Hispaania, Prantsusmaa, Šveits, Itaalia
	<i>Vipera berus</i>	harilik rästik	vivipaaria	Kogu Euroopa v.a Pürenee poolsaar
	<i>Vipera dinniki</i>		vivipaaria	Suur-Kaukasuse Lõuna-Venemaal
	<i>Vipera kaznakovi</i>		vivipaaria	Suur-Kaukasuse lääneosa Lõuna-Venemaal
	<i>Vipera lotievi</i>		vivipaaria	Suur-Kaukasuse põhjakülge Lõuna-Venemaal
	<i>Vipera orlovi</i>		vivipaaria	Suur-Kaukasuse lääneosa Lõuna-Venemaal

<i>Vipera renardi</i>		vivipaaria	Lääne- ja Lõuna-Ukraina, Lõuna-Venemaa, Lääne-Kasahstan
<i>Vipera seoanei</i>	seoane rästik	vivipaaria	Põhja-Hispaania
<i>Vipera ursinii</i>	stepirästik	vivipaaria	Rumeenia, Moldova ja Ukraina piirialad, fragmenteerunult Ungaris

Lisa 2. Koondtabel Euroopa parasvöötme soomuselisi ohustavatest teguritest ning nende mõjust.

Ohutegur	Mõju	Selgitus	Allikas
Keskonna temperatuuride tõus	Termoregulatsioonihäired	Kõrgenenud temperatuurid ei võimalda roomajatel efektiivselt oma kehatemperatuuri reguleerida	Castilla jt, 2019; Díaz jt, 2022
	Varjepaikade efektiivsuse langus	Varjualad ei taga kõrgenenud temperatuuride puhul enam piisavalt jahtumisvõimalusi	Díaz jt, 2022
	Ülekuumenemise risk	Kõrgemad temperatuurid kiirendavad noorjarkude kasvukiirust ja tõstavad isendite energiavajadust, mis eeldab toiduotsingute sagenemist, suurendades ülekuumenemise riski	Sinervo jt, 2010
	Limiteeritud aeg toitumiseks ja sigimiskäitumiseks	Roomajad kulutavad kauem aega varjepaikades jahtumiseks, et vältida ülekuumenemise riski	Sinervo jt, 2010
	Nihked sigimiskäitumises	Sigimis- ja pesitsemisperioodid algavad kliimamuutuste tõttu ajaliselt ja vanuseliselt varem	Lourdais jt, 2004; Bestion jt, 2015; Díaz jt, 2022
	Munemispaikade vähenemine	Pesapaigad muutuvad kõrgenenud temperatuuride juures liiga kuumaks ja munade arengu jaoks ebasobilikuks	Levy jt, 2015; Dayananda jt, 2016
	Noorjarkude elujõulisuse langus	Kliimamuutustest tingitud varieeruvused inkubatsiooniperioodis	Carlo jt, 2018; Noble jt; 2018

	Muutused embrüonaalses arengus	Kuumastressist tingitud hormonaalsed muutused emasorganismis mõjutavad järglaste embrüonaalset arengut	Meylan jt, 2012
	Elupaigalaikude nihkumine mööda pikkus-, laius- ja kõrgusgradienti	Elupaigalaikude nihkumine suurendab väljasuremisohtu, sest kehva kohanemisvõimega liigid peavad migreerima, mis on aga levimisbarjäärade, isoleerituse ja osade isendite kehva levimisvõimekuse tõttu raskendatud	Carranza jt, 2004; Araújo jt, 2006; Ortega jt, 2016a; Ortega jt, 2016b; Nasrabadi jt, 2017
	Suurenenud konkurents	Migreeruvad isendid võivad uutel aladel teiste liikidega samadesse niššidesse sattuda, suurendades konkurentsi ja sellest tingitud väljasuremisohtu	Sinervo jt, 2010
	Suurenenud inimkontakt	Migreeruvad isendid võivad sattuda linnade lähedusse, suurendades hirmust või ebameeldivusest tingitud isendite hukkamist	Eid jt, 2021
Muutused sademe- ja veerežiimis	Ebastabiilsed keskkonnatingimused	Põhjapoolsetel aladel on oodata sademete hulga suurenemist, lõunapool aga sagedasemaid põuaperioode	Valitsustevaheline Kliimamuutuste Nõukogu (IPCC), 2023)
Põuaperioodid	Vedelikupuudus	Intensiivsed põuaperioodid viivad vedelikupuuduseni	Dupoué jt, 2015
	Piiratud toitumisvõimalused	Veekadu minimaliseerimiseks piiravad roomajaid oma päevast aktiivsust, mis vähendab toitumisvõimalusi. Kuivadel perioodidel väheneb ka saakloomade arvukus	James ja Whitford, 1994; Lorenzon jt,

