



EESTI MAAÜLIKOOL

Metsandus- ja maaehitusinstituut

Sander Koemets

**SURNUD PUIDU MAHT ROHUNDITERIKASTES
KUUSIKUTES**

**AMOUNT OF DEADWOOD IN HERB-RICH SPRUCE
FORESTS**

Bakalaureusetöö

Metsanduse õppekava

Juhendajad: kaasprofessor Diana Laarmann, PhD

doktorant Teele Paluots, MSc

Tartu 2021

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Sander Koemets		Õppekava: Metsandus	
Pealkiri: Surnud puidu maht rohunditerikastes kuusikutes			
Lehekülgi: 30	Jooniseid: 17	Tabeleid: 1	Lisasid: 0
Osakond: Metsakorralduse ja metsatööstuse õppetool			
Uurimisvaldkond: Puistu struktuur			
Juhendaja(d): Diana Laarmann, <i>PhD</i> ; Teele Paluots, <i>MSc</i>			
Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu, 2021			
<p>Surnud puit on metsas väga oluline ökosüsteemi osa, sest see võimaldab metsades elada liikidel, kes suudavad toimida tänu surnud puidu olemasolule. Antud töö tulemusi saab tulevikus kasutada kasvukohatüüpides toimunud surnud puidu mahtude muutuste hindamisel.</p> <p>Käesoleva lõputöö eesmärgiks on hinnata püstiste surnud puude ja lamapuidu mahtu kahekümne ühel proovitükil, mis on Keskkonnaregistri (EELIS) andmetel hinnatud Natura 2000 elupaigatüübiks „Hariliku kuusega Picea abies rohunditerikkad Fennoskandia metsad“.</p> <p>Töös kasutatud andmed on kogutud 2019 aasta püsiproovi tükide inventeerimise käigus. Töös on kasutatud püstiste surnud puude, tüügaste ja lamapuidu andmeid. Andmeid analüüsiti MS Exceli keskkonnas ja ülevaate andmiseks koostati erinevaid tabeleid ja jooniseid.</p> <p>Tulemustest selgus, et kõige rohkem surnud puitu esines angervaksa kasvukohatüübis. Naadi ja jänesekapsa kasvukohatüüpides oli surnud puidu maht natuke väiksem. Surnud puidu mahust suurima osa moodustas harilik kuusk, millele järgnesid arukask ja harilik haab.</p>			
Märksõnad: lamapuud, tüükad, püstised surnud puud			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Sander Koemets		Speciality: Forestry	
Title: Amount of dead wood in herb-rich spruce forests			
Page: 30	Figures: 17	Tables: 1	Appendixes; 0
Department: Forest Management Planning and Wood Processing Technologies			
Field of research: Forest structure			
Supervisors: Diana Laarmann <i>PhD</i> , Teele Paluots <i>MSc</i>			
Place and date: Tartu 2021			
<p>Dead wood is very important part of forest ecosystems, because dead wood provides habitation for species that only live in dead wood or in lying deadwood. Results of this study can be used for assessment of habitat type changes in standing and lying deadwood volumes.</p> <p>This thesis aim is to evaluate the amount of dead wood (snags and logs) at twenty-one sample plots that are presented as Natura 2000 habitat type "Fennoscandian herb-rich forest with <i>Picea abies</i>" in EELIS (Estonian Nature information system) database. Sample plots were all located in South-Estonia.</p> <p>Data what is used in this aim was gathered at 2019 from sample plots. In this aim we used data about standing deadwood and lying deadwood. Complete analyzes of data containing information about this topic was conducted to achieve the main aim of this work. Data was analyzed using MS Excel To make the work easier to follow, some figures and tables were created from the result of the data analyzes.</p> <p>Results showed that the highest amount of dead wood appeared in <i>Filipendula</i> site type. <i>Aegopodium</i> and <i>Oxalis</i> sites had also high dead wood volumes. The biggest amount of dead wood was <i>Picea abies</i> dead wood followed by <i>Betula pendula</i> and <i>Populus tremula</i>.</p>			
Keywords: standing dead wood, lying deadwood			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
1 MATERJAL JA METOODIKA.....	6
1.1 Rohunditerikaste kuusikute püsiproovitükid	6
1.2 Välitööde metoodika.....	7
1.2.1.Püstiste surnud puude mõõtmine.....	7
1.2.2. Lamapuidu mõõtmine.....	8
1.3 Andmete analüüs.....	8
2 TULEMUSED	10
2.1 Püstiste surnud puude inventuuri tulemused	10
2.2 Tüügaste inventuuri tulemused.....	13
2.3 Madalate tüügaste inventuuri tulemused	17
2.4 Lamapuidu inventuuri tulemused	21
2.5 Kogu surnud puude inventuuri tulemused	25
3 ARUTELU	27
KOKKUVÕTE	30
KASUTATUD KIRJANDUS	31

