



EESTI MAAÜLIKOOL

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Grete Vendel

**2016. AASTA JUULITORMI JÄRGNE KUUSE-  
KOOREÜRASKI (*IPS TYPOGRAPHUS*) LEVIKU JA  
KAHJUSTUSTE ANALÜÜS JÄNESEKAPSA  
KASVUKOHATÜÜPIDE NÄITEL KARULA RAHVUSPARGIS**  
THE ANALYSIS OF EUROPEAN SPRUCE BARK BEETLE (*IPS  
TYPOGRAPHUS*) SPREAD AND INFESTATION IN *OXALIS* SITE  
TYPES AFTER THE JULY STORM OF 2016 IN KARULA  
NATIONAL PARK

Bakalaureusetöö

Keskkonnakaitse õppekava

Juhendajad: Marek Metslaid, *PhD*

Floortje Vodde, *PhD*

Tartu 2021

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Grete Vendel		Õppekava: Keskkonnakaitse	
Pealkiri: 2016. aasta juulitormi järgne kuuse-kooreüraski ( <i>Ips typographus</i> ) leviku ja kahjustuste analüüs jänesekapsa kasvukohatüüpide näitel Karula rahvuspargis			
Lehekülgi: 55	Jooniseid: 28	Tabeleid: 1	Lisasid: 0
<p>Õppetool: Metsakasvatuse ja metsaökoloogia õppetool</p> <p>ETIS-e teadusvaldkond ja CERCS-i kood: Metsakasvatus, metsandus, metsandustehnoloogia, B430</p> <p>Juhendajad: vanemteadur Marek Metslaid, teadur Floortje Vodde</p> <p>Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu, 2021</p>			
<p>Kliimamuutustest tingitud sagenenud ja tugevamad tormid tekitavad ideaalse elukeskkonna erinevatele kahjuritele (sh juuremädanikud, putukkahjurid). Erinevate meetodite kombineerimisel (sh ülelend, maapinnal tehtud väliuuringud) on võimalik saada vahetu ülevaate metsade kahjustuste ulatusest. Nii välitööde käigus kogutud kui ka kaardi- ja tabelarvutusprogrammis leitud andmete omavahelisel võrdlusel saab kahjustusest ülevaatliku pildi ja väärtusliku info metsaomanikele, kuidas kuuse-kooreürask pärast tormikahjustusi levida võib.</p> <p>Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli kirjeldada ja analüüsida 2016. aasta Koiva tormi järgset kuuse-kooreüraski leviku ja kahjustuste ulatust jänesekapsa kasvukohatüüpides Karula rahvuspargis. Eesmärgi saavutamiseks uuriti Karula rahvusparki kui tervikut, kuuse-kooreüraski bioloogiat ja käitumismustreid, jänesekapsa kasvukohatüüpide (jänesekapsa, jänesekapsa-pohla, jänesekapsa-mustika, jänesekapsa-kõdusoo) iseärasusi, Koiva tormi ja tegureid, mis võisid rahvuspargis kahjustuste ulatust mõjutada.</p> <p>Bakalaureusetöö uurimismeetodiks oli kaardianalüüs (9 kaardi põhjal) GIS-programmis ja saadud andmete töötlemine tabelarvutusprogrammis. Uurimiseesmärgi lahendamisel kasutati algandmetena Keskkonnainvesteeringute Keskuse (KIK) projekti, Keskkonnaameti (KeA) analüüsi käigus loodud kaardiandmeid ja Keskkonnaagentuuri (ENVIR) ning Maa-ameti avalikke andmeid ja servereid.</p>			

Tulemustest selgus, et metsakahjustusi oli enim viljakates jänesekapsa kasvukohatüüpides, kus kuuskedel on paks korp ning maapinnalähedane juurestik. Kuivanud puistutes domineerisid sügavad madalloomullad, kus põhjavesi on alaliselt või pidevalt kõrgemal. Lisaks leiti, et Karula rahvusparki tormi- ja kuuse-kooreüraski kahjustustel on minevikus olnud mitmeid tegureid, mis on tänaste kahjustuste ulatust mõjutanud.

Märksõnad: kuuse-kooreürask, tormikahjustused, kasvukohatüüp, Koiva torm, Karula rahvuspark

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Grete Vendel		Curriculum: Environmental protection	
Title: The analysis of European spruce bark beetle ( <i>Ips typographus</i> ) spread and infestation in <i>Oxalis</i> site types after the July storm of 2016 in Karula National Park			
Pages: 55	Figures: 28	Tables: 1	Appendixes: 0
Chair: Chair of Silviculture and Forest Ecology  Field of research and (CERCS) code: Silviculture, forestry, forestry technology, B430 Supervisors: Senior Researcher Marek Metslaid, Researcher Floortje Vodde  Place and date: Tartu, 2021			
<p>The due to climate change increasing frequency and severity of storm events create ideal circumstances for various forest diseases and pests (including root rot, insect pests). By combining different methods (among which overflight, on-ground field study) it is possible to get an immediate overview of the damage extent in forests. Comparing data collected during fieldwork with data obtained with mapping and spreadsheet software provides a more comprehensive picture of the damage and valuable information for the forest owner, about potential spruce bark beetle spread upon storm damage.</p> <p>The objective of this Bachelor's thesis is to describe and analyse the spread of European spruce bark beetle after a major storm in 2016 (Koiva storm), and the scale of the damage it caused in the <i>Oxalis</i> forest site types in Karula National Park. For this purpose, Karula National Park was studied as a whole and the biology of the spruce bark beetle and its behavioural patterns were reviewed, as well as the features of the <i>Oxalis</i> forest site types (<i>Oxalis</i>, <i>Oxalis-Rhodococcum</i>, <i>Oxalis-Myrtillus</i>, <i>Oxalis</i> drained swamp), the Koiva storm characteristics and factors that could have impacted the scale of the damage in the national park.</p>			

The research method in this Bachelor's thesis comprised of a map analysis (based on nine different maps) in a GIS programme and the data were processed in a spread sheet programme. The following data served as a basis, to achieve the research objectives: the maps produced in the process of analyses within the frames of an Environmental Investment Centre (KIK) project and the Estonian Environmental Board (KeA), the open-access data and servers from the national Environment Agency (ENVIR) and the Geoportal of the Estonian Land Board.

The results showed that forest damage was most extensive in the most fertile *Oxalis* forest site types, where spruce has a thick bark and a shallow root system. Withered stands prevailed in deep low peat soils, where the groundwater table is permanently or continuously high. Additionally, it was found that the current extent of the storm- and spruce bark beetle damage in Karula National Park was affected by several factors in the past.

Keywords: European spruce bark beetle, storm damage, forest site type, Koiva storm, Karula National Park

# SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	7
1. KARULA RAHVUSPARGI ISELOOMUSTUS .....	9
1.1 Kaitse-eesmärgid.....	10
1.2 Metsad.....	11
1.3 Mullastik .....	13
2. KOIVA TORMI ISELOOMUSTUS .....	15
3. JÄNESEKAPSA KASVUKOHATÜÜPIDE ISELOOMUSTUSED .....	19
3.1 Kasvukohatüüp .....	19
3.2 Jänesekapsa kasvukohatüübi iseloomustus.....	19
3.3 Jänesekapsa-pohla kasvukohatüübi iseloomustus.....	20
3.4 Jänesekapsa-mustika kasvukohatüübi iseloomustus.....	21
3.5 Jänesekapsa-kõdusoo kasvukohatüübi iseloomustus .....	21
4. KUUSE-KOOREÜRASKI ISELOOMUSTUS .....	23
4.1 Kuuse-kooreüraski käitumismustrid .....	25
4.2 Kuuse-kooreüraski looduslikud vaenlased ja parasiidid.....	29
5. MATERJAL JA METOODIKA .....	30
5.1 Keskkonnaameti metoodika.....	30
5.2 KIK projekti metoodika .....	34
5.3 Autori metoodika .....	36
6. TÖÖ TULEMUSED JA ARUTELU .....	38
6.1 Kasvukohatüüpide analüüsi tulemused.....	38
6.2 Analüüsi lisatulemused .....	43
7. TEGURID, MIS MÕJUTASID KARULA RAHVUSPARGI KAHJUSTUSTE ULATUST .....	46
KOKKUVÕTE .....	50
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU .....	52

## SISSEJUHATUS

Kliimamuutused on tänaseks globaalne probleem, millega inimühiskond peab toime tulema. Üheks peamiseks muutuseks on tugevate tormide sagenemine, nii maailmas, kui ka Eestis. Läbi ajaloo on Eestis olnud tugevaid torme, mis on tuule tugevuse skaalal liigitunud suisa orkaaniks (Aitsam, 2018). Käesolevas lõputöös uuritakse 2016. aastal Koiva jõe ääres aset leidnud tormi, mis sai jõe järgi nimeks Koiva torm ning sellega kaasnevaid kuuse-kooreüraski kahjustusi Karula rahvusparkis.

Erinevad loodushäiringud pakuvad huvilistele (sh teadlastele ja ülikoolidele) uurimismaterjali, et loodust veelgi enam tundma õppida. Just huvi looduslike häiringute vastu tõi autori antud teemat uurima. Kaitsealadel, nagu ka Karula rahvusparkis, uuritakse, kuidas loodus erinevate looduslike häiringute järgselt talitleb. Aina sagenevad tormid on probleemiks eelkõige majandusmetsades, kus nii tormi- kui ka kuuse-kooreüraski kahjustused põhjustavad metsaomanikele majanduslikke kahjusid, mille vältimiseks on vajalik tormikahjustusi uurida. Tänu teadustööle osatakse aina edukamalt metsi tormikindlamaks muuta ja kahjustuste tekkimise korral metsi ka edukalt järgnevat kahjustuste eest säästa.

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on analüüsida 2016. aasta Koiva tormi järgset kuuse-kooreüraski levikut ja kahjustuste ulatust jänesekapsa kasvukohatüüpides Karula rahvusparkis. Eesmärgi saavutamiseks tuli esmalt uurida Karula rahvusparki kui tervikut, Koiva tormi, kuuse-kooreüraski bioloogiat ja käitumismustreid ning enim kahjustada saanud jänesekapsa kasvukohatüüpide iseärasusi, mis on välja toodud töö teoreetilises osas. See põhineb erinevatel kirjanduslikel allikatel, mis on nii elektrooniliste kui ka muude materjalide kujul.

Teise osa moodustavad kaardiandmed, milles kasutatud info saadi mitmest erinevast allikast. Ühe suure osa analüüsitud andmetest moodustavad Karula rahvusparki metsade takseerandmed ja Maa-ameti ruumiantmetest saadud info. Esmalt uuriti tegureid, mis konkreetselt Karula rahvusparkis võisid kuuse-kooreüraskikahjustuste ulatust mõjutada ning seejärel tehti täpsem analüüs erinevate parameetritega. Kaardianalüüs tehti kaardiprogrammiga MapInfo Pro 17.0 (64-bit) ja sealt keskkonnast eksporditud andmeid töödeldi tabelarvutus- ja

tabeltöötlusprogrammiga MS Excel 365. Kaardiandmed saadi KIK projekti „Tormijärgne üraskikahjustuste levik ja metsakaitseabinõud leviku tõkestamiseks“ käigus kogutud andmestikust ja autori poolt koostatud GIS-andmestikust, mis tehti Keskkonnaameti analüüsi jaoks 2020. aasta septembris.

Käesolevas lõputöös on viitamissüsteemina kasutatud APA 7 laadi.

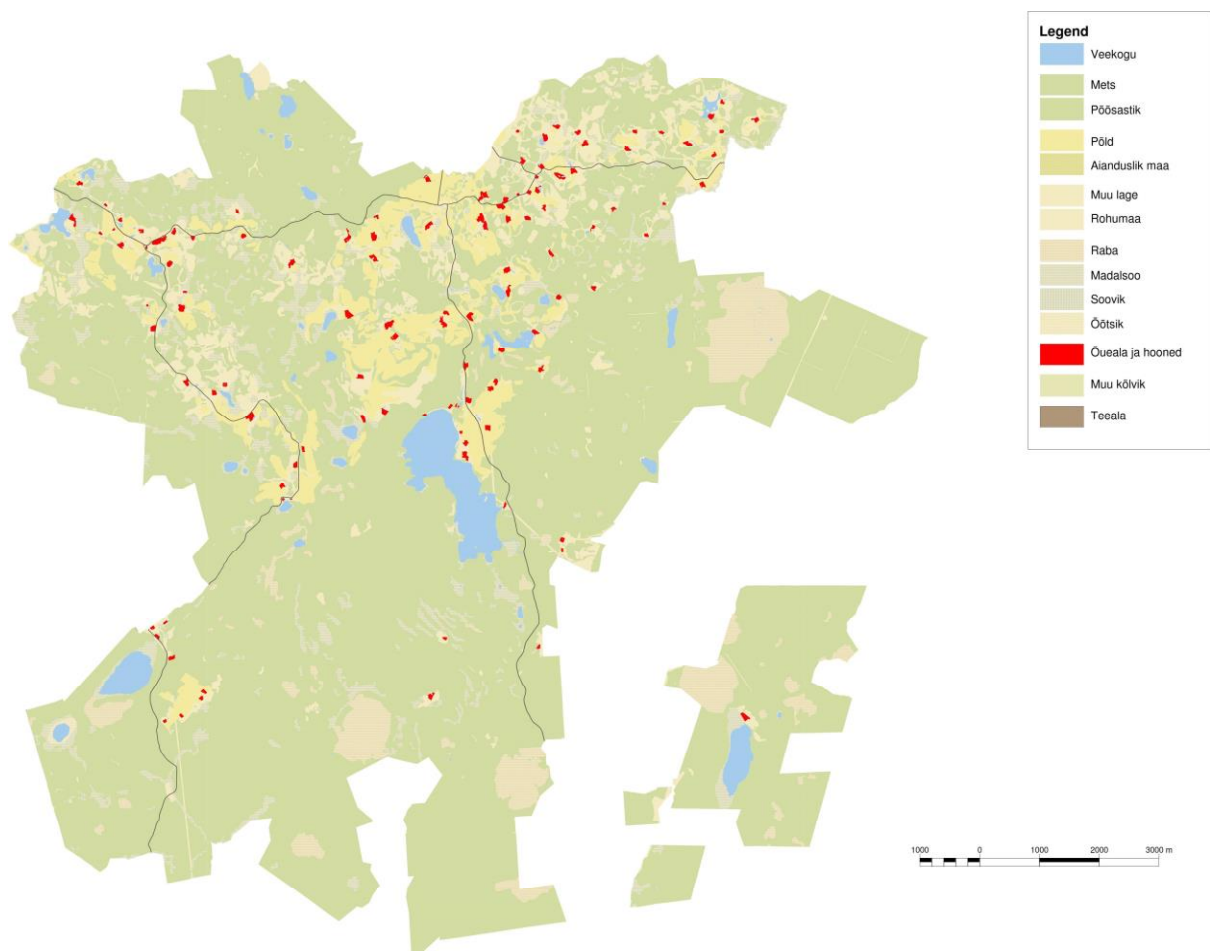


## 1. KARULA RAHVUSPARGI ISELOOMUSTUS

Karula loodus- ja linnuala ning rahvuspark asub Valga ja Võru maakonna piirimail (Joonis 1). Rahvuspargi pindala on 12 364,3 ha, millest metsad moodustavad ligi 72 % ehk ca 8 972 ha. Ülejäänud ca 28 % alast jaguneb märgalade, põldude, looduslike rohumaade, veekogude ja muu maa vahel (Joonis 2).



**Joonis 1.** Karula rahvuspark koos teiste rahvusparkidega Eesti kaardil (Allikas: <http://keskkonnakaitse.weebly.com/looduskaitse.html>).



**Joonis 2.** Karula rahvusparki kõlvikuline jaotus (Allikas: Keskkonnaamet, 2020b).

## 1.1 Kaitse-eesmärgid

Karula rahvusparki kaitsekorralduskavas (Keskkonnaamet, 2020b) on oluliseks märgitud, et säiliks ajalooline maakasutus ja mosaiikne maastikustruktuur koos hajaasustusega, kus piirkonnale iseloomulikel pinnavormidel vahelduvad metsad, avatud maastikud, järved ja sood ning inimtegevusest vähe mõjutatavad kõrge loodusväärtusega loodusalad. Lisaks alade kaitsmisele soovitakse neid säilitada, taastada, uurida ja huvilistele ka tutvustada.

Rahvusparkis on üheks kaitse-eesmärgiks metsakoosluste areng minimaalse häirituse tingimustes, tänu millele kuuluvad Karula rahvusparki alad koos suurte metsamassiividega piiranguvöönditesse (12 tk; pindala kokku 5222 ha), sihtkaitsevöönditesse (27 tk; 6960,8 ha) ja loodusreservaatidesse (2 tk; 181,6 ha) (Keskkonnaamet, 2020b).