			1999; Dupoué jt, 2015
	Isendite füsioloogilise seisundi halvenemine	Pikad inaktiivsusperioodid ja piiratud toitumisvõimalused pärsivad isendite kasvu ja arengut	Dupoué jt, 2015; Lorenzon jt, 1999
	Embrüonaalse suremuse kasv	Veepuudus põhjustab noorjärkude sünnieelset suremust	Marquis jt, 2008; Lourdais jt, 2015; Dupoué jt, 2017
	Järglaste arvukuse langus	Piiratud toitumisvõimalused ja energiavarud põhjustavad väiksemate kurnade munemist	James ja Whitford, 1994
	Pesapaikade sobivuse langus	Kuivad pesapaigad ei ole munade arengu jaoks sobilikud	Reedy jt, 2013; Wang jt, 2016
Suurenenud sademete hulk	Munade arengu langus	Liigne niiskus pärsib hapnikuvahetust munade ja keskkonna vahel	Tracy, 1980
	Seenpatogeenide levik	Liigne niiskus võib soodustada seenpatogeenide levikut	Tracy, 1980
Linnastumine ja teedevõrk	Elupikade hävimine ja fragmenteerumine	Inimtegevuse ja linnastumise tagajärjel on mitmed looduslikud maastikud hävinenud või killustunud	Andrews jt, 2005; Haddad jt, 2015; Beninde jt, 2016; Cafaro jt, 2022; Duchesne jt, 2023

	Liikumisbarjäärid	Elupaikade isoleeritus ja teedevõrk häirivad isendite liikumist erinevate elupaigalaikude vahel	Andrews jt, 2005; Haddad jt, 2015; Beninde jt, 2016
	Kliimamuutuste võimendamine	Kõrged heitgaaside kontsentratsioonid suurendavad kliimasoojenemisest tingitud ohte	Weber ja Sciubba, 2019
	Võõrliikide levik	Inimtegevuse tagajärjel sageneb intensiivsete võõrliikide levik linnamaastikes	Cafaro jt, 2022
	Ökoloogiline lõks	Linnadesse rajatud pargid ja kaitsealad panevad roomajad ökoloogilisse lõksu	Schlaepfer jt, 2002; Larson jt, 2024
	Suurenenud suremus	Roomajate suurenenud hukkumine teedel	Andrews jt, 2005;
Elupaikade kvaliteedi langus	Suurenenud stressitase	Kehva kvaliteediga elupaigad tõstavad stressitaset	Oppliger jt, 1998
	Suurenenud nakatumistõenäosus parasiitidesse	Kehva kvaliteediega elupaigad ja kõrgeenenud stressitase nõrgendavad immuunsüsteemi	Oppliger jt, 1998
Elupaikade killustumine	Elupaikade sobivuse langus	Killustumine muudab elupaigad vastuvõtlikumaks välistele häiringutele ning suurendab järskude servade osakaalu, mis muudavad elupaikade kasutussobivust	Duchesne jt, 2013; Mullu, 2016
	Geneetilise mitmekesisuse vähenemine ja suurenenud suremus	Killustumise ja liikumisbarjääride tekke tagajärjel suurenevad homosügootsus ja kahjulike mutatsioonide esinemissagedus	Remon jt, 2012