SISSEJUHATUS

Surnud puit on väga oluline element metsaökosüsteemides. Paljud liigid suudavad metsades elada ainult tänu lamapuidu olemasolule (Halme jt. 2019). Surnud puit aitab muuta metsade mikrokliimat, kuna surnud ja lamapuidu lagunemisel suureneb mullas vee ja toitainete osakaal, mida vajavad teised puud kasvamiseks (Oettel jt. 2020).

Loodusmetsades on surnud puidu maht kõrge ja tavaliselt jääb vahemikku 40-170 m³ hektari kohta (Halme jt 2019). Suuremaid surnud puidu mahte esineb häiringualadel, mille peamiseks põhjusteks on tormid, metsapõlengud või kahjustused. Boreaalsetes majandusmetsades võib surnud puidu osakaal olla kuni kümme korda väiksem kui looduslikes metsades, kus majandustegevus puudub (Ibid.).

Varasemalt on rohunditerikaste kuusikute (Loodusdirektiivi Natura elupaigatüüp 9050) kohta tehtud uurimustöid Rootsis, kus periooditi mõõdeti surnud puidu osakaalu majandusmetsades. Uurimustöö tulemusena selgus, et 14-aastase perioodiga suurenes majandusmetsades surnud puidu osakaal 25 protsenti (Jonsson jt 2016). Lisaks on leitud, et surnud puidu osakaalu suurenedes avaldab see positiivset mõju puistus esinevatele putuka- ja seeneliikide arvukusele (Sandström jt 2019). Eestis on varasemalt rohunditerikaste kuusikute kohta avaldatud mitu tudengitööd. Sandra Silm (2015) kaitses magistritöö teemal „Rohunditerikaste kuusikute elupaiga seisundi ja taimestiku analüüs“, kus ta hindas Natura 9050 elupaiga määramise kvaliteeti ning uurimiseks rajatud proovitükkidel taimestikku. Kadri Mootse (2015) uuris oma töös „Kaitsealused liigid elupaigatüübis rohunditerikkad kuusikud“ kaitsealuste liikide esinemist. Hanno Tõnne (2015) uuris oma bakalaureusetöös „Puistu koosseisu ja lamapuidu mahu hindamine Lõuna-Eesti rohunditerikastes kuusikutes“ Natura 9050 aladele rajatud proovitükkidel puistu struktuuri sh lamapuidu esinemist ning mahtu .

Antud bakalaureusetöö eesmärgiks on uurida 2019. aastal inventeeritud rohunditerikaste kuusikute proovitükkidel püstiste surnud puude, tüügaste ja lamapuidu keskmist mahtu ja nendes esinenud puuliike.

1 MATERJAL JA METOODIKA

1.1 Rohunditerikaste kuusikute püsiproovitükid

Lõputöös kasutatud püsiproovitükkidest 14 (püsiproovitükid nr 1600-1613) on rajatud 2014 aastal. Nimetatud proovitükke on kordusmõõdetud 2019 aastal. Samal aastal rajati 7 uut püsiproovitükki (proovitükid nr 1814-1820).

Proovitükid on ringikujulised, raadiusega 20 meetrit. Tegemist on püsiproovitükkidega, mille tsemter on tähistatud ning iga puu asukoht määratud. Antud proovitükid kuuluvad Eesti metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustikku edaspidi (KKPRT) (Laarmann jt 2020)..

Igal proovitükil märgiti kõikide puude kohta järgnevad andmed – rinne ja puuliik. Proovitükkidel eristasime järgnevaid rindeid : esimene (1), teine (2), järelkasv (J), jalal seisvaid surnuid puud (S), tüükaid kõrgusega üle 1,3 meetri (T) ja alla 1,3 meetri (L). Iga puu kohta märgiti puuliik. Proovitüki tsemtrist võeti mõõdetava puu asimuut 0,5-kraadise täpsusega. Puude kattumisel, tuli puude asimuut määrata mõõdetava puu ja tema ees oleva puu nihkega tsemtri suhtes (Laarmann jt 2020).