2019. aasta seisuga on Karula rahvuspargis kaitse all esindatud 137 erinevat taime-, putuka-, looma- ja linnuliiki. Kaitse all on erinevad haruldased püsielupaigad ja elupaigatüübid. (Drenkhan et al., 2007)

## 1.2 Metsad

Karula rahvuspargi metsad jagunevad kolme piirkonna vahel. Esimeseks on põhjapoolne madalkünklik palu- ja laanemetsadega ala, mis on suhteliselt ühtne metsamassiiv. Seal on kasvukohatüüpide varieeruvus väike ja koosluste erinevad elutingimused on tingitud eelkõige puistute erinevatest vanuseklassidest. (Kalda, 1998)

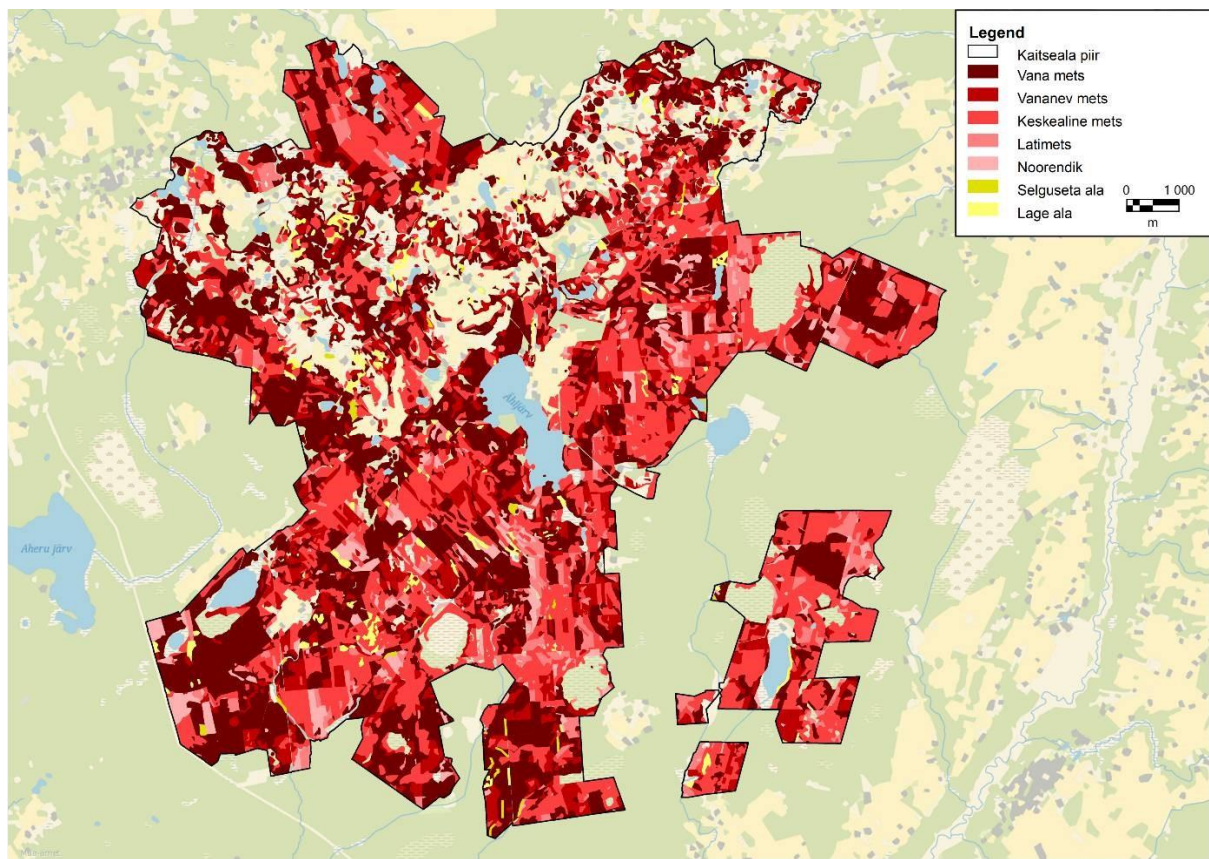
Teiseks loetakse poolkaarjalt läänest itta ulatuvat Rebäsemõisa – Mähkli – Kaika – Joeperä piirkonda, kus küngaste peal kasvavad arumetsad vahelduvad küngaste vahel kasvavate kõdu- ja madalloometsadega. See piirkond on pikaajalise ja intensiivse kuivenduse mõjuga, kus veerežiim on liikuv. Vastavalt kuivendusmõjudele jagunevad selle ala soometsad lodu-, madal soo- ja kõdusoometsadeks. (Drenkhan et al., 2007)

Kolmandaks on lõunapoolne metsamassiiv, mille suurimaks väärtuseks on see, et tegemist on põlise metsamaaga. Iseloomulik on sellele alale veel reljeefi iseärasustest tingitud metsatüüpide varieeruvus. Metsatüüpidest domineerivad palu- ja siirdesoometsad ning rabametsad. (Drenkhan et al., 2007)

Karula rahvuspargi kaitsekorralduskava üheks eesmärgiks on säilitada metsade mitmekesisust nii puistu kui ka metsamassiivi tasandil. Sellest tulenevalt on seelses piirkonnas metsad väga erinevates arenguklassides (Joonis 3). Protsentuaalselt on vana metsa kõige rohkem (35,74 %). (Keskkonnaamet, 2020b)

Metsade osakaal Karula rahvuspargis on alates 1913. aastast pidevalt tõusnud. Maakasutuse osas on muutused toimunud haritava maa osakaalu vähenemises – need alad on suuremas osas asendunud metsamaaga. (Ansper, 2016)

Rahvuspargi puistute tagavara on ca 1 675 000 tm. Peapuuliikidest esineb kõige rohkem harilikku mäнди (tagavara 1 113 252 tm), järgnevad harilik kask (328 223 tm) ja harilik kuusk (155 430 tm). (Drenkhan et al., 2007)

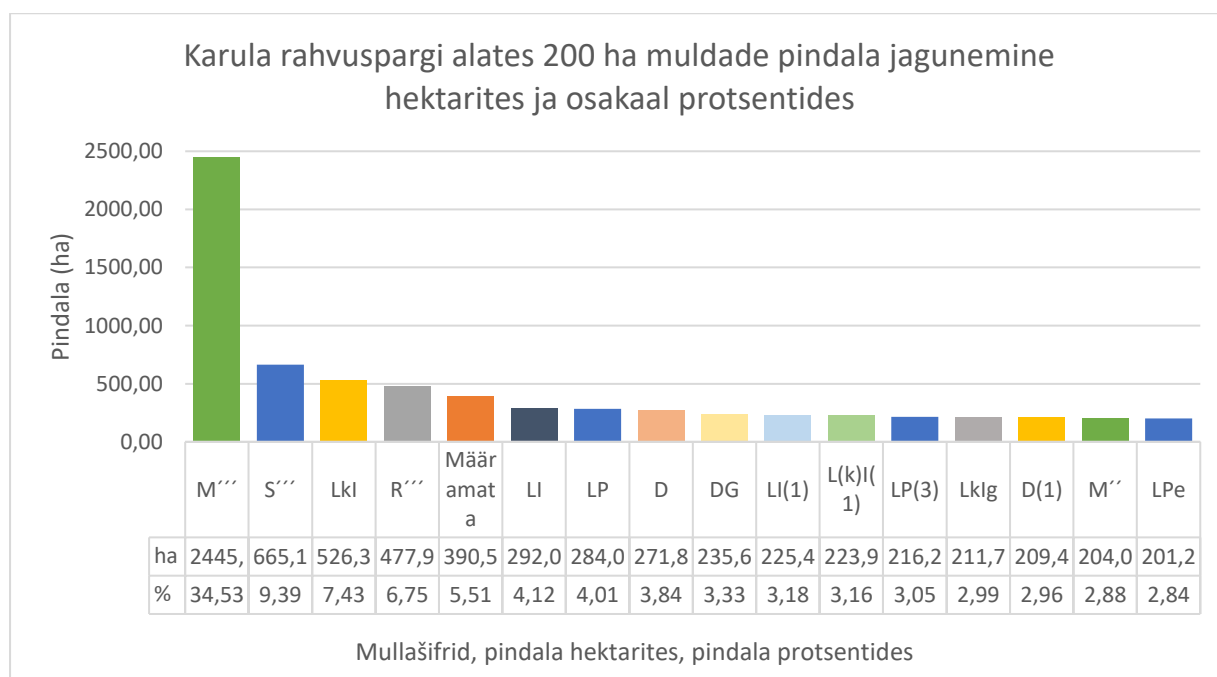


**Joonis 3.** Karula rahvuspargi metsade jagunemine erinevatesse arenguklassidesse pindala (ha) järgi (vana mets – alal kasvavad alates 120-aastased puud, vananev mets – puistu, mis saavutab küpsusvanuse järgneva kümne aasta jooksul, keskealine mets – I rinde moodustavad puud keskmise rinnasdiameetriga üle 12 cm, eeloleva 10 aastaga ei saavuta küpsusvanust, ka puistu, mille vanus üle poole küpsusvanusest, kuigi rinnasdiameeter on alla 12 cm, latimets – puistu, mille peapuuliigi keskmine rinnasdiameeter on 8–12 cm, keskmine vanus on kuni pool küpsusvanusest, noorendik – puistu, mille keskmine kõrgus on üle 1,3 m, puude keskmine rinnasdiameeter kuni 8 cm, keskmise vanusega alla ½ küpsusvanusest, selgusetu ala – metsakultuuri või loodusliku uuenduse keskmine kõrgus on kuni 1,3 m, uuenemiseks sobilike puude arv üle 500 tk/ha, lage ala – raiesmikud ja hukkunud puistud, mis on kultiveerimata ja looduslikult uuenemata (puid alla 500 tk/ha), alal võivad kasvada üksikud puud) (Allikas: Keskkonnaamet, 2020b; Keskkonnaagentuur, 2018).

### 1.3 Mullastik

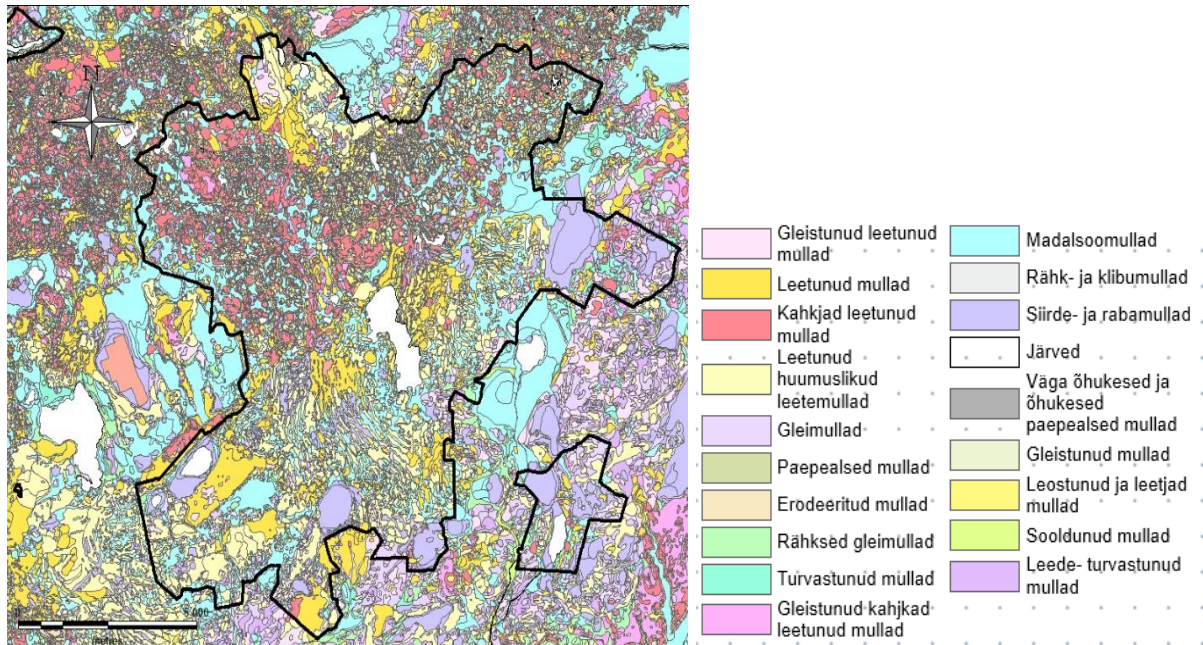
Karula rahvuspark asub aluspõhja Kesk-Devoni Gauja ja Amata lademel ning jääb kahe mullastiku valdkonna piirimaile: Lõuna-Eesti valdkonna Põlva – Valga allvaldkonna ja Kagu-Eesti otsamoreenküngaste erodeeritud ja deluviaalmuldade valdkonna aladele (Drenkhan et al., 2007).

Karula rahvuspargis esineb ligi 185 erinevat mullatüüpi. Kõige sagedamini esinev on sügav madalsoomuld (M'''), mis katab kuni 2419,56 ha. Teisel kohal on sügav siirdesoomuld (S''') 635,65 hektaril. Kolmandal kohal on nõrgalt leetunud muld (Lkl) 526,31 ha ning neljandal sügav rabamuld (R''') 455,99 ha (Joonis 4). Teised alates 200 ha suurustel aladel esinevad mullatüübid on välja toodud joonistel 4 ja Karula mullakaart joonisel 5 (Maa-ameti..., 2001).



**Joonis 4.** Karula rahvuspargi alates 200 ha muldade pindala jagunemine hektarites ja osakaal protsentides (M''' – sügav madalsoomuld, Lkl – leetunud muld, Määramata – mullakaardi rakenduses pole andmeid, LP – kahkjalt leetunud muld, DG – deluviaal-gleimuld, L(k)l – leede turvastunud muld, Lklg – gleistunud leetunud muld, M'' – õhuke madalsoomuld, E2o – keskmiselt erodeeritud leetunud ja leetjas muld, LPG – väga gleistunud kahkjalt leetunud muld, Kle – leetjas erodeeritud muld, S''' – õhuke siirdesoomuld, E3o – tugevasti erodeeritud leetunud ja leetjas muld) (Allikas: Maa-ameti mullastiku kaardirakendus

[https://xgis.maaamet.ee/maps/XGis?app\\_id=MA29&user\\_id=at&LANG=1&WIDTH=1236&HEIGHT=722&zlevel=5,516347.0304616,6551202.1117726](https://xgis.maaamet.ee/maps/XGis?app_id=MA29&user_id=at&LANG=1&WIDTH=1236&HEIGHT=722&zlevel=5,516347.0304616,6551202.1117726)).



**Joonis 5.** Karula rahvuspargi mullastiku kaart ning selle legend (Allikas: Maa-ameti mullastiku kaardirakendus)

[https://xgis.maaamet.ee/maps/XGis?app\\_id=MA29&user\\_id=at&LANG=1&WIDTH=1236&HEIGHT=722&zlevel=5,516347.0304616,6551202.1117726](https://xgis.maaamet.ee/maps/XGis?app_id=MA29&user_id=at&LANG=1&WIDTH=1236&HEIGHT=722&zlevel=5,516347.0304616,6551202.1117726); Maa-ameti mullastiku kaardi värvikoodide tabel <https://geoportaal.maaamet.ee/est/Kaardirakendused/Mullastiku-kaart/Mullastiku-kaardi-varvikoodide-tabel-p174.html>).

## 2. KOIVA TORMI ISELOOMUSTUS

2016. aasta 3. juulil tabas Edela-Eestit laiaulatuslik torm (Joonis 6, Joonis 7), mis Koiva jõe järgi sai nimeks Koiva torm. Riigi Ilmateenistuse vaatlusandmete järgi oli sel päeval Võru mõõtmisjaamas 16,6 m/s ja Valgas 11,3 m/s, mis tähendavad tugevat ja valju tuult (Riigi Ilmateenistus, 2016). Samas neid numbreid vaadates võiks öelda, et tegu ei olnud eriti laastava tormiga. Siinkohal võib põhjuseks olla, et ilmajaamad lihtsalt ei registreerinud mingil põhjusel tugevamaid tuuleiile või läks torm nendest mõõtmisjaamadest piisavalt kaugelt mööda.