	Ressursside vähenemine	Liikumisbarjäärid ja killustunud elupaigad vähendavad eluliselt oluliste ressursside nagu toidu, sigimispaike ja -partnerite ning varjepikade kättesaadavust	Balkenhol ja Waits, 2009; Cordier jt, 2021
Intensiivne metsamajandus	Sobilike elupaigalaikude arvukuse vähenemine	Intensiivne metsamajandus, sh masinate ja herbitsiidide kasutamine, vähendab maastiku struktuurset ja liigilist mitmekesisust, hävitades varjepaiku ja piirates toitumisvõimalusi	Todd ja Andrews, 2008; Jofré jt, 2016; Worthington-Hill ja Gill, 2019; Duchesne jt, 2023
	Liikumisbarjäärid	Intensiivne metsamajandus raskendab juurdepääsu erinevatele elupaigalaikudele	Worthington-Hill ja Gill, 2019; Duchesne jt, 2023
	Kasvu aeglustumine ja kehasuuruse vähenemine	Elupaikade liigne metsastumine põhjustab aeglast kavu ja väiksemat kehasuurust	Reading ja Jofré, 2018
	Järglaste arvukuse langus	Väiksema kehasuurusega isendid toovad ilmale vähem järglasi	Reading ja Jofré, 2018
	Ekstreemsemad keskkonnatingimused	Lageraie põhjustab suuri temperatuurikõikumisi, raskendab termoregulatsiooni ja suurendab keskkonnastressi	Todd ja Andrews, 2008
Intensiivne põllumajandus	Elupaikade kadu	Looduslikud metsad ja rohumaad asenduvad põllumajandusmaadega	Cafaro jt, 2022
	Elupaikade kadu	Intensiivne karjakasvatus vähendab taimkatte mitmekesisust ja kahjustab elupaikade struktuuri	Young jt, 2005; Cordier jt, 2021;

	Elupaikade kadu	Vähemviljakate alade majandamisest kõrvalejätmisel võivad avamaastikud metsastuda	Young jt, 2005
	Suurenenud kokkupuuterisk pestitsiididega	Roomajate elupaigad asuvad tihti majandavate alade vahetus läheduses	Mingo jt, 2016
Pestitsiidid	Liikumishäired	Organofosfaadid ja karbamaadid	Pauli jt, 2010: 205-209
	Hüperaktiivsus, krambid, koordinatsioonihäired, suurenenud suremus	Neurotoksiinid püretriinid	Pauli jt, 2010: 205-209
Ektoparasiidid	Nahakahjustused ja -ärritused, anoreksia, vedelikupuudus, aneemia	<i>Ophionyssus</i> perekonna lestalised	Wozniak ja DeNardo, 2000; Pasmans jt, 2008
	Endoparasiitide leviku suurenemine	Ektoparasiidid aitavad levitada endoparasiite	Oppliger jt, 1996; Gwiazdowicz ja Filip, 2009
Endoparasiidid	Vererakkude kahjustus	<i>Haemogregarina</i> perekonna algloomad	Oppliger jt, 1996
	Isendite füüsilise võimekuse langus	<i>Haemogregarina</i> perekonna algloomad	Oppliger jt, 1996
	Mao- ja sooleprobleemid	<i>Cryptosporidium</i> perekonna algloomad	Pasmans jt, 2008; Lock, 2017

	Kopsukahjustused	<i>Rhabdias</i> perekonna ümarussid	Mihalca jt, 2010
Nakkushaigused	Nahahaigused, soomuste deformatsioon, põletikud lihaskoes	Seenpatogeen <i>Ophidiomyces ophiodiicola</i>	Franklinos jt, 2017; Allain ja Duffus, 2019
Raskmetallid	Hormonaalsed häired, muutused kudede talitluses	Kaadmium	Scudiero jt, 2025
	Järglaste arvukuse langus	Kaadmium	Scudiero jt, 2025
	Suurenenud embrüonaalne suremus	Kaadmium	Scudiero jt, 2025
	Arenguanomaaliad	Kaadmium	Scudiero jt, 2025
	Potentsiaalsed neuroloogilised ja endokriinsed häired	Elavhõbe	Lemaire jt, 2018
	Liikumisvõime vähenemine	Arseen, happeline muld	Marco jt, 2004; Marco jt, 2005

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Chatren Carmen Klein,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Soomuseliste (*Squamata*) seisund ja liike ohustavad tegurid Euroopa parasvöötmes“, mille juhendajad on Riinu Rannap ja Martin Jürgenson, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada Tartu Ülikooli digitaalarhiivi kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni;
2. annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni;
3. olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
4. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Chatren Carmen Klein

22.05.2024