Puul mõõdeti kaks diameetrit rinnakõrguselt (1,3m kõrguselt juurekaelast). Esimene diameeter mõõdeti proovitüki tsemtri suunas ja teine esimese diameetriga risti. Mitmeharulistel puudel loeti iga haru eraldi puuks. Kahjustuste esinemisel diameetri mõõtmis kõrgusel, tuli diameeter mõõta kohalt kus puu tüvel kahjustust enam ei esinenud (Laarmann jt 2020).

Kahekümneühest proovitükist asuvad kaks angervaksa kkt metsas, mille keskmiseks vanuseks on 127 aastat. Puistu esimese rinde keskmine kõrgus on 27,4 meetrit ja esimese rinde keskmine diameeter on 33,2 sentimeetrit. Esimese rinde keskmine rinnaspindala on 16,7 m² hektari kohta. Esimese rinde täius on 46% ning esimese rinde keskmine maht proovitükkidel on 213 m³ hektari kohta. Angervaksa kkt proovitükkidel esineb keskmiselt 167 elusat puud hektari kohta (Tabel 1).

Üksteist proovitükki asus jänesekapsa kkt puistus. Jänesekapsa kasvukohatüübi proovitükkide keskmine vanus on 118 aastat. Esimese rinde keskmine kõrgus on 30,5 meetrit ja keskmine esimese rinde diameeter on 38 sentimeetrit. Esimese rinde keskmine rinnaspindala jänesekapsa kasvukohatüübis on 35,2 m² hektari kohta ning esimese rinde täiuseks on 92%. Keskmine esimese rinde tagavara jänesekapsa kasvukohatüübis on 493 m³ hektari kohta ning elusaid puud on proovitükil keskmiselt 93 tükki hektari kohta (Tabel 1).

Kahekümneühest püsiproovitükist kaheksa moodustasid naadi kasvukohatüüpi rajatud proovitükid. Naadi kasvukohatüübi esinenud proovitükkide keskmine vanus on 119 aastat. Esimese rinde keskmine kõrgus on naadi kasvukohatüübis 31,7 meetrit ja keskmine esimese rinde diameeter on 45 sentimeetrit. Naadi kasvukohatüübi keskmine esimese rinde rinnaspindala on 29,9 m² hektari kohta, esimese rinde täius on 78%. Esimese rinde keskmine tagavara on 444 m³ hektari kohta. Naadi kasvukohatüübis esineb keskmiselt 109 tervet puud hektari kohta (Tabel 1).

Tabel 1. 2019.a inventeeritud rohunditerikaste kuusikute proovitükkide andmed – aritmeetiline keskmine koos standardhälbega. Kasutatud lühendid – AN-angervaksa, JK-jänesekapsa, ND-naadi.

Kasvukohatüüp	AN	JK	ND
Proovitükkide arv	2	11	8
Puistu vanus (a)	127 ±8	118±16	119±19
Puistu I rinde kõrgus (m)	27,4±1,4	30,5±2,2	31,7±3,4
Puistu I rinde diameeter (cm)	33,2±0,8	38,0±5,3	45,0±5,6
I rinde rinnaspindala m ² /ha	16,7±4,9	35,2±7,3	29,9±10,9
I rinde täius(%)	46±13	92±18	78±28
I rinde tagavara m ³ /ha	213±70	493±117	444±176
Elusate puude arv (tk/ha)	151±28	87±26	102±33

1.2 Välitööde meetodika

1.2.1.Püstiste surnud puude mõõtmine

Proovitüki rajamisel kaardistati (määrati puu asimuut ja kaugus tsentrist) kõik püstised surnud puud (rinne S), tüükad kõrgusega üle 1,3 meetri (rinne T) ja tüükad, mis on kõrgusega kuni 1,3 meetrit (rinne L). S ja T rindegas puudel mõõdeti ära puu diameeter 1,3 m kõrguselt

ning mõõdeti puu või tüüka kõrgus. L rindega tüükal mõõdeti kõrgus, diameetri mõõtmise kõrgus ning tüüka diameeter. Proovitüki kordusmõõtmisel enam varasemalt surnud puude diameetreid ei mõõdetud vaid registreeriti puu olemasolu ning vajadusel muudeti rinnet ja mõõdeti uuesti tüüka kõrgus. (Laarmann jt 2020).