**Joonis 6.** Maastiku seisund vahetult peale tormi (Viiron, 2016).



**Joonis 7.** Puistu seisund vahetult peale tormi (Viiron, 2016).

Riigimetsas oli kahjustusi ligi 2800 ha ja 360 000 tm jagu, millest lageraie alla läks 1000 ha ja sanitaarraieks 1800 ha (Kukk, 2016). Riigimetsa Majandamise Keskus (RMK) asus koheselt likvideerima tormikahjustusi nendel aladel, kus sai metsamasinatega majandada, et takistada tormijärgset metsakahjurite levikut. Ülejäänud alad jäid ootama püsivaid külmakraade (Viiron, 2016).

Tormis said viga suuremas osas männikud, aga ka kuusikud ja kaasikud igas vanuses: noored harvendamata metsad, 6–7 meetri kõrgused noorendikud, majandatud vanad metsad ja puutumata loodusemetsad. Lisaks tormiheitele likvideeriti ka tormimurrud, vaalitud ning langi servades kasvavad puud 10–20 meetri laiuselt. See oli mõistlik, et hoida ära tuleviku koristustööd, kuna tormis püsti jäänud puude juurestikud said tormis niivõrd kahjustatud, et järgmise tuulega kukuksid needki pikali. (Viiron, 2016)

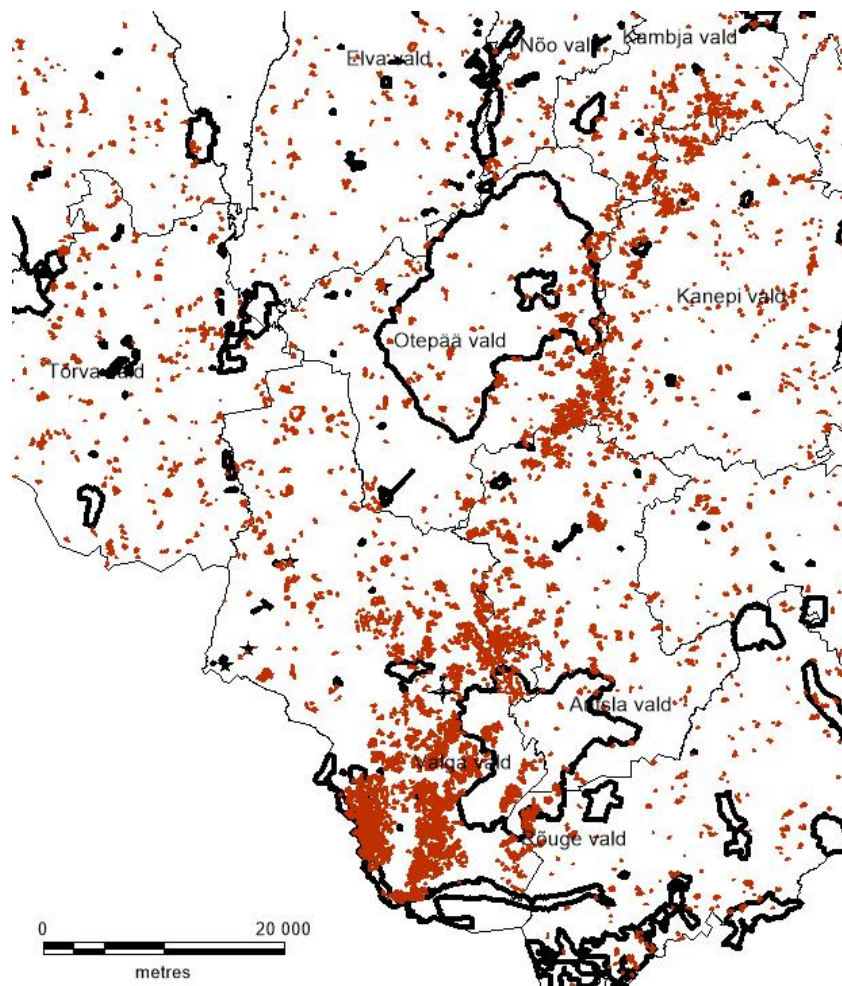
Kaitsealadel koristati tormimurdu koostöös Keskkonnaametiga (KeA). Teatud piirkondades, nagu RMK puhkerajatiste ääres, koristati mahakukkunud ja ohtlikud puud ka sihtkaitsevööndis (Viiron, 2016).

2016. aastal väljastatud lage- ja sanitaarraiate teatised on näha joonisel 8.



Karula rahvusparkis on metsamajandusviisidele seatud ranged piirangud - loodusreservaadis ja sihtkaitsevööndis on need täielikult keelatud. Kaitseala piiranguvööndis on ulatuslike looduslike häiringute esinemise, nagu näiteks tormi, tulekahju või ulatusliku metsakahjustuse (sh metsakahjurite) ning invasiivse võõrliigi leviku korral lubatud kahjustus likvideerida või metsakahjustuste levikut tõkestada (Keskkonnaamet, 2020a).

Tänu kaitsereežiimidele arenevad metsades olulised elupaigatüübid, mida Karula rahvusparkis ka kaitstakse. Kuna joonis 8 on tehtud just väljastatud lage- ja sanitaarraiate teatiste põhjal, siis Karula rahvusparki puhul metsateatiseid joonisel 8 nii tihedalt ei esine, kui kõrvalolevates majandusmetsades.



**Joonis 8.** 2016. aastal vahemikus juuli-detsember väljastatud lage- ja sanitaarraiate teatised (Andmeallikas: Keskkonnaamet, joonise tegi Kristjan Ait).

Tormi järgselt jäetakse majandusmetsades erinevate metsakahjurite rünnakute vältimiseks okaspuulangid üheks aastaks seisma. Sellest tulenevalt plaanis RMK kahjustatud tormialad uuendada külvi ja istutustega tormile järgneval aastal (Viiron, 2016).

## **3. JÄNESEKAPSA KASVUKOHATÜÜPIDE ISELOOMUSTUSED**

### **3.1 Kasvukohatüüp**

Metsak kasvukohatüüp on sarnaste metsakasvu- ja uuendustingimustega metsamaade kogum, kus kasvavatele puistutele, alustaimestikule ja mullale mõjuvad sarnaselt seal rakendatavad metsak kasvatuslikud võtted (Laas et al., 2011).

Metsak kasvukohatüüp määratakse mitte ühe tunnuse põhjal, vaid tunnuste kompleksi alusel läbi järgmise skeemi:

Puistu kasvukoha reljeef → mulla veerežiim → mullaliik → alustaimestikukoosluse rinate arv ja koosseis → puistu koosseis ja boniteet → puistu kasvukohatüüp (Laas et al., 2011).

Klassifitseerimine toimub metsamullale ja taimestikule tuginedes (Vaus, 2005).

### **3.2 Jänese kapsa kasvukohatüübi iseloomustus**

Jänese kapsa (JK) kasvukohatüüp on üks viljakatest kasvukohatüüpidest Eestis. Mulla lähtekivimiks on enamasti karbonaadi vaene punakaspruun liivsavi- või saviliivmoreen. Muld ise on hea drenaažiga ja põhjavesi on 2 m sügavusel. Esinevad nõrgalt kuni keskmiselt leetunud või näivleetunud mullad, mis on happelised (huumushorisoni  $pH_{KCL}$  3,6–4,5). Metsaalune kõdukiht on õhukesepoolne – 1–5 cm ja huumushorison 10–20 cm. (Laas et al., 2011)

JK kasvukohatüübis on enim levinud puhtkuusikud ja puistud, mille peapuuliigiks on kuusk, kuid esineb ka segapuistused. Kõik puistud selles kasvukohatüübis on kõrge tootlikkusega ja kuuluvad IA–II boniteediklassi. Antud kasvukohatüüp on kujunenud endiste

põllumajandusmaade metsastumise järel leetunud (LkI, LkII, LkIII) muldadele (Laas et al., 2011), nagu ka Karula rahvuspargis.

Alusmets on hõre või keskmise tihedusega, kus peamiselt esinevad harilik pihlakas, harilik paakspuu, harilik sarapuu, harilik kusalpuu, harilik lodjapuu, magesõstar, vaarikas, näsiniin ning asulate läheduses esineb punast leedrit (Lõhmus, 2006).

Alustaimestik on võrdlemisi liigirikas – esineb rohkelt jänesekapsast, metskastikut, leselehte, laanelille, jänesehalatit, lillakat, kolmis-, naiste- ja ohteset sõnajalga, kuldvitsa, külmamailast, sõrmtarna, võsaülast, metsmaasikat, karvast piipheina, sinilille, luht-kastevart, maikellukest, lillakat, koldnõgest, mustikat jt. Sammaldest on esindatud metskäharik, laanik ja lehviksammal, harvemini kaksikhammas, lehviksammal jt. (Lõhmus, 2006)

JK kasvukohatüüp on eriti levinud just Lõuna-Eestis, aga ka Kesk- ja Ida-Eestis (Laas et al., 2011).

### **3.3 Jänesekapsa-pohla kasvukohatüübi iseloomustus**

Jänesekapsa-pohla (JP) kasvukohatüübi mulla lähtekivimiks on liivsavi-, harvemini saviliivmoreen või liiv, mis vaheldub raskema lõimisega vahekihtidega. Reeglina esinevad väga õhukesed kuni õhukeselt leetunud huumuslikud ( $L(k)_I - L(k)_II$ ) või sekundaarsed ( $L_s$ ) leedemullad, mis niiskusastmelt on parasniisked kuni niisked. Kõduhorisondi tusedus on 2–5 cm, millele järgneb huumusvaene huumushorizont 3–10 cm tusedusega (Laas et al., 2011). Muldade pH on happeline, mis risosfääri ulatuses on vahemikus 4,0–5,5. Huumushorizont on vähehumuslik. (Lõhmus, 2006)

JP kasvukohatüübis on enimlevinud männikud, kus peaaegu alati kasvab kuusk kas järelkasvuna, II rindena või seguliigina ülarindes. Harvem esineb kuuske enamuspupuuliigina. Männile sobilike kasvutingimuste tõttu on männikud kõrge produktiivsusega. Puud on hea tüvekujuga ja hästi laasunud, boniteet IA–II. (Lõhmus, 2006)

Alusmets antud kasvukohatüübis puudub või esineb hõredalt harilikku pihlakat ja vaarikat. Alustaimestikus esineb pohla, palu-härgheina, mustikat, kilpjalg, metskastikut, maikellukest, laanelille, jänesekapsast jt. Samblarindes kohtab palusammalt, laanikut, lehviksammalt, kaksikhambaid. (Lõhmus, 2006)

JP kasvukohatüüp on sagedasem Kagu-Eestis, leidub veel Põhja-Eestis ning keskmisel määral Saaremaal (Lõhmus, 2006).

### **3.4 Jänesekapsa-mustika kasvukohatüübi iseloomustus**

Jänesekapsa-mustika (JM) kasvukohatüübi puhul on mulla lähtekivimiks saviliiv- või liivsavimoreen (Laas et al., 2011). Mullad on gleistunud, esineb mõõdukalt kuni väga leetunud leetmuldasid ( $L_{kIIg} - L_{kIIIg}$ ), huumuslikke leedemuldasid ( $L(k)_{IIg} - L(k)_{IIIg}$ ) või kahekihilise lähtekivimiga kahkjaid ( $LPg$ ) muldasid. Pindmise kihi lõimiseid on erinevaid: sidus peenliiv, millele järgneb saviliiv või liivsavi või lõimis, kus raskemad mullakihid vahelduvad liivakihtidega. (Lõhmus, 2006)

Metsakõdu түseduseks on 3–8 cm, millele järgneb õhuke huumushorison. Bg horisoni esinemisel leidub sageli nõrgliiva või nõrgkivi tükke (Bhf). Mullareaktsioon on ülaosas happelisem ( $pH_{KC} 3,0-4,0$ ). Põhjavee sügavus vegetatsiooniperioodil on 0,6–1,8 m. (Lõhmus, 2006)

Levinumaks enamuspüüliigiks on kuusk, mis moodustab männiga segametsasid. Tootlikkusest männi- ja kuusepuistud oluliselt ei erine. Boniteedilt on JM kuusikud IA–II ning terviklik seisund on hea. (Lõhmus, 2006)

Alusmets JM kasvukohatüübis on hõre – esineb harilikku paakspuud, harilikku pihlakat ja pajusid. Alustaimestikust leiab mustikat, metskastikut, palu-härgheina, leselehte, lillakat, laanelille, kattedolda, lakklehte, ohteset sõnajalga, jänesekapsast. Samblatest domineerivad palusamblad ja laanikud. (Lõhmus, 2006)

Jänesekapsa-mustika kasvukohatüüp on vähesel määral levinud üle Eesti, sagedamini levinud Lõuna-Eestis (Lõhmus, 2006).

### **3.5 Jänesekapsa-kõdusoo kasvukohatüübi iseloomustus**

Jänesekapsa-kõdusoo (JO) kasvukohatüüp esineb hästi lagunenu madal- ( $M'-M''$ ) ja siidresoomuldadel ( $S'-S''$ ), mis on pikaajaliselt ja intensiivselt kuivendatud (Laas et al.,

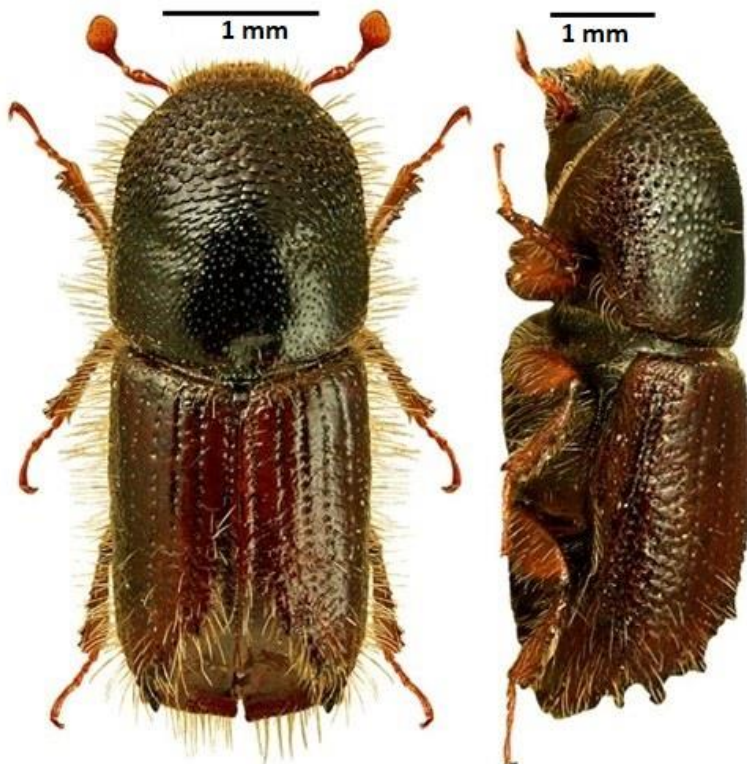
2011). Metsakõdu on 2–12 cm tüsedusega, millele järgneb hästi lagunenu kuni 20 cm tüsedusega kõduturbakiht. Mullareaktsioon risosfääri ulatuses on mulla lähtetüübist tulenevalt erinev ( $\text{pH}_{\text{KCL}}$  4,0–6,5). Muld on oma olemuselt värske või niiske ning põhjavee tase vegetatsiooniperioodil on 30–80 cm maapinnast. (Lõhmus, 2006)

Pikaajalisest kuivendusest stabiliseerunud kooslustes on domineerivaks puuliigiks kuusk. Sagedased on kuuse, männi ja kase segametsad, mis on küllaltki kõrge tootlikkuse ja boniteediga (I–III), kusjuures kuivenduseelses puistus on boniteet olnud madalamgi. (Lõhmus, 2006)