1.2.2. Lamapuidu mõõtmine

Lamapuidu seire korral mõõdetakse proovitükil kogu esinev lamapuit, mis vastab metoodika kriteeriumitele ning mis jääb kasvõi osaliselt puistu püsiproovitüki sisse. Olenemata kas lamapuu jämedam ots jääb proovitükist väljaspoole. Lamapuude mõõtmistel järgitakse selleks koostatud juhendit (Laarmann jt 2020). Lamapuidu peamisteks kriteeriumiteks on: lamapuidu tüükapoolne diameeter peab olema vähemalt 10 cm ja lamapuidu pikkuseks peab olema vähemalt 1 m. Lamapuidul määratakse puuliik, juhul kui seda on võimalik eristada. Lamapuidul mõõdetakse kaks asimuuti: esimene asimuut mõõdetakse alati lamapuidu jämedamast otsast ehk tüüka poolsest otsast ja teine asimuut mõõdetakse alati lamapuidu peenemast otsast ehk ladvapolsest otsast. Lamapuidul mõõdetakse ka mõlema otsa kaugus tsentris ning diameetrid. Tüükapoolsest otsast 1,3 m kaugusel hinnatakse lamapuidu lagunemise astet. Lagunemisastet määratakse viie-punktilisel skaalal (Vanderwel jt 2006):

- 1) kõva puit, mis on värske või peaaegu värske lamapuit, peamiselt esineb koos koorega. Nuga tungib puitu mõned millimeetrid;
- 2) puit on vähe pehkinud ja koor on hakanud lagunema. Nuga tungib puitu mõned sentimeetrid;
- 3) pool pehkinud puit, puit laguned löögi tagajärjel. Nuga tungib puitu hõlpsalt mitu sentimeetrit;
- 4) pehkinud, lama puit üldiselt ilma kooreta, põhilises osas lagunenud ja tükid eralduvad lihtsalt. Nuga tungib puitu koguulatuses;
- 5) puit on lagunenud, tekstuur pulbrine või mullataoline, metsas eristub ainult künkana. Nuga tungib puitu lihtsalt kogu ulatuses.

1.3 Andmete analüüs

Andmete analüüsimiseks sisestati inventuuri käigus saadud proovitükkide andmed ForMISse (Takseerandmete andmestike infosüsteem). Peale andmete sisestamist arvutati püstistele

surnud puudele, tüügastele, looduslikele kändudele ja lamapuidule maht Tüügaste ja looduslike kändude mahu arvutamiseks kasutati silindri mahu arvutus valemit(1).

$$V = \pi * r^2 * h \quad (1)$$

Kus V - silindri ruumala(m³)

r - silindri raadius(m)

h – silindri kõrgus(m)

Püstiste surnud puude ja lamapuidu mahu arvutamisel kasutati koonuse ruumala arvutamise valemit(3), esmalt tuli koonustele arvutada põhjapindala(2).

$$Sp = \pi * r^2 \quad (2)$$

Kus Sp – põhjapindala(m²)

r – koonuse raadius

$$V = \frac{1}{3}Sp * h \quad (3)$$

Kus Sp – koonuse põhjapindala(m²)