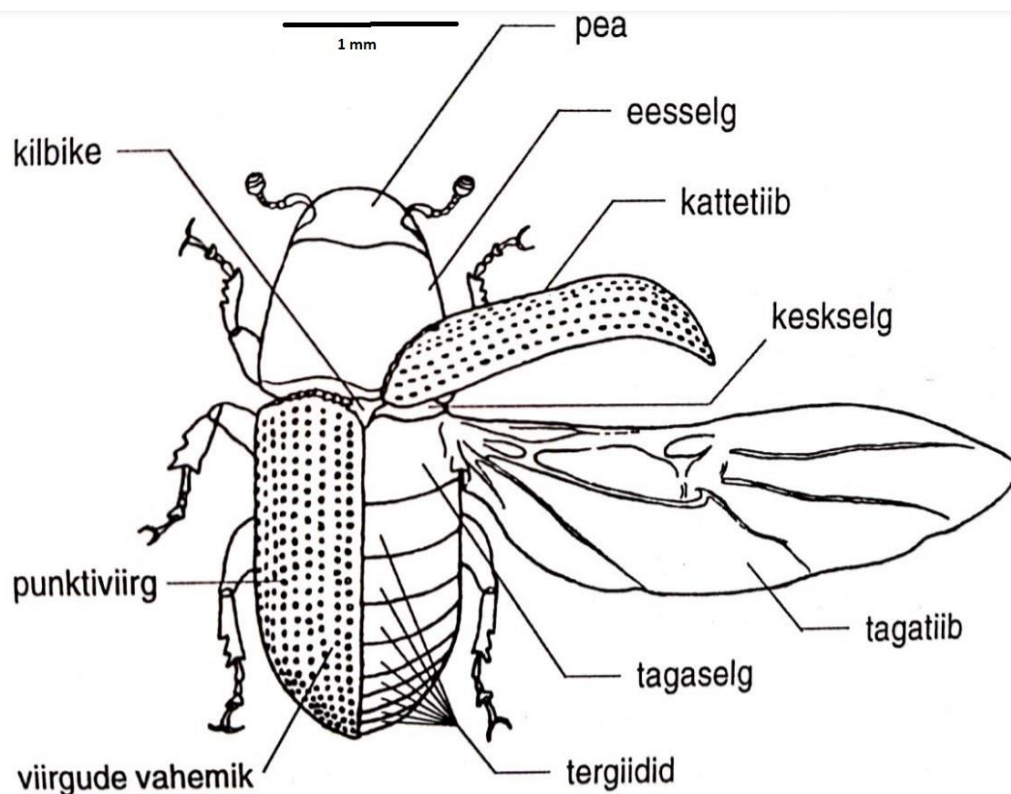
Alusmets on hõre kuni keskmise tihedusega, kus kasvavad harilik paakspuu, harilik pihlakas, harilik kadakas, vaarikas, harilik toomingas, harilik kuslapuu ja harilik lodjapuu. Alustaimestik on JO kuusikutes JK kasvukohatüübiga sarnaseim – jänese-kapsas ja -salat, ussilakk, lillakas, leseleht, laanelill, saluhein, metskastik, longus helmikas, kattekold, metsmaasikas. Sõltuvalt puistu koosseisust varieeruvad ka alustaimestikus kasvavad taimeliigid. Pidevas või katkendlikus samblarindes esineb palusammalt, laanikut, metsakäharikku, raunikut, kaksikhambaid, tähtsamblaid ja roosammalt. (Lõhmus, 2006)

## 4. KUUSE-KOOREÜRASKI ISELOOMUSTUS

Ürasklased on väikeste putukate sugukond mardikaliste seltsist (Voolma et al., 1997). Neil on suhteliselt keeruka ehitusega pisike ja silindriline 1–9 mm pikkune keha, mis on enamasti pruunika või musta värvusega (Joonis 9, Joonis 10). Enamik ürasklasi on oma elutegevuse sidunud puittaimedega – nad tegutsevad puude tüvedes, oksades, kändudes, juurtes, puukoore sees ja selle all. Maailma ürasklaste kataloogi on kantud 5812 liiki üraskeid 225 perekonnast (Wood & Bright, 1992). Eestis on leitud ligi 70 erinevat üraskiliiki, kellest kuni 10 liiki on kasvavale metsale potentsiaalselt kahjulikud (Õunap & Hanso, 2016).



**Joonis 9.** Kuuse-kooreürask (Allikas: <https://mesindusekspert.ee/toode/kuuse-kooreuraski-feromoon-typosan/>).



**Joonis 10.** Kuuse-kooreüraski kehaehituse skeem (Voolma et al., 1997).

Enamik ürasekite liike asustab kuivanud ja tugevasti nõrgestatud puid, nende surnud oksid ja värskelt raiutud metsamaterjali (Õunap & Hanso, 2016). Juba surnuid puid asustades toimivad ürasekid kui sekundaarsete kahjurite ja metsasanitaridena – nad uuristavad tüvede sisse käike, mis omakorda kiirendab surnud puu lagunemisprotsesse (Maavara, 1958). Primaarseteks metsakahjuriteks saavad ürasekid sel juhul, kui nad asustavad terveid või nõrgalt kahjustatud puid (Maavara, 1958).

Konkreetselt kuuse-kooreürask (*Ips typographus*) on oma liigikaaslaste seas üheks metsakahjuriliigiks. Soodsate ilmatikutingimuste (põud, pikk ja soe suvi) ja looduslike häiringute (torm, ebasoodne kasvukoht) koosmõjul tekib kuuse-kooreüraskile ideaalne elupaik hulgisigimise jaoks. Sel hetkel jääb kahjustunud puid ja nende osi väheks ürasekikoloonia jaoks ning seejärel hakatakse asustama ka täiesti terveid või nõrgalt kahjustatud kuuski (Voolma et al., 1997). Keskealistes ja vanemates kuusepuistutes on kuuse-kooreürask kõige sagedasem ja ohtlikum kahjur. Nendes metsades eelistatakse päikesepaistelises metsaservades, häilude ja raielankide ääres kasvavaid kuuski (Joonis 11). Niiskusrežiimilt on eelistatud keskmise niiskusega metsamaad (Maavara, 1958).

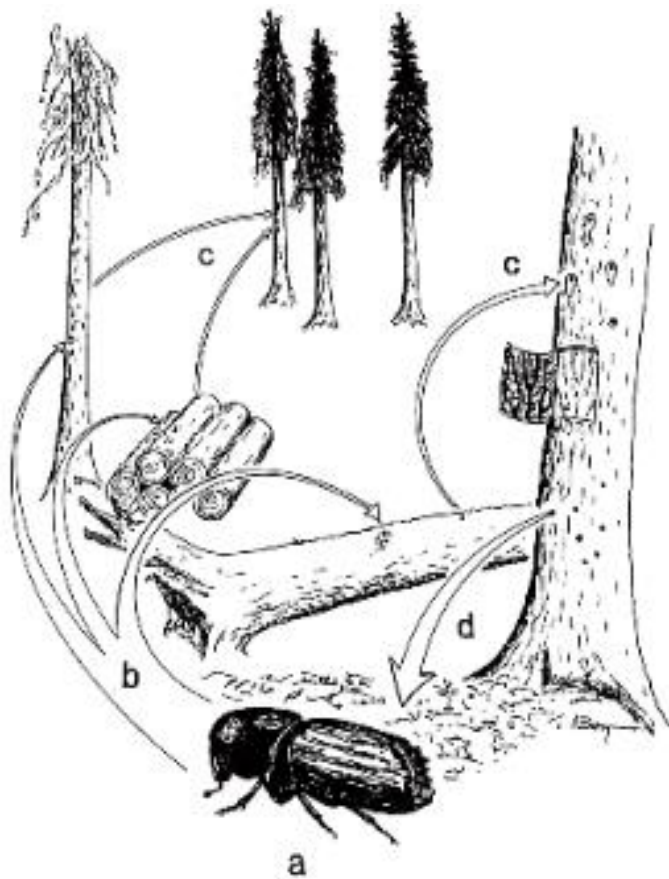




**Joonis 11.** Kuuse-kooreüraski kahjustatud metsatukk (Allikas: <https://metsatervenduse.ee/uraskikolde-likvideerimine-on-voidujooks-ajaga/>).

#### **4.1 Kuuse-kooreüraski käitumismustrid**

Ürasklased veedavad suurema osa oma eluajast koore all ja maapinnas (Joonis 12-a, -d), mille järgi võib öelda, et nad on vägagi varjatud eluviisiga ja taluvad maapinna temperatuuri kõikumisi. Maa all talvituvad üraskid taluvad maapinna temperatuuri kuni  $-30\text{ °C}$  (Berryman, 1988). Kevadel, kui õhutemperatuur on vähemalt 4 päeva olnud  $15\text{--}20\text{ °C}$  ja maapinna pealiskiht soojenenud vähemalt  $10\text{ °C}$ -ni, väljuvad üraskimardikad talveunest (Wermelinger, 2004) (Joonis 12-b). See langeb kokku arukase pungade puhkemisega – enamasti aprilli lõpus või mai esimesel poolel (Keskkonnaministeerium, 2021). Lendluse ja munemise aeg on kuuse-kooreüraskil keskmiselt mai I poolest kuni juuni II pooleni. Täpne lendluse aeg sõltub suuresti asukohast – Lõuna-Eestis algab lendlus tavaliselt nädal või paar varem kui Põhja-Eestis. (Maavara 1958) Ajaline erinevus omakorda sõltub tuule intensiivsusest, temperatuuri kõikumisest ja teistest kohalikest ilmastikuteguritest.



**Joonis 12.** Kuuse-kooreüraski käitumismuster (Berryman, 1988).

Esmalt asustavad sobiva puu isasüraskid, kes hakkavad puukoorde närma ümmargust sisenemisava (Joonis 13) ja mõne millimeetrise läbimõõduga paarituskambrit, samal ajal agregatsiooni- ehk kogunemisferomooni eritades. Kogunemisferomoon on liigikaaslaste meelitav keemiliste ühendite ja lõhnaainete segu, mis annab liigikaaslastele märku, et antud puu on asustamiseks sobilik. Feromoon meelitab ligi suurel hulgal nii isas- kui ka emasputukaid (Voolma et al., 1997; Voolma & Õunap, 2000). On tõendeid selle kohta, et kuuse-kooreürask suudab toota ka feromone, mis annavad liigikaaslastele ebasobivast substraadist märku (Wermelinger, 2004).



**Joonis 13.** Kuuse-kooreüraski näritud sisenemisavad puu tüvel (Allikas: [https://mesindusekspert.ee/wpcontent/uploads/2020/11/Ips\\_typographus\\_sisenemisavad.png](https://mesindusekspert.ee/wpcontent/uploads/2020/11/Ips_typographus_sisenemisavad.png)).

Feromooni peale kohale lennanud emasputukas siseneb isasputuka poolt näritud paarituskambrisse. Kuuse-kooreürask on polügaamne putukaliik ehk ühte paarituskambrisse siseneb harilikult 2–3 emast (Maavara 1958). „Paaritumistantsu“ kestvuse kohta kirjanduses infot pole autor leidnud või pole vastavaid uuringuid veel tehtud.

Haudepilt koosneb 1–3 emakäigust. Paarituskojast kulgeb esimene emakäik alati piki puud ladva poole, kui esinevad ka teine ja kolmas, kulgevad need vastassuunas. Emakäigu pikkus on 6–15 cm ja laius 3 mm (Joonis 14) (Maavara 1958). Emakäikude servades olevatesse munakoobastesse munetakse munad täispikkuses (Voolma, 2012). Ühte emakäiku munetakse kuni 80 muna ühe emasmardika kohta (Wermelinger, 2004). Valmikute küpsussööm toimub haudekohas koore all, küpsussööma käigud on emaskäiguga horisontaalselt (Joonis 14). Noormardikate koorumise algus on keskmiselt juuli II pooles (Maavara 1958).



**Joonis 14.** Kuuse-kooreüraski emakäigud ja valmikute küpsussööma käigud (Foto: Floortje Vodde).

Mitte vähem oluline on sõsarhauete rajamine soodsate tingimuste olemasolul. Pärast esimesi emakäikude rajamist teevad emasüraskid koore all munasarjade taastamiseks lühikese taastumissööma, peale mida hakkavad nad taas munema. Edukalt asustatud puu korral võivad emased edukalt lennata ka ümberkaudsetele puudele, et muneda teine või isegi kolmas sõsarhaue (Joonis 12–c). Mõnel üraskite jaoks soodsal aastal võivad sõsarhauded osutuda palju ulatuslikumaks kui peahaue (Maavara 1958).

## 4.2 Kuuse-kooreüraski looduslikud vaenlased ja parasiidid

Eestis tehtud uurimustöö käigus leiti 61 erinevat kuuse-kooreüraski loodusliku vaenlase liiki. Võrreldes parasiitidega oli röövloomade fauna liigirikkam. Röövloomadest esines kõige enam *placusa* mardikaid (*Placusa*), sipelgmardikaid (*Thanasimus*), *epuraea* mardikaid (*Epuraea*) ja *medetera* kärbsed (*Medetera signaticornis*), sealhulgas *medetera* kärbsed oli loetletud liikidest arvuliselt kõige rohkem (Õunap, 2001). Sipelgmardikad kasutavad kuuse-kooreüraski kogunemisferomooni sarnast meelitamisainet (Berryman, 1988).

Erinevate röövputukate ja parasitoidide hinnangulise asustustiheduse ja arvukuse järgi on antud uuringus väidetud, et *Medetera signaticornis* kärbsed võivad kuuse-kooreüraski jaoks olla kõige olulisemad looduslikud vaenlased (Õunap, 2001). Röövloomadest on üraseki vaenlased linnud, hiired, karihiirlased, sipelgad ja herilased (Berryman, 1988).

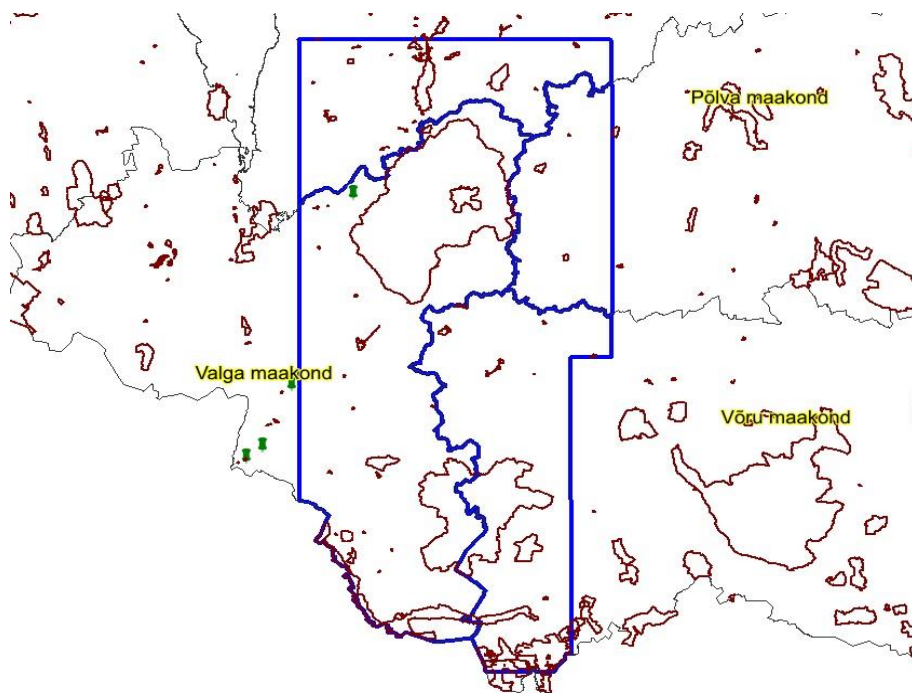
Looduslikke vaenlasi võib olla mitu, kuid isegi kõige tõhusamad parasiidid või röövloomad ei suuda masspaljunemise korral kuuse-kooreüraskite levimist takistada. Ükski loetletud parasiidist ega röövputukast ei talvitu valmikuna nagu kuuse-kooreürask, mis teeb neist hea saagi näiteks rähnidele. Sel viisil söövad erinevad linnud üraseki looduslikud vaenlased talvitumisperioodil sootuks ära (Berryman, 1988). Eestis tehtud uuringu põhjal leiti, et olenevalt kuuse-kooreüraski asustustihedusest ja arvukusest suutsid looduslikud vaenlased mardikate populatsioone vähendada 1,3–6,9 korda (Õunap, 2001).

## **5. MATERJAL JA METOODIKA**

### **5.1 Keskkonnaameti metoodika**

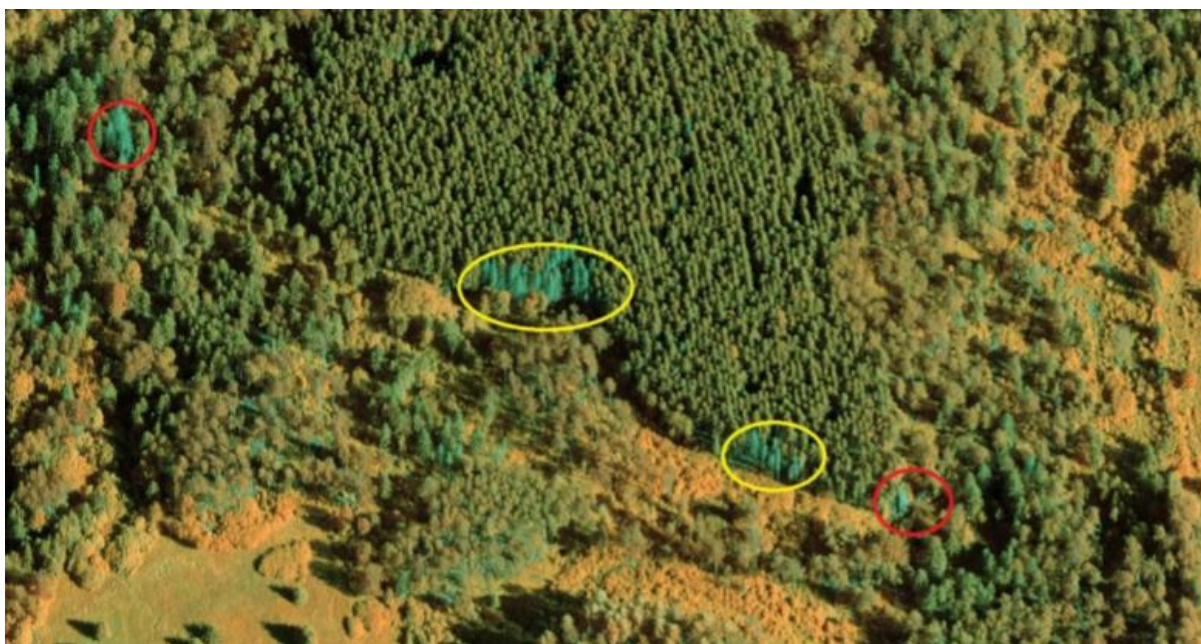
2016. aastal tabas Edela-Eestit laiaulatuslik torm, mida Koiva jõe järgi hakati Koiva tormiks nimetama ja mille järgselt levisid jutud nii kohalike inimeste kui ka ametkondade vahel, et olukord kuuse-kooreüraskiga sealsetes metsades on hull. Üraskikahjustuste ulatuse täpsemaks uurimiseks otsustas Keskkonnaamet tellida Maa-ametilt ülelennu tormialast 2020. aastal.

Lend tehti Edela-Eestis 2020. aasta 20. juunil Karula rahvuspargi ja Otepää looduspargi ümbruses (Joonis 15). Kogu lennuala oli 256 700 ha, millest 1,07 ha oli Läti riigi valdustes. 2020. aasta septembris tegi käesoleva töö autor Keskkonnaametile nende tellitud Maa-ameti aerofotode kohta analüüsi. Kokku tuli analüüsida 122 700 ha ülespildistatud metsa.



**Joonis 15.** Maa-ametile etteantud tormiala, mille kahjustuste ulatust taheti uurida (Allikas: [https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/files/aerofotode\\_analyys\\_kokkuvote\\_01122020.pdf](https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/files/aerofotode_analyys_kokkuvote_01122020.pdf)).

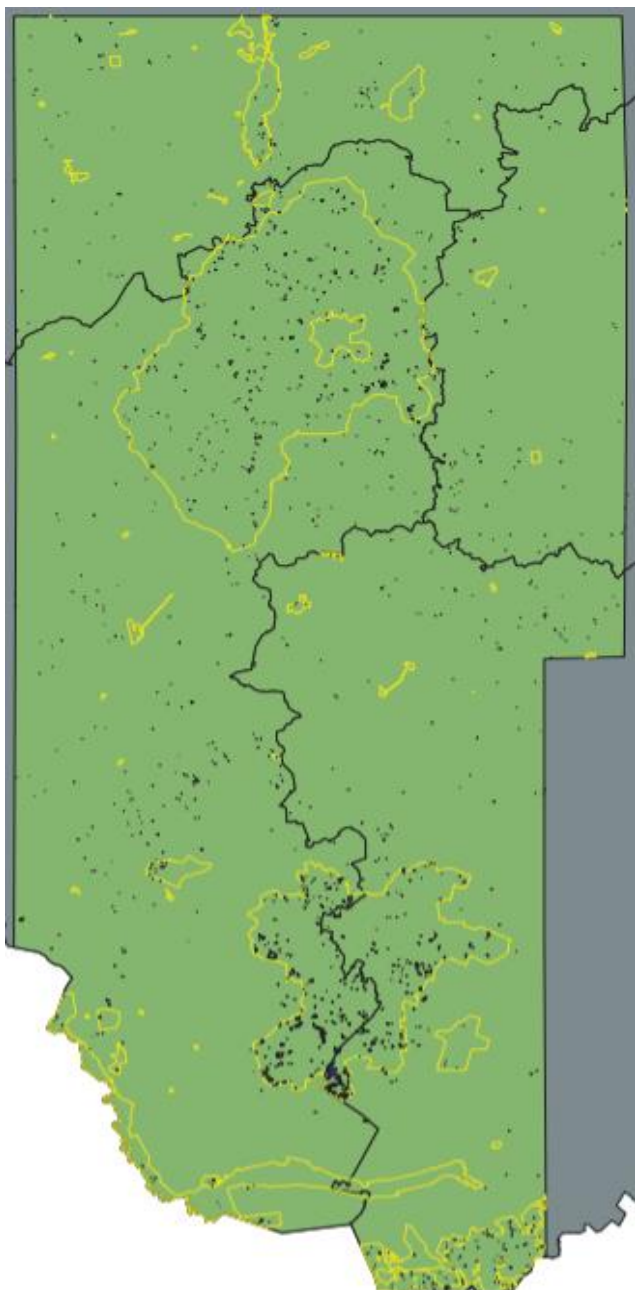
Kuna loodusreservaatides ja sihtkaitsevööndites ei olnud lubatud tormikahjustusi likvideerida, oli KeA lähteülesandeks avastada üraskikahjustuste ulatus 2020. aasta juuni seisuga ning üraskite levimine kaitsealadelt majandusmetsadesse (Niklus & Omler, 2020). Töö tegemiseks kasutati MapInfo Pro 17.0 (64-bit) arvutiprogrammi koos erinevate kihtide ja Maa-ameti põhikaardiga. MapInfo programmis olid järgmised kaardikihid: aerofoto, kuuse enamusega puistud, kaitsealade piirid, 5x5 km ruudud, kuivanud puistud. 5x5 ruudud jaotati omakorda neljaks, et oleks parem suurt ala hoomata. KeA tegi meetodika väljatöötlemisel koostööd Keskkonnaagentuuri (KAUR) metsaregistri juhtivspetsialisti Enn Pärdisga, kes andis kriteeriumiks ära märkida alates 10-puulised metsatukad, mis valemvärvilisel aerofotol esinevad helesinistena (Joonis 16). Väga suured kolded märgiti mitmes väiksemas 10 puu grupi jaos. Autori ülesanne oli terve ala metsamaad üle vaadata ning ära märkida alates 10 puu suurusega kuivanud metsatukad (Joonis 17). Väiksemad kui 10-puulised metsatukad jäid ära märkimata, kuna eesmärgiks oli leida ulatuslikumad kahjustused, mis võivad jätkuvalt levida ja üksikpuudega kolded on reeglina juba hääbunud kahjustused (Niklus & Omler, 2020).



**Joonis 16.** Kuivanud puude grupid aerofotol (kollasega alates 10 puuga grupid; punasega alla 10 puuga grupid, mida arvesse ei võetud) (Allikas: [https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/files/aerofotode\\_analyys\\_kokkuvote\\_01122020.pdf](https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/files/aerofotode_analyys_kokkuvote_01122020.pdf)).

Kokku leiti lennualalt 1681 kahjustunud kuusegruppi, mis joonisel 17 esinevad mustade täppidena. Kogu ala on inimsilmaga visuaalselt digitud. Kokku võttis terve ala digimine aega ca 4 nädalat, töö maht päevade lõikes erines.





**Joonis 17.** Kuivanud kuusepuistud (must), kaitsealad (kollane) (Allikas: [https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/files/aerofotode\\_analyys\\_kokkuvote\\_01122020.pdf](https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/files/aerofotode_analyys_kokkuvote_01122020.pdf)).

Peale ala digimist tegi autor KeA ametniku jaoks eraldi kaardikihi, kuhu said kirja kergemini ligipääsetavad kolded üle kogu ala. Neid koldeid (267 tk) käis vastav ametnik üle vaatamas ning leidis, et kõik aerofotolt leitud ja kaardistatud kolded on nõrgema või tugevama kuusekooreüraski kahjustusega.

Leiti, et Karula rahvuspargi metsade kogupindalast (8894 ha) on 2,06 % (183,1 ha) kuusekooreüraski kahjustusega (Niklus & Omler, 2020). Arvestades, et kuuske on kogu Karula rahvuspargi puidutagavarast 10 % (155 430 tm) (Drenkhan et al., 2007), on kahjustuse osakaal 2,06 % väga suur.

## 5.2 KIK projekti metoodika

Lisaks eelmainitule sai autor andmeid ka Eesti Maaülikoolis käimas olevast Keskkonnainvesteeringute Keskuse (KIK) projektist „Tormijärgne üraskikahjustuste levik ja metsakaitseabinõud leviku tõkestamiseks,„ (edaspidi projekt). Järgnevalt on nimetatud paar olulisemat projekti eesmärki:

1. Selgitada 2016. aasta ennekõike Lõuna-Eestit tabanud tormile järgnenud üraskikahjustuste levikut;
2. Hinnata, kas ja millises ulatuses 2016. aasta tormijärgsed üraskikolded sihtkaitsevööndites laienevad.

Välitöödeks töötasid projektiga seotud teadlased välja spetsiaalse metoodika. Uuringute asukohaks valiti kaitsealad, kus tormikahjustusi likvideeritud ei olnud, ümberringi olid puhtkuusikud või segametsad, kus kuusk oli 1. või 2. rindes ning kuusepuistud olid vähemalt 30-aastased. Vastavate parameetritega tormialad leiti Metsaregistri, Maa-ameti kaardirakenduste, Keskkonnaameti metsakaitse-ekspertiiside ja metsakahjustustega metsateatiste kaudu.

Ühe hektari kohta tehti vähemalt 4 proovitükki, kus määrati 25 lähima puu parameetrid. Igas tormialas koguti lisaks puuliikide koosseisule puude järgmised andmed: puu liik, rinnasdiameetrid ja seisukord (elav, surnud kuuskede korral kas tormiheide, -murd või kahjustuse muu liik). Putukakahjustuse korral määrati putuka liik. Ka tormiala servades uuriti 10 m raadiuses iga püstise kuuse puhul samu parameetreid.

Mõõtmised teostati tormialast lähtuvatel transektidel paiknevatel ringproovitükkidel (Joonis 18). Iga ringproovitüki diameeter oli 22,56 m (ca 400 m<sup>2</sup>) ning ringproovitükkide keskpunktide vahe 50 m. Igas keskpunktis tehti iga põhiilmakaare (põhi, lõuna, ida, lää) suunas foto ja

mõõdeti kaugus tormialast. Igast surnud kuusest tehti rinna kõrguselt kahjustuse koha pealt pilt. Transekt lõppes kohas, kus üraskikahjustusi enam ei leitud.



**Joonis 18.** Välitöödel tehtud proovitükk ja seda läbiv transektijoon (kollane) (Foto: Floortje Vodde).

Saadud andmete põhjal tehti analüüs leidmaks seoseid parameetrite ja üraskikahjustuste vahel. Kõige rohkem koguti infot seoses puude parameetritega (diameeter, rinnaspindala), keskkonnatingimustega (kasvukohatüüp, boniteet), tormiala iseloomuga (tormiala suurus ja leitud üraskikahjustustega kuuskede osakaal tormialas või selle servas) ning metsa koosseisuga (lehtpuude osakaal, puuliikide mitmekesisus, metsa arengustaadium). Lisaks kasutati Metsaressursi arvestuse riiklikusse registrisse kantud puistute takseerikirjeldusi.

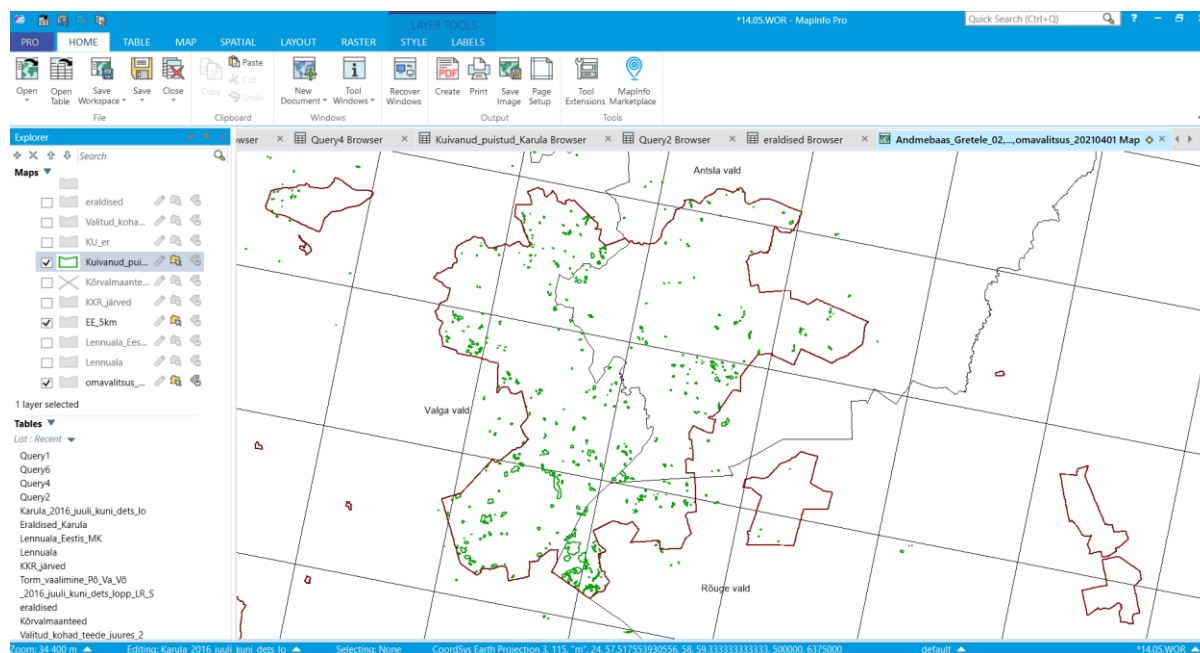
Käesoleva lõputöö autor käis ise ühel projekti raames tehtud välitöö päeval kaasas ning sai andmete kogumisele kaasa aidata. Saadud andmeid on autor oma lõputöö tulemuste peatükis ka kasutanud.

### 5.3 Autori metoodika

Käesoleva lõputöö kaardi- ja tabelianalüüsid on autori tehtud. Andmed on saadud Keskkonnaagentuuri avalikust metsaserverist, Maa-ameti erinevatest ruumiandmetest, projektis osalenud teadlastelt ning autori enda digitud tööde kaardikihtidest.

Täpsema analüüsi jaoks pandi kõik andmed kaardirakendusse MapInfo Pro (17.0 (64-bit)) (Joonis 19). Andmed olid vastavalt tabeli või kaardikihi kujul, millega tehti erinevaid päringuid. Kaardikihtide ja nende tabelitega tehti antud töös olevad joonised ning vaid tabeli kujul olevate andmetega tehti tabelarvutus- ja tabeltöötlusprogrammiga MS Excel 365 (Joonis 20) töös olevad diagrammid.

Saadud arvulisi tulemusi võrreldi ja analüüsiti paralleelselt kaardipiltidega. KeA ja KIK projekt on seotud viisil, kus autor võttis digitud alade kuivanud puistude kaardikihid ning projekti raames tehtud välitööde kaardikihid ning võrdles saadud tulemusi.



Joonis 19. Ekraanipilt MapInfo Pro kaardirakenduse tööaknast.

**PivotTable-liigendtabeli väl.**

Valige aruandesse lisatavad väljad:

Otsi

- KKT
- PE
- TV
- Vanus
- Pindala

Veel tabelleid...