h – koonuse kõrgus/pikkus

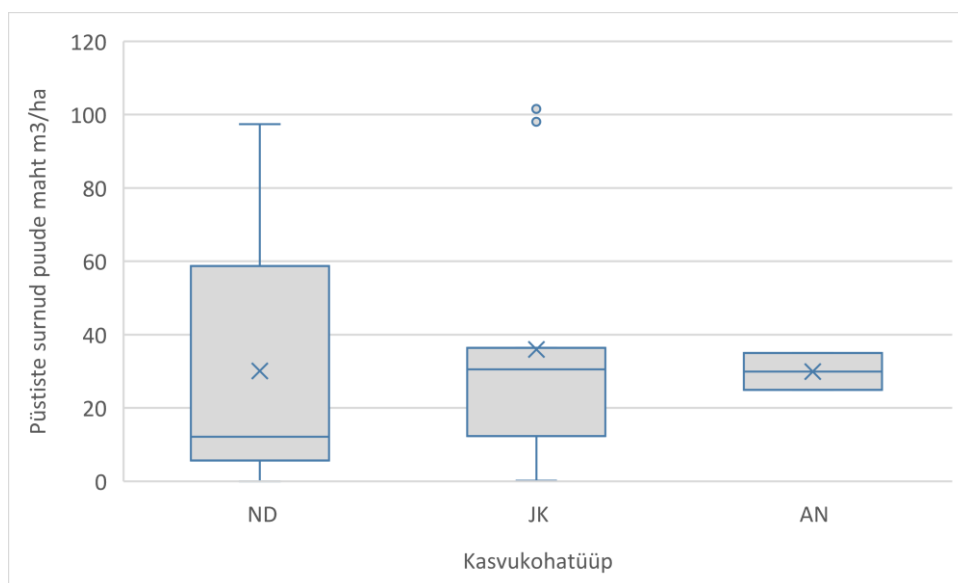
Esialgsed mahud näitasid mahtu proovitükil selleks et saada mahud hektari kohta, tuli arvutada mahud läbi jagada proovitüki pindalaga. Puistus iseloomustavate tunnuste puhul tuli arvutada kasvukohatüüpide keskmised näitajad koos standardveaga. Selleks et arvutada kasvukohatüübiti surnud puude osade ja lamapuidu keskmiste hektari tagavarade erinevust kasutati dispersioonanalüüsi (ANOVA), mis annab võimaluse võrrelda erinevate rühmade erinevust omavahel. Juhul kui me tahame tõestada, et kasvukohatüüpides esinenud surnud puidu ja lamapuidu mahud on teineteisest erinevad, peab olulise tõenäosuse väärtus ehk p olema väiksem kui 0,05.

2 TULEMUSED

2.1 Püstiste surnud puude inventuuri tulemused

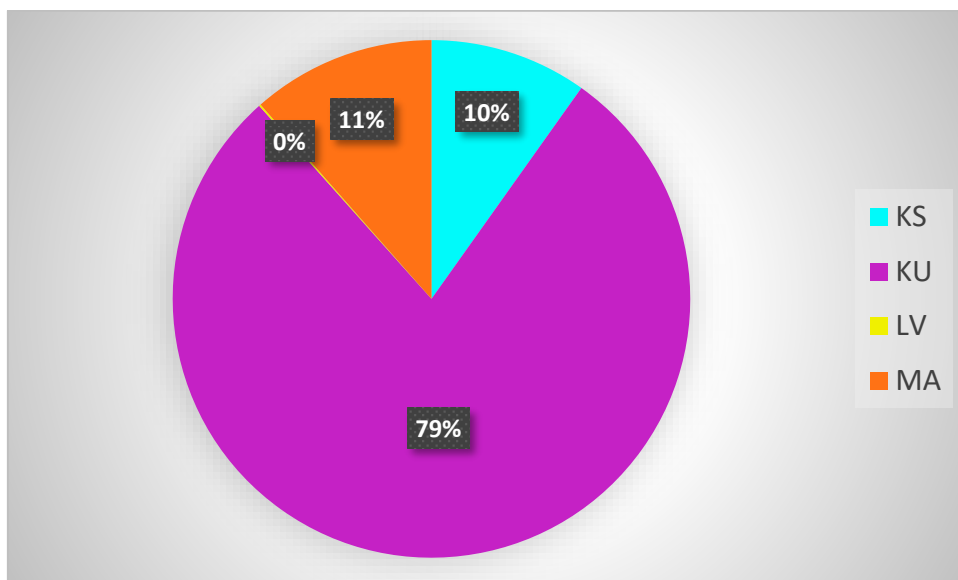
Püstiste surnud puude maht oli keskmiselt suurim jänesekapa kasvukohatüübis 38 m³/ha (Joonis 1). Kõige varieeruvam oli naadi kasvukohatüüp, kus proovitükil 1815 ei esinenud ühtegi püstist surnud puud, aga proovitükil 1603 oli 97 m³/ha. Kõige rohkem esines püstiseid surnud puid proovitükil 1608 kogumahuga 101 m³/ha ning kõige vähem püstiseid surnuid puid esines proovitükil 1817 kogumahuga 0,1 m³/ha. Mõlemad proovitükid asuvad jänesekapsa kasvukohatüübis. Kasvukohatüübid omavahel püstiste surnud puude mahu järgi ei eristunud ($p > 0,05$).