Lohistage välju järgmistel aladel:

Filtrid       Veerud  
  Σ Väärtused

Read       Σ Väärtused  
 KKT      Keskmine kogusummaast...  
 PE      Summa kogusummaast...  
 TV     

Viivita paigutuse värskendamisega      Värskenda

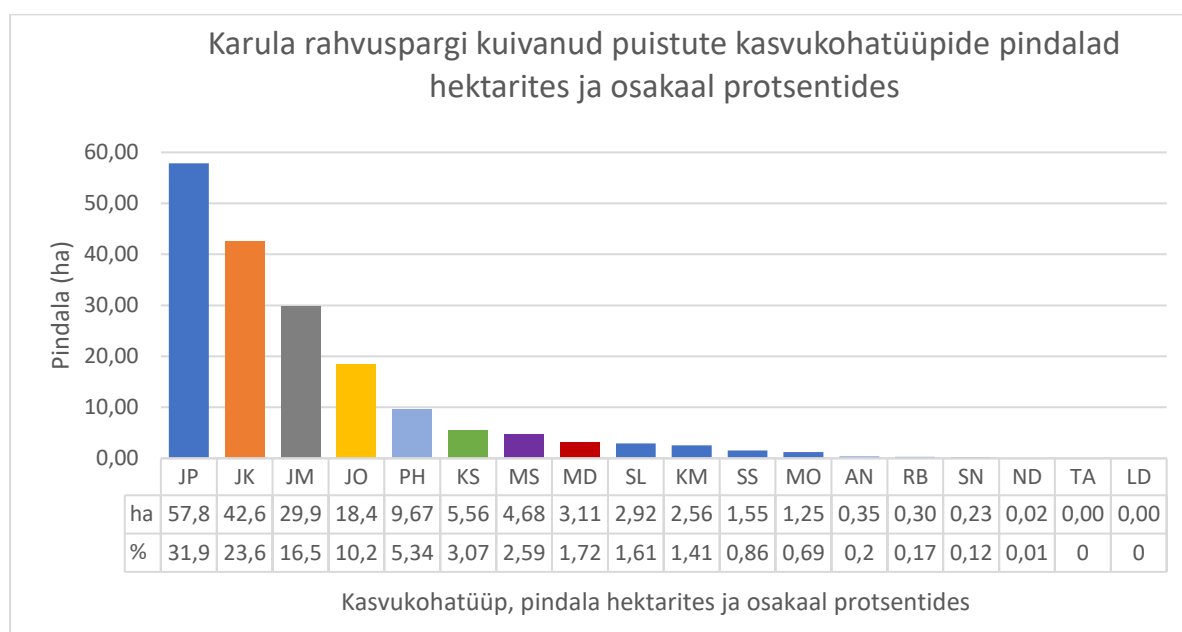
**Joonis 20.** Ekraanipilt rakenduse MS Exceli tööaknast.

## 6. TÖÖ TULEMUSED JA ARUTELU

### 6.1 Kasvukohatüüpide analüüsi tulemused

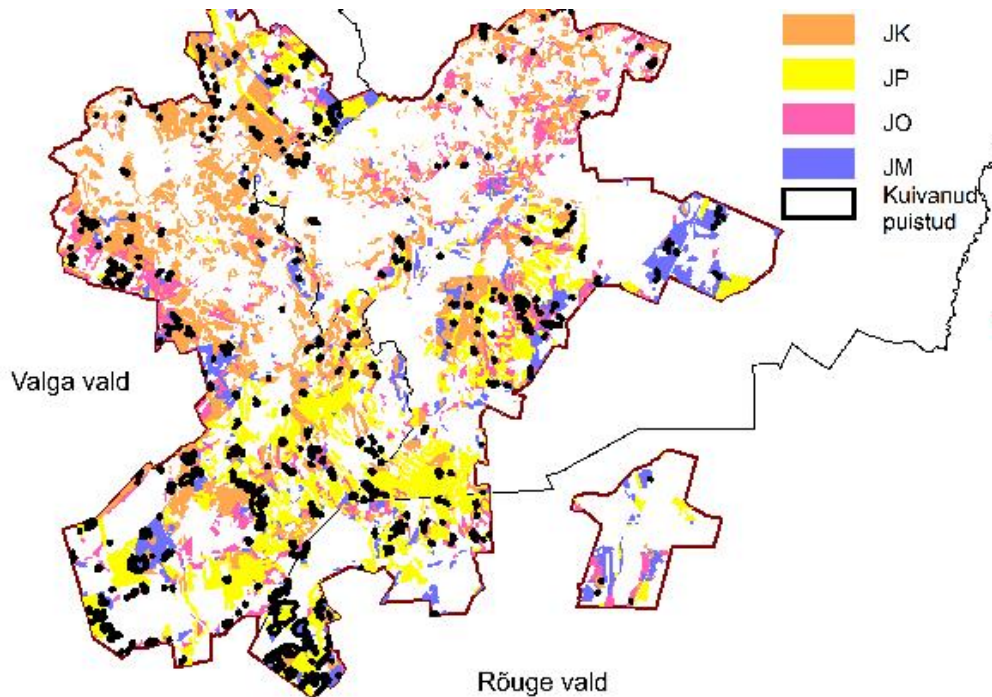
Maa-ametist saadud ruumiandmete, projektist saadud välitööde tulemuste ja autori digitud kaardiandmete põhjal tehti kirjeldav kokkuvõte. Järgnevad pildi- ja tabelimaterjalid on autori enda koostatud.

Kuivanud puistuid oli kõige rohkem jänese kapsa-pohla (JP) kasvukohatüübis (57,8 ha; 31,9 %) (Joonis 21), mis domineerib valdavalt Karula rahvusparki lõunapoolses osas (Joonis 22). Kahjustuste ulatuse põhjuseks võib olla antud kasvukohatüübi muldade iseärasused. Sealsete leedemuldade lähtekivimiks on valdavalt liivsavi, mis oma parasniiske kuni niiske veerežiimiga nõrgestab niigi maapinnalähedaste juurestikega kuuskede tormikindlust. Teiseks põhjuseks võib olla lihtne asjaolu, et JP kasvukohatüüpi esineb Karula rahvusparkis kõige rohkem, mis ka pindalaliselt tormis kõige rohkem kahjustada sai.



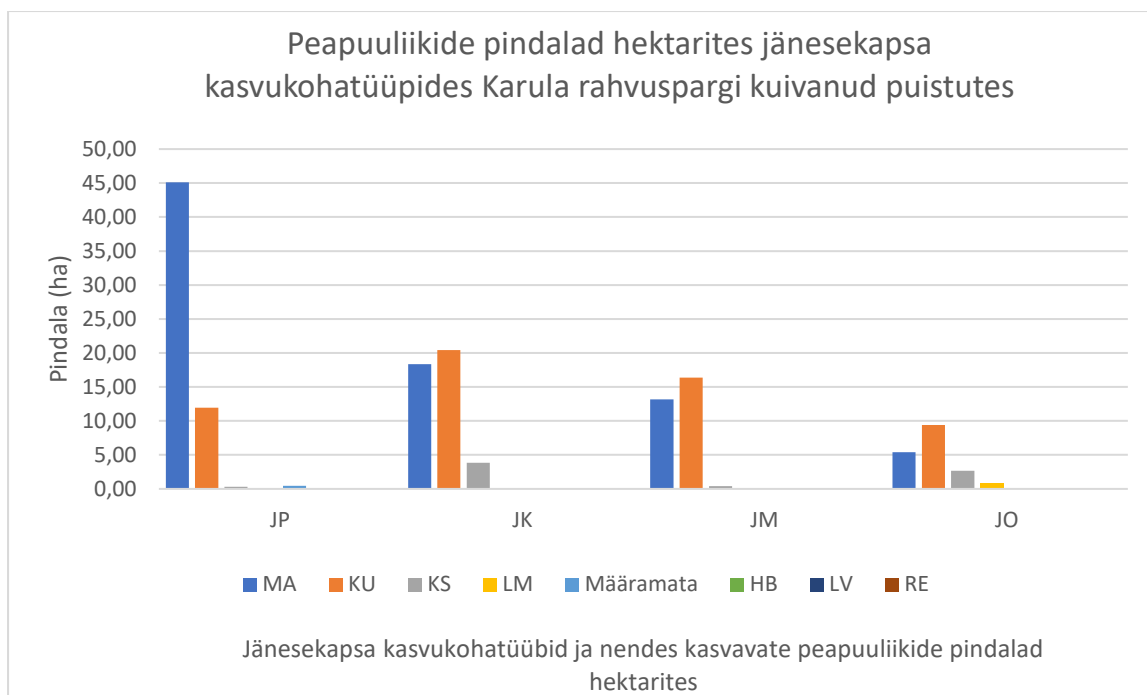
**Joonis 21.** Karula rahvusparki kuivanud puistute kasvukohatüüpide pindala hektarites ja osakaal protsentides (JP – jänese kapsa-pohla, JK – jänese kapsa, JM – jänese kapsa-mustika, JO

– jänesekapsa-kõdusoo, PH – pohla, KS – kõdusoo, MS – mustika, MD – madalsoo, SL – sinilille, KM – karusambla-mustika, SS – siirdesoo, MO – mustika-kõdusoo, AN – angervaksa, RB – raba, SN – sinika, ND – naadi, TA – tarna, LD – lodu) (Andmeallikas: Keskkonnaministeeriumi metsaregistri avalik geoserver).



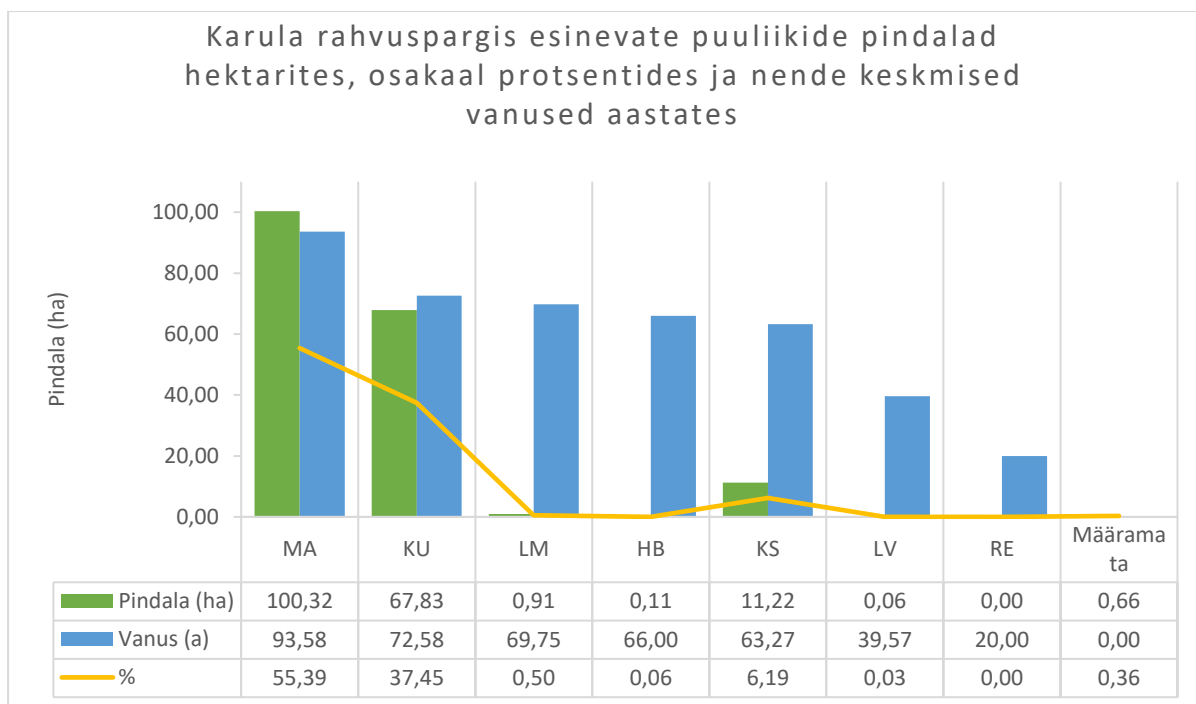
**Joonis 22.** Jänesekapsa kasvukohatüübid ja kuivanud puistud Karula rahvuspargis.

Pindalaliselt ja protsentuaalselt oli kuivanud puistuid suurusjärgult järgmisena jänesekapsa (JK) kasvukohatüübis (42,6 ha; 23,6 %) (Joonis 21). Mullaomadustelt on antud kasvukohatüüp JP kasvukohatüübi mullast parema dreneažiga, huumuskiht on paksem ning mulla risosfääri  $pH_{KCL}$  happelisem, mis võivad kuuskede tormi- ja stressikindlust tõsta. JK kasvukohatüübis kasvab pindalaliselt rohkem kuusikuid, kui JP (Joonis 23), mis joonise 24 järgi on keskmiselt nooremaealised. Just paremad tingimused juurestiku kinnituse jaoks maapinda ja puude madalamast keskmisest vanusest tingitud asjaolud võisid Karula rahvuspargi loode- ja põhjapoolsed alad (Joonis 22) võrreldes lõunapoolsete aladega suuremas osas ürasekirüüstetust säästa.



**Joonis 23.** Peapuuliikide pindalad hektarites jänesekapsa kasvukohatüüpides Karula rahvusparki kuivanud puistutes. (MA – mänd, KU – kuusk, KS – kask, LM – sanglepp, Määramata – metsaregistris pole andmeid, HB – haab, LV – hall lepp, RE – remmelgas) (Andmeallikas: Keskkonnaministeeriumi metsaregistri avalik geoserver).

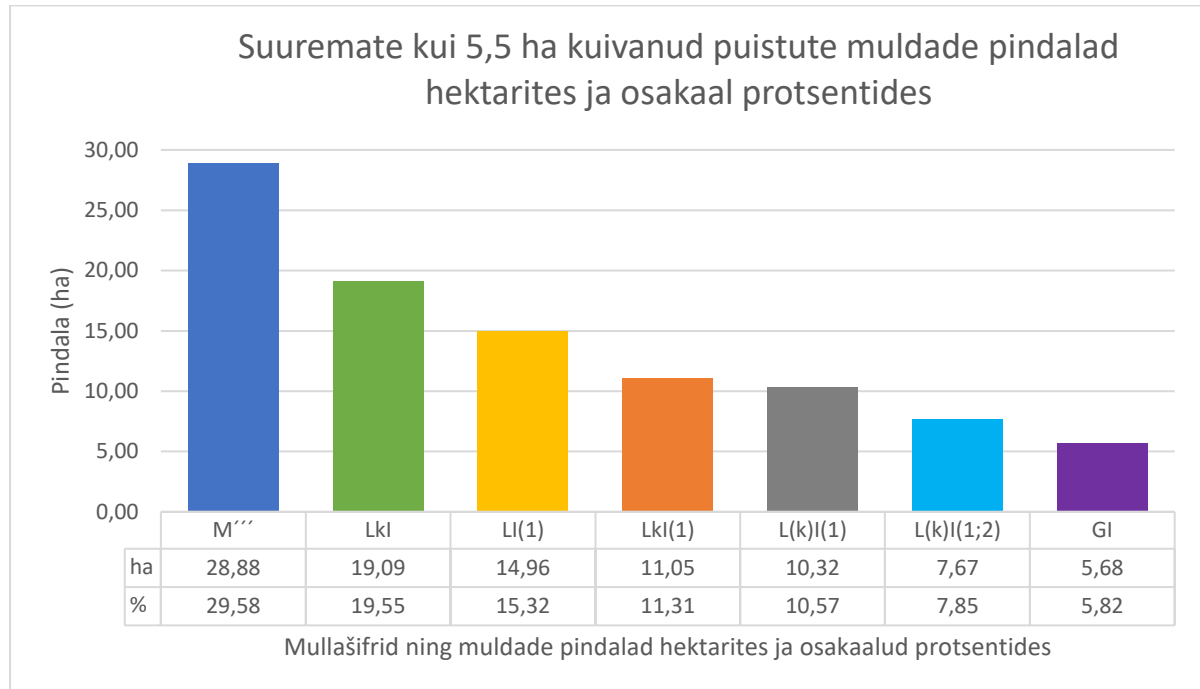




**Joonis 24.** Karula rahvuspargi kuivanud puistutes esinevate puuliikide pindalad hektarites (roheline) ja osakaal protsentides (kollane), nende keskmised vanused aastates (sinine) (MA – mänd, KU – kuusk, LM – sanglepp, HB – haab, KS – kask, LV – hall lepp, RE – remmelgas, Määramata – alad eraldistel, kus metsaregistri järgi andmed puuduvad. Sellisel juhul on põhjuseks tehtud lage- või sanitaarraie või on puude täius alla 30 % ehk eraldisel pole mets uuenenuks loetud) (Andmeallikas: Keskkonnaministeeriumi metsaregistri avalik geoserver).

Kuivanud puistuid jänesekapsa-mustika (JM) kasvukohatüübis esineb kogu Karula rahvuspargi territooriumi ulatuses (Joonis 22). Siinkohal võib põhjuseks olla mulla kõrgem niiskusrežiim, mis teeb puud tormihellamateks. Võrreldes teiste jänesekapsa kasvukohatüüpidega esineb sealsetes muldades gleistumist ja mõnes kohas ka nõrgliiva ning nõrgkivi tükke. JM kasvukohatüüpe on Karula rahvuspargis pindalaliselt vähem, kui jänesekapsa-kõdusoo, kuid selle eest on kahjustuste osakaal esimeses suurem. JM kasvukohatüüpe on rohkem rahvuspargi lõunaosas, kus ürasekikahjustusi oli põhjapoolse alaga võrreldes pindalaliselt ka rohkem. Lisaks

on mullakaardi järgi JM kasvukohatüüpe kohtades, kus esineb sügavaid madalloomuldasi, mis oma osakaalult oli kõige sagedamini esinev muld kuivanud puistutes (Joonis 25).