Angervaksa kasvukohatüübis moodustas suurima enamuse püstistest surnud puudest harilik kuusk (*Picea abies*). Jänesekapsa kasvukohatüübis moodustasid suurima enamuse püstistest surnud puudest harilik kuusk ja harilik mänd (*Pinus sylvestris*). Naadi kasvukohatüübis moodustasid püstistest surnud puudest suurima enamuse harilik haab (*Populus tremula*) ning harilik saar (*Fraxinus excelsior*).



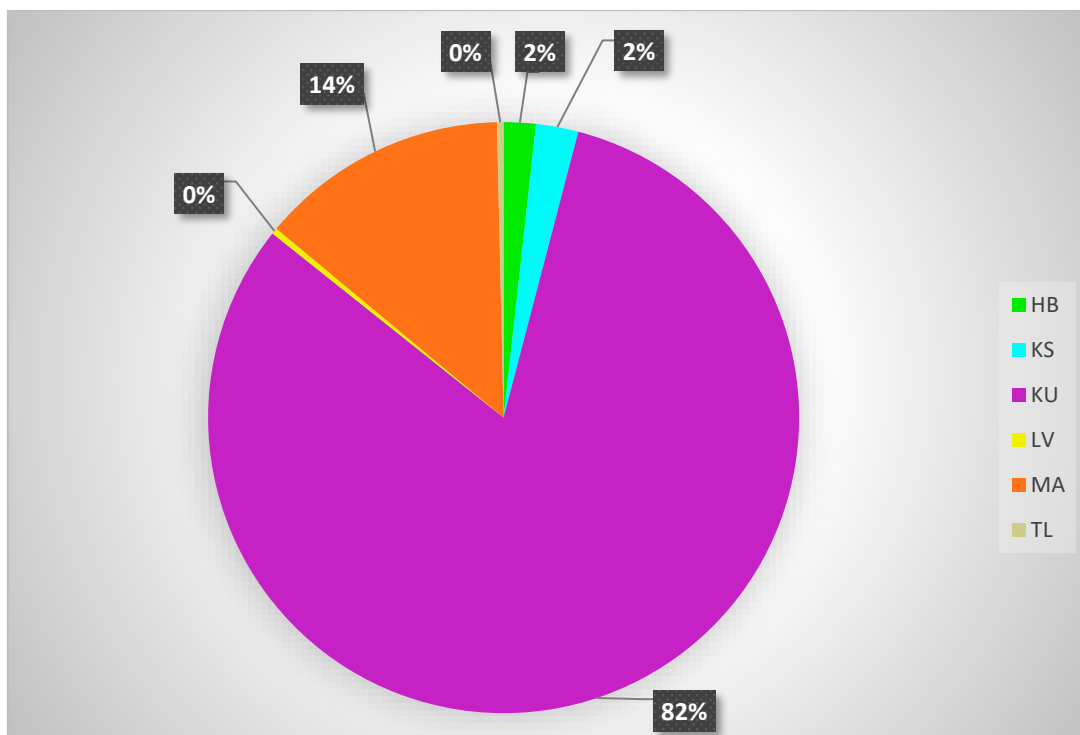
Joonis 1. 2019. a püstiste surnud puude maht m³/ha kohta kasvukohatüüpide lõikes, vurrud näitavad varieeruvust, karbis pidev joon näitab mediaani, rist näitab aritmeetilist keskmist, ring näitab erindit

Angervaksa kasvukohatüübis moodustas suurima osakaalu püstistest surnud puudest harilik kuusk. Väiksema osa püstistest surnud puudest angervaksa kasvukohatüübis moodustasid hariliku männi ja arukase (*Betula pendula*) püstised surnud puud. Väga väikese osa püstistest surnud puudest moodustas hall lepp (*Alnus incana*). Angervaksa kasvukohatüübis esines kõige rohkem püstiseid surnuid puid proovitükil 1613 ja kõige vähem püstiseid surnud puid esines proovitükil 1607 (Joonis 2).