**Joonis 25.** Suuremate kui 5,5 ha kuivanud puistute muldade pindala hektarites ja osakaal protsentides (Andmeallikas: Keskkonnaministeeriumi metsaregistri avalik geoserver).

Jänese kapsa-kõdusoo (JO) puhul on peapuuliigi osas kuusk domineerivam kui mänd (Joonis 23). Sarnaselt JK-le, on JO kasvukohatüüpi rohkem Karula rahvuspargi põhjapoolsel alal, kus ürasekirüüsteid üldisemalt oli vähem. Siinkohal on metsade iseloomu tähtsaks mõjutajaks muld, mis on pikaajaliselt ja intensiivselt kuivendusmõju all olnud. Tänu kuivendusele on maapind paraja niiskusrežiimiga ning toitaineerikas, mille tõttu kasvavad puud palju paremini ning kiiremini. Sellest olenemata on kuivendatud aladel põhjavesi kas alaliselt või pidevalt kõrgemal kui teistes kasvukohatüüpides ja seal kasvavad kuused oma juuri sügavamale kasvatada ei saa. Seetõttu on JO kasvavad kuusikud vägagi tormikartlikud (Laas et al., 2011). Kõnealuse kasvukohatüübi puhul on positiivseks asjaolu, et sealsetes tingimustes ei levi kuuskedele iseloomulikke juuremädanikke kuuse-juurepessu (*Heterobasidion parviporum*). Viljakamatel kasvukohatüüpidel suureneb kuivenduse tagajärjel kuuse osakaal, väheneb männi

ja kase osakaal, seejuures lisaks kuuse osakaalu suurenemisele kasvab ka metsa alla tekkiva kuuse loodusliku uuenduse osakaal (Laas et al., 2011).

Konkreetselt metsamaade kuivendamise mõju kuuse-kooreüraski rüüste tõenäosusele autor kirjanduse põhjal ei leidnud. Võib järeldada, et nendel kahel faktoril tugevat otsest seost ei ole või pole vastavaid uuringuid veel tehtud.

## 6.2 Analüüsi lisatulemused

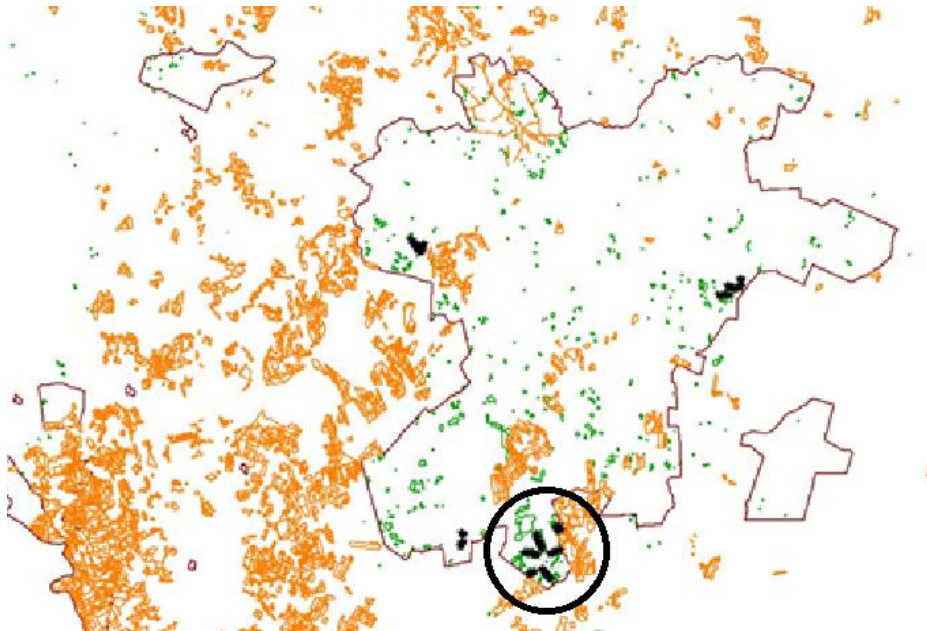
Lisaks kuuse-kooreüraskile on üldiselt jänsekapsa kasvukohatüüpides ideaalsed tingimused kuuse-juurepessu levimiseks. Juuremädanike levikut mõjutavad suuresti puude risosfääris olevad tingimused: veerežiim, temperatuur, mulla üldised füüsikalised ja keemilised omadused, mükoriisa ja muu mulla elustik. Muldade kuivus soodustab kuuse-juurepessu esinemist, eriti esineb antud patogeeni parasniisketes muldades nagu näiteks leetunud mullad, mis Karula rahvuspargis ka laialt levinud on. Niiskusrežiimi suurenedes kõnealust patogeeni ei levi (Hanso & Hanso, 1999).

Võttes arvesse asjaolu, et Karula rahvuspargis on kuusk esinemissageduse järgi teisel kohal pärast mäнди, on sealsete metsakahjude ulatusi analüüsidest oluline arvestada ka teisi levivaid looduslikke häiringuid, mis võivad olla olulisteks kaasaaitavateks mõjuteguriteks, nagu näiteks kuuse-juurepess.

Viljaka kasvukohatüübi korral, nagu eelpool mainitud kasvukohatüübid kõik on, kasvavad kuused sealsetes metsades väga hästi ning rohkete toitainete olemasolu tõttu on puudel keskmisest paksem korp. Just see asjaolu on tähtis kuuse-kooreüraski rüüsete korral, kuna antud kahjur eelistab kuuseenamusega puustusid, mis on keskmisest paksema koorepaksusega. Analüüsides on selgunud, et enim oli kahjustusi I ja IA boniteediga kuusikutes; valmivates, küpsetes ja keskealistes kuusikutes ning kahjustusi esines ka puistutes, kus kuusk ei olnud enamuspuliik (Niklus & Omler, 2020).

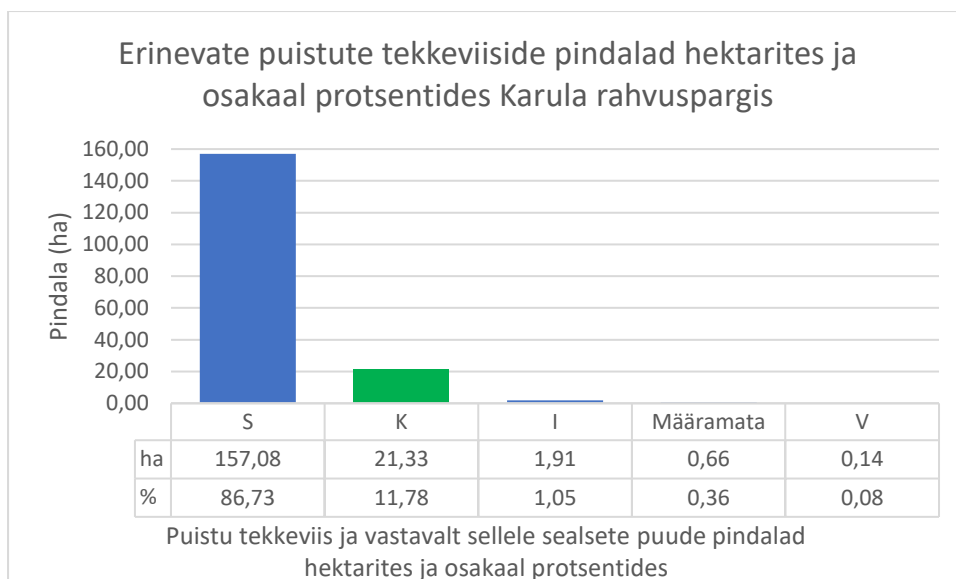
Metoodikas mainitud projekti raames saadud ürasekikahjustustega puistud on musta tähega ära märgitud joonisele 26. Samuti on antud joonisel selgelt näha seos autori poolt leitud kuivanud ürasekikollete, projekti raames leitud ürasekirüüstete ning väljastatud lage- ja sanitaarraiate teatiste vahel. Kokkuvõtvalt, seal, kus Karula rahvuspargis on nii autori poolt, kui ka projekti raames leitud ürasekikoldeid, on ka lähedalasuvas majandusmetsas tehtud vastavasisulised

metsateatiseid. Üheks väga heaks näiteks on joonisel 26 musta ringiga märgitud ala, kus autori leitud kuivanud puistud moodustasid 16 ha ala, mis on nii Karula rahvuspargi kui ka kogu Maa-ameti poolt tehtud lennuala suurim kolle.



**Joonis 26.** 2016. aastal väljastatud lage- ja sanitaarraiate teatiseid (oranž) (Andmeallikas: Keskkonnaamet), lennuala kuivanud puistud (tumeroheline), välitöödel tehtud transektid (must täht), musta ringiga on märgitud ala, kus oli kõige suurem kuuse-kooreüraski kolle (16 ha).

Analüüsi käigus otsustati teha päring puistute tekkeviiside kohta. Maa-ameti andmete põhjal on Karula rahvuspargis autori digitud kuivanud puistute peamiseks tekkeviisiks seemnetekkeline (kuni 87 %), mis näitab, et alad on ülekaalukalt looduslikul viisil uuenenud. Osakaalult järgmisena on külvi teel tekkinud puistud (12 %) ning vähesel määral istutust ja vegetatiivset ehk juure- või kännuvõsu teel arenenud puistuid (Joonis 27).



**Joonis 27.** Erinevate puistute tekkeviiside pindala hektarites ja osakaal protsentides Karula rahvuspargis (S – seemnetekkeline; K – külv; I – istutus; Määramata – Maa-ameti andmebaasis puudusid andmed; V – vegetatiivne) (Andmeallikas: Keskkonnaministeeriumi metsaregistri avalik geoserver).

## **7. TEGURID, MIS MÕJUTASID KARULA RAHVUSPARGI KAHJUSTUSTE ULATUST**

Üha sagedamad tormid nii Eestis kui mujal maailmas on tingitud suuresti kliimamuutustest. Kliimamuutused toovad kaasa väga äärmuslikke ilmaolusid, mis esinevad igal aastal erinevalt. Üheks näitajaks on aina sagedanenud tormide (sh väga tugevate) esinemine. Teiseks on kliima oluliseks mõjutajaks suurenenud sademete hulk, mis omakorda muudab pinnase pehmeks ja erinevatele kahjustustele palju haavatavamaks (Majunke et al., 2008). Kolmandaks näitajaks on asjaolu, et kliimamuutuste tingimustes prognoositakse keskmise õhutemperatuuri tõusu, mis soodustab erinevate metsakahjurite (sh vastsete) ellujäämist üle talve. Lisaks sademete rohketele aastatele on tulevikus aina rohkem sademetevaaseid aastaid, kus valitsevad veepuudus ja põud. Sellest tulenevalt võib prognoosida, et tulevikus erinevad looduslikud häiringud sh tormid ja nendega kaasnevad kuuse-kooreüraski kahjustused suurenevad.

Kuuse-kooreüraski seisukohalt on sellised kliimamuutused ainult positiivsed. Kuusikute juurestikud on väga maapinna lähedased ja laiuvad, mis muudavad nad automaatselt tormitundlikumateks. Kuna kuused saavad suhteliselt maapinna lähedastest kihtidest vajalikud toitained kätte, siis juuri sügavamale ei kasvata – ainult maapinna lähedal laiemaks. Kuuskedel on juurestik kuni 50 cm sügavusel (Valk & Eilart, 1974), mis teeb neist tormihellad puud.

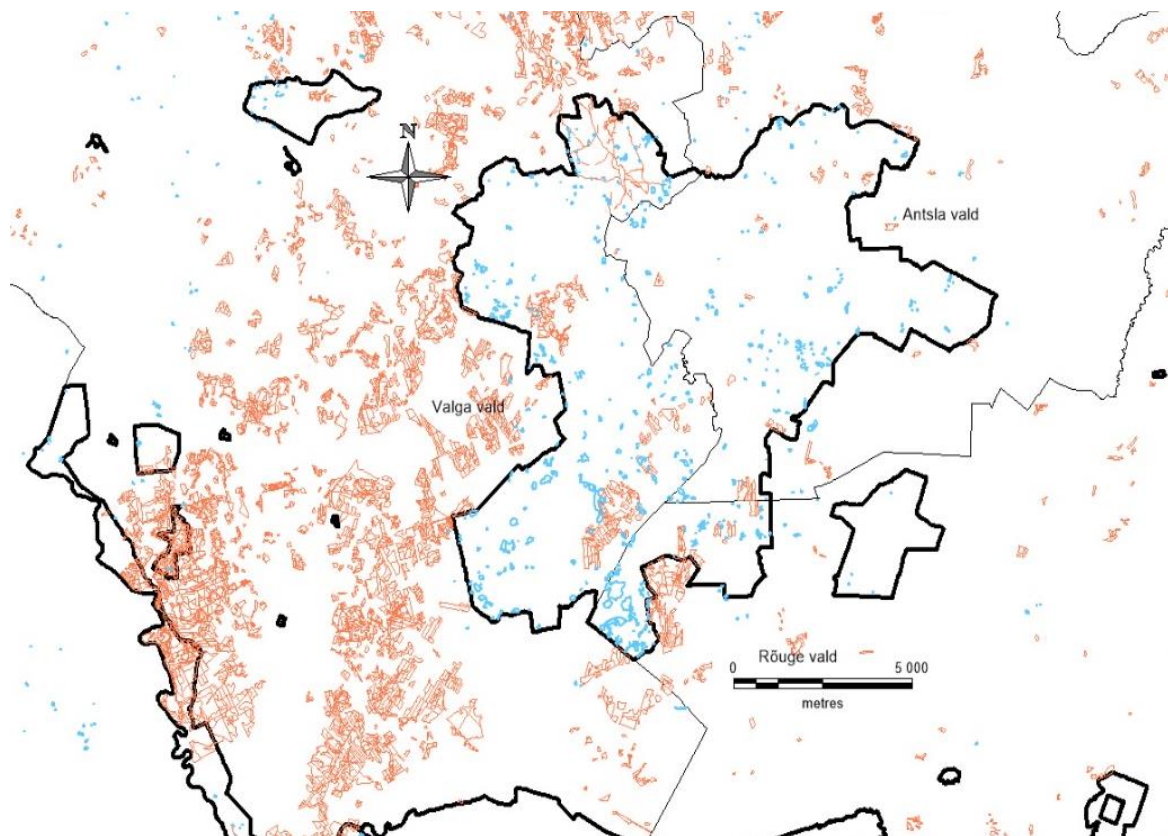
Koiva tormi järgsetel kuuse-kooreüraski kahjustustel oli mitmeid tagamaid. Üheks mõjutajaks olid suured põuad minevikus. Nii oli näiteks tormiaasta 2016 väga kuiv, kuid lisaks olid ka aastad 2018 ja 2019 väga põuased (Riigi Ilmateenistus, 2021). Põud on üks looduslikest häiringutest, mis muudab kuusepuistute elukeskkonda drastiliselt ning tekitab puudele äärmuslikku stressi, mis omakorda teeb kuused erinevatele kahjustajatele (sh kuuse-kooreüraskile) palju vastuvõtlikumaks.

Elujõulised kuused võitlevad üraskirüüstete vastu resistentsusega. Kuigi kuusk kuulub suhteliselt nõrka vastupidavusklassi, suudab ta teatud aja jooksul vaigueritusega end edukalt kaitsta (Saarman & Veibri, 2006).

Looduslike häiringute kahjustuste ulatus, sh kuuse-kooreüraski rünnaku edukus, sõltub alati puu vastupanuvõimest. Kui mets on terve ja puud elujõulised, vähendab see oluliselt üraskirüüste ohtu (Netherer et al., 2014). Viljakates metsakasvukohatüüpides nagu jänese kapsa, jänese kapsa-mustika, jänese kapsa-pohla ja sinilille, on maapind toitainete rikas, mis tagab puude paksema koore. Paksem koor aga omakorda on ideaalne elupaik üraskitele ning puhtkuusikutes just sellised tingimused esinevad (Niklus, 2020).

Lisaks keskkonnast tingitud stressile kannatavad kuused veel juuremädaniku all. Paljud üraskid kannavad edasi puude haiguseid ning puidusinetust ja -mädanikke põhjustavaid seeni (Voolma, 2002). Seega lisaks üraskite põhjustatud ainevahetushäiretele võivad kuused surra ka seenhaiguste läbi.