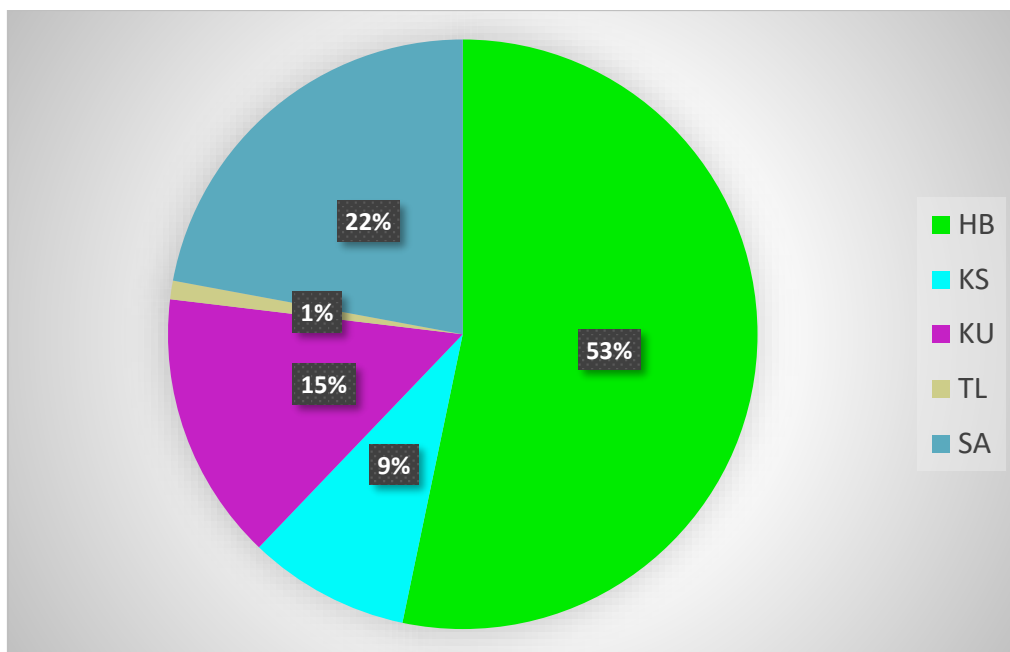
Joonis 2. 2019.a püstiste surnud puude protsentuaalne osakaal angervaksa kasvukohatüübis. Puuliigid: KS- arukask, KU- harilik kuusk, LV- hall lepp, MA- harilik mänd.

Jänese kapsa kasvukohatüübis moodustas püstistest surnud puude osakaalust suurima osa harilik kuusk, millele järgnes harilik mänd. Väikese osa moodustasid püstistest surnud puudest jänese kapsa kasvukohatüübis harilik haab ja arukask. Väikseima osa moodustasid püstistest surnud puudest teised lehtpuu liigid, mille alla kuulusid harilik pärn (*Tilia cordata*) ja harilik sarapuu (*Corylus avellana*). Jänese kapsa kasvukohatüüpi rajatud proovitükkidest kõige suurem püstiste surnud puude maht oli proovitükil 1608 kogumahuga 102 m³/ha ning kõige vähem püstiseid surnuid puid oli proovitükil 1817 kogumahuga 0,1 m³/ha (Joonis 3).



Joonis 3. 2019 aasta püstiste surnud puude protsentuaalne osakaal jänesekapsa kasvukohatüübis. Puuliigid: HB- harilik haab, KS- arukask, KU- harilik kuusk, LV- hall lepp, MA- harilik mänd, TL- teised lehtpuud.

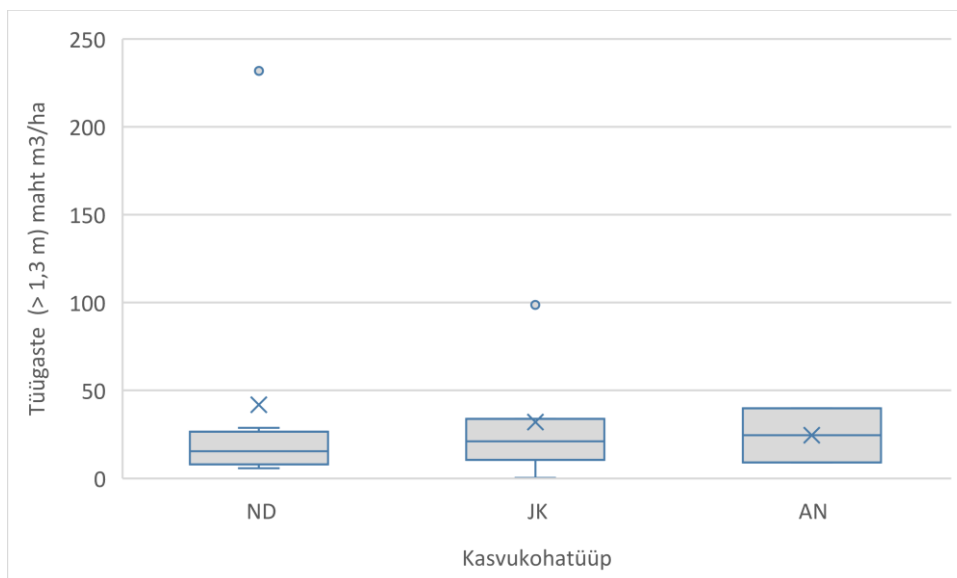
Naadi kasvukohatüübis moodustas püstistest surnud puudest suurima osakaalu harilik haab, millele järgnes harilik saar. Väiksema osa püstistest surnud puudest moodustasid harilik kuusk ja arukask. Väikseima osa püstistest surnud puudest moodustasid naadi kasvukohatüübis teised lehtpuuliigid, mille alla kuulusid harilik sarapuu, harilik pihlakas (*Sorbus aucuparia*) ning remmelgas (*Salix*). Naadi kasvukohatüüpi rajatud proovitükkidest kõige suurem püstiste surnud puude maht oli proovitükil 1603 kogumahuga 97 m³/ha ning kõike väiksem maht oli proovitükil 1602 kogumahuga 5 m³/ha. Proovitükil 1815 ei esinenud ühtegi surnud puud 2019 aasta inventuuri andmetel (Joonis 4).