Keskkonnaameti analüüsist selgus, et kaitsealade sees on üraskikolded laiaulatuslikud ja seetõttu on neid aerofotolt ja kaartidelt ka hästi näha. Kaitsealadest väljaspool on aga aastate jooksul rakendatud erinevaid metsamajanduslikke võtteid nagu näiteks lage- ja sanitaarraie ning väiksemad tormimurru koristused, seega kaartide info pole usaldusväärne ütlemaks üheselt, et ürask kaitsealadelt majandusmetsa ei levi (Joonis 28) (Keskkonnaamet, 2020a).



**Joonis 28.** Kuivanud puistud 2020. aastal (sinine) koos väljastatud lage- ja sanitaarraiate teatistega 2016. aastal (oranž).

Kinnitust leidis ka tõsiasi, et mida rangem kaitsereežiim, seda rohkem looduslike protsesse toimub (sh lamapuidu teke ning seetõttu rohkemate elupaikade teke; putukate, k.a kahjurite ja nende looduslike vaenlaste levik), kuna kaitsevööndites on metsamajandustegevus vastavalt piiratud. Nii oli näiteks lennuala loodusreservaatide metsakahjustuse protsent suurem, kui sihtkaitsevööndite oma (Tabel 1). Rangemates kaitsevööndites on vanade metsade osakaal ka suurem, mis loob ühe eelduse üraskirüüste esinemiseks (Niklus & Omler, 2020).



**Tabel 1.** Kuuse-kooreüraski kahjustused lennuala kaitsealustes metsades (Allikas: [https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/files/aerofotode\\_analyys\\_kokkuvote\\_01122020.pdf](https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/files/aerofotode_analyys_kokkuvote_01122020.pdf)).

Kaitseala / kaitseala vöönd	Pindala, ha	Sellest metsa pindala, ha	Kahjustuskollete pindala, ha	Kahjustuskolde % metsa pindalast
Kaitsealade pindala lennualal kokku	42 910	27 230	267	0,98
<b>Karula rahvuspark</b>	<b>12 300</b>	<b>8 894</b>	<b>183,1</b>	<b>2,06</b>
Otepää looduspark	22 090	12 590	61,56	0,49
Reservaadid	181	152	2,63	1,73
Sihtkaitsevööndid	14 008	11 819	195,7	1,66
Piiranguvööndid	28 030	14 880	68,2	0,46
Hoiuala	1585	379	0,5	0,13

Keskkonnaameti metsaosakonna juhataja Olav Etverki öeldud sõnad kinnitavad tormi- ja üraskikahjustuste ulatust antud lennuala piires: „Alates 2016. aastast kuni 2020. aasta oktoobrini on aerofotode lennualale kuulunud piiranguvöönditesse koostatud metsakaitseeksportiisi akte tehtud kokku 791 ha ulatuses. Sellest 578 ha puhul on peamine kahjustaja torm, tormiheide, kuuse-kooreürask või teised tüvekahjurid. Majandusmetsadesse on samas ajavahemikus koostatud metsakaitseeksportiisi akte kokku 4156 ha-le, millest 3418 ha puhul on samad peamised kahjustajad.“ (Keskkonnaamet, 2020a).

## KOKKUVÕTE

Käesoleva bakalaureusetöö raames analüüsiti 2016. aasta Koiva tormi järgset kuuse-kooreüraski levikut ja tema kahjustuste ulatust jänesekapsa kasvukohatüüpides Karula rahvuspargis. Analüüsi jaoks uuriti esmalt Karula rahvusparki kui tervikut, Koiva tormi, kuuse-kooreüraski bioloogiat ja käitumismustreid ning enim kahjustada saanud jänesekapsa kasvukohatüüpide iseärasusi. Lisaks eeltoodule uuriti tegureid, mis konkreetselt Karula rahvuspargis võisid üraskikahjustuste ulatust mõjutada, sejärel tehti täpsem kirjeldav analüüs erinevate parameetritega.

Uurimiseesmärgi lahendamisel kasutati algandmetena KIK projekti ja Keskkonnaameti analüüsi ning nende käigus loodud kaardandmeid, Keskkonnaagentuuri ning Maa-ameti avalikke andmeid ja servereid. Kaardianalüüs (9 kaardi põhjal) tehti GIS-programmis ja saadud andmeid töödeldi tabelarvutusprogrammis.

Kaardandmeid uurides joonistus välja selge muster, et tormi- ja üraskikahjustused laastasid enim puistuid, mis kasvasid toitainete rikastes ja viljakates kasvukohatüüpides. Karula rahvuspargis said tormis ja kuuse-kooreüraski poolt enim kahjustatud sealsed lõunapoolsemad jänesekapsa kasvukohatüübid. Viljakates kasvukohatüüpides kasvavad kõrge boniteediga kuuse enamusega puistud, mis on kuuse-kooreüraski rüüstetele kõige enam vastuvõtlikumad. Tormikahjustuste aspektist erinesid kuusikud peamiselt mullastiku poolest. Leiti, et tormikahjustusi oli enim neis kasvukohatüüpides, kus domineeris sügav madalloomuld.

Karula rahvuspargi metsakahjustustel on mitmeid tagamaid. Üheks suureks mõjutajaks on kliima ja selle muutused, millega kaasneb tugevate tormide ja põuaste aastate sagenemine. Metsakahjustuse ulatus sõltub suuresti puude vastupanuvõimest. Kuusk on suhteliselt nõrga vastupanuvõimega, kuid lühiajaliselt suudavad nad vaigueritusega näiteks kuuse-kooreüraskit edukalt tõrjuda. Tormihellaks teeb kuusepuistud nende väga maapinnalähedane juurestik.

Töös püstitatud eesmärgid said täidetud. Käesoleva töö tulemusi saab kasutada tulevikus erinevate projektide raames, milles uuritakse rahvusparke ja nendes esinevaid tormikahjustusi

ning kuuse-kooreüraskite rüüsteid. Antud töö annab metsaomanikele infot, millistel muldadel ja kasvukohatüüpides kasvavad kuusikud on riskimetsad. Seda teades saavad metsaomanikud oma metsi rohkem tormikindlamaks kujundada ning oskavad kuuse-kooreüraski rüüsteid ennetada või nende saabumisel kiirelt ja teadlikult tegutseda.

Üraskikahjustuste uurimisvaldkond on lai, huvitav ja aktuaalne, mida saab uurida nii bakalaureuse-, magistri- kui ka doktoriastmes. Samuti on KIK projekti andmestik suur ning tulevikus saaks uurida järgnevaid uurimisprobleeme:

1. Autori tehtud aerofotode digimise töö andis häid tulemusi, kuid oli suhteliselt aeganõudev ja eelkõige silmadele raske töö. Sellest tulenevalt võiks tulevikus programmeerida MapInfo rakendusele skripti, mis annaks programmile automaatselt käsu leida lennualal vastava suurusega kuivanud puistute kolded üles ning need markeerida. See lahendus teeks üraskirüüstete uurimise aerofotodelt kiiremaks ja võimalikult täpsemaks;
2. Üheks laiapõhjaliseks ja vajalikuks teemaks eelkõige majandusmetsades on kuuse-kooreüraskivastased meetmed nii tema ennetamiseks kui ka olukorras, kui ürask juba puistu asustanud on. Infot on palju ja Eestis leidub välikatsete läbiviimiseks sobivaid alasid;
3. Käesolevat tööd kirjutades tuli esile teinegi uurimisteema – maakasutuse muutuste seos tormikartlike puistute kujunemisel. Kuna Karula rahvusparki puistud kasvavad endistel põllumajanduskõlvikutel, tekkis autoril hüpotees, kas ja kuidas eelnevad maakasutusmeetmed mõjutavad puistute tormikartlikkust;
4. Veel tasuks uurida kaugemaleulatuvate looduslike häiringute koosmõju metsakahjude ulatuse kohta. Kuna enne Koiva tormi oli Karula rahvusparki metsades toimunud kindlasti veel mitmeid erinevaid looduslikke häiringuid, siis oleks neid uurides metsakahjude ulatuse ja põhjuste analüüsi osas võimalik teha palju kindlamaid järeldusi.

## KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- Aitsam, V. (2018, 1). Torm murrab ja heidab. *Eesti Mets*. 30-33. <http://eesti-mets-arhiiv.horisont.ee/Eesti-Mets-1-2018.pdf>
- Ansper, A. (2016). *Karula rahvuspargi maastiku muutused viimasel sajal aastal* (Bakalaureuse töö, Eesti Maaülikool). [https://explore.openaire.eu/search/publication?articleId=od\\_3875::bef13276aecbdde9a425b60a7b97f279](https://explore.openaire.eu/search/publication?articleId=od_3875::bef13276aecbdde9a425b60a7b97f279)
- Berryman, A., A. (1988). *Dynamics of Forest Insect Populations: Patterns, Causes, Implications*. Springer Science+Business Media.
- Drenkhan, J., Freiberg, R., Kalve, K., Kama, K., Karjus, A., Kronberg, E., Lotman, A., Meriste, M., Peegel, H., Preismann, K., Tomson, P., Treimuth, T., Tsimmer, M., Urbanik, M., & Visnapuu, S. (2007). *Karula rahvuspargi kaitsekorralduskava 2008 – 2018*.
- Hanso, S., & Hanso, M. (1999). Juurepessu levimisest Eesti metsades. – *Metsanduslikud uurimused*, 31, 162-172.
- Kalda, A. (1998, oktoober). Karula rahvuspargi taimkatet iseloomustavad suured metsalaamad. *Eesti Loodus*. [http://vana.loodusajakiri.ee/eesti\\_loodus/EL/vanaweb/9810/metsad.html](http://vana.loodusajakiri.ee/eesti_loodus/EL/vanaweb/9810/metsad.html)
- Keskkonnaagentuur. (2018). (kinnitatud KAUR-i direktori 25. oktoobri 2018. a käskkirjaga nr 1-1/18/47) *Statistiline metsainventeerimine SMI andmete sisend- ja väljundmoodulid*.
- Keskkonnaamet. (2020a). *Kaitsealade vahetus läheduses ei ole kuuse-kooreüraski kahjustusi rohkem kui mujal metsades*. [https://www.keskkonnaamet.ee/et/uudised/kaitsealade-vahetus-laheduses-ei-ole-kuuse-kooreuraski-kahjustusi-rohkem-kui-mujal-metsades?fbclid=IwAR0WLx3UU3-a6epAxP1snVS6voeK0QmSQ03XiMxo7L6mDz\\_8eRv4wYLK111](https://www.keskkonnaamet.ee/et/uudised/kaitsealade-vahetus-laheduses-ei-ole-kuuse-kooreuraski-kahjustusi-rohkem-kui-mujal-metsades?fbclid=IwAR0WLx3UU3-a6epAxP1snVS6voeK0QmSQ03XiMxo7L6mDz_8eRv4wYLK111)
- Keskkonnaamet. (2020b). *Karula rahvuspargi, Karula loodusala ja Karula linnuala kaitsekorralduskava aastateks 2020-2029*. [https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/files/karula\\_kkk\\_0.pdf](https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/files/karula_kkk_0.pdf)
- Keskkonnaministeerium. (2021). *Juhend kuuse-kooreüraski tõrjeks*. [https://www.envir.ee/et/sites/default/files/news-relatedfiles/juhend\\_kuuse\\_kooreyraski\\_torjeks.pdf](https://www.envir.ee/et/sites/default/files/news-relatedfiles/juhend_kuuse_kooreyraski_torjeks.pdf)
- Kukk, R. (2016). *Koiva torm juuli 2016a*. Riigimetsa Majandamise Keskus. [https://www.pikk.ee/upload/files/KOIVA%20%20TORM%202016a\(1\).pdf](https://www.pikk.ee/upload/files/KOIVA%20%20TORM%202016a(1).pdf)
- Laas, E., Uri, V., & Valgepea, M. (2011). *Metsamajanduse alused*. Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Lõhmus, E. (2006). *Eesti metsakasvukohatüübid*. Eesti Loodusfoto.

- Maavara, V. (1958). *Üraskid - kuusepuistute kurjemaid vaenlasi*. Eesti NSV Põllumajanduse Ministeriumi Metsamajanduse Peavalitsuse Ja Põllu- Ja Metsamajanduse Teaduslik-Tehnilise Ühingu Metsamajanduse Sektsioon.
- Majunke, C., Matz, S., & Müller, M. (2008). Sturmschäden in Deutschlands Wäldern von 1920 bis 2007. *Allgemeine Forst-Zeitschrift*, 63(7), 380-381.
- Netherer, S., Matthews, B., Katzensteiner, K., Blackwell, E., Henschke, P., Hietz, P., Pennerstorfer, J., Rosner, S., Kikuta, S., Schume, H., & Schopf, A. (2014). Do water-limiting conditions predispose Norway spruce to bark beetle attack? *Journal of New Phytologist*, 20,: 1128–1141. doi: 10.1111/nph.13166
- Niklus, T. (2020). *Analyys\_05\_10\_2020\_ver 2*. Tartu: Keskkonnaamet.
- Niklus, T., & Omler, R. (2020). 2020. aasta Lõuna-Eesti aerofotode analüüs. Keskkonnaamet. [https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/files/aerofotode\\_analyys\\_kokkuvote\\_01122020.pdf](https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/files/aerofotode_analyys_kokkuvote_01122020.pdf)
- Maa-ameti mullastiku kaart. (2001). Maa-ameti geoportaal. [https://xgis.maaamet.ee/maps/XGis?app\\_id=MA29&user\\_id=at&LANG=1&WIDTH=458&HEIGHT=702&zlevel=5,516347.0304616,6551202.1117726](https://xgis.maaamet.ee/maps/XGis?app_id=MA29&user_id=at&LANG=1&WIDTH=458&HEIGHT=702&zlevel=5,516347.0304616,6551202.1117726)
- Õunap, H. (2001). *Insect predators and parasitoids of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) in Estonia* (doktoritöö, Eesti Maaülikool).
- Õunap, H., & Hanso, M. (2016). *Olulisemad metsakahjustused ja nende vältimine*. SA Erametsakeskus. [https://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/4610/metsakahjustused\\_pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/4610/metsakahjustused_pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Riigi Ilmateenistus. (2021). *Vaatlusandmed*. <http://www.ilmateenistus.ee/ilm/ilmavaatlused/vaatlusandmed/?filter%5bmapLayer%5d=wind>
- Saarman, E., & Veibri, U. (2006). *Puiduteadus*. Eesti Metsaseltsi kirjastus.
- Valk, U., & Eilart, J. (1974). *Eesti metsad*. Valgus kirjastus.
- Vaus, M. (2005). *Metsatakseerimine*. OÜ Halo Kirjastus.
- Viiron, K. (2016, oktoober). Koiva torm löi raieplaanid mitmeks kuuks sassi. *Metsamees*. [https://media.rmk.ee/files/Metsamees\\_128\\_150lpi.pdf](https://media.rmk.ee/files/Metsamees_128_150lpi.pdf)
- Voolma, K. (2002, mai). Vaid osa ürasekitest on metsakahjurid. *Eesti Loodus*. [http://vana.loodusajakiri.ee/eesti\\_loodus/artikkel16\\_5.html](http://vana.loodusajakiri.ee/eesti_loodus/artikkel16_5.html)
- Voolma, K., Õunap, H., & Süda, I. (1997). *Eesti üraseklaste määraja (Coleoptera, Scolytidae)*. Eesti Loodusfoto.
- Voolma, K., & Õunap, H. (2000). *Metsakaitse: metsakahjustused ja nende vältimine*. Maaelu Arengu Instituut.
- Voolma, K. (2012, juuni-juuli). Varraku segadused koosesiku ja ürasekitega. *Eesti Loodus*. [http://eestiloodus.horisonit.ee/artikkel4689\\_4623.html](http://eestiloodus.horisonit.ee/artikkel4689_4623.html)

- Wermelinger, B. (2004). Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus*—a review of recent research. *Forest Ecology and Management*, 202(1), 67-82. doi:10.1016/j.foreco.2004.07.018
- Wood, S., L., & Bright, D., E. (1992). *A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2: Taxonomic Index. – Great Basin Naturalists Memoirs*. Brigham Young University.

## **Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja/või üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, Grete Vendel, sünniaeg 24.09.1998

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö „2016. aasta juulitormi järgne kuuse-kooreüraski (*Ips typographus*) leviku ja kahjustuste analüüs jänesekapsa kasvukohatüüpide näitel Karula rahvuspargis“, mille juhendajad on Marek Metslaid *PhD*, Floortje Vodde *PhD*,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor \_\_\_\_\_

(allkiri)

Tartu, 25.05.2021

Juhendajate kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

\_\_\_\_\_  
(juhendaja nimi ja allkiri)

\_\_\_\_\_  
(kuupäev)

\_\_\_\_\_  
(juhendaja nimi ja allkiri)

\_\_\_\_\_  
(kuupäev)