Joonis 4. 2019 aasta püstiste surnud puude protsentuaalne osakaal naadi kasvukohatüübis. Puuliigid: HB- harilik haab, KS- arukask, KU- harilik kuusk, SA- harilik saar TL- teised lehtpuud.

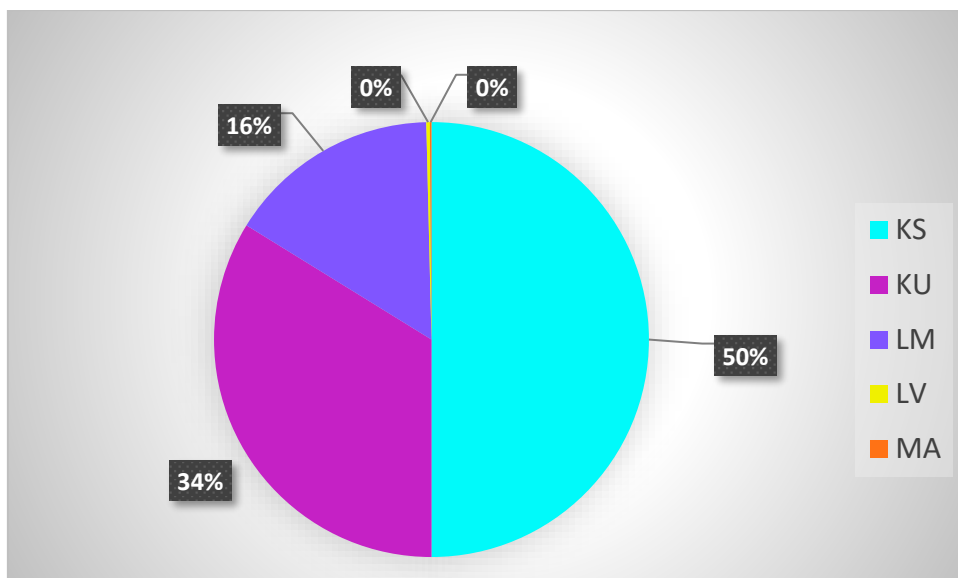
2.2 Tüügaste inventuuri tulemused

Tüükaid, mille kõrgus oli rohkem kui 1,3 meetrit, esines mahu poolest kõige rohkem naadi kasvukohatüübis, keskmiselt 42 m³/ha. Jänese kapsa kasvukohatüübis esines keskmiselt 32 m³/ha püstiseid ning kõige vähem tüükaid esines angervaksa kasvukohatüübis. Tüügaste maht oli 24 m³/ha (Joonis 5). Kõige rohkem üle 1,3 m kõrguseid tüükaid esines proovitükil 1600 kogumahuga 232 m³/ha ning kõige vähem esines üle 1,3 m kõrguseid tüükaid esines proovitükil 1609 kogumahuga 0,3 m³/ha. Analüüsi järgselt selgus, et kõigi kolme kasvukohatüübi keskmised tüügaste mahud omavahel ei erine ($p > 0,05$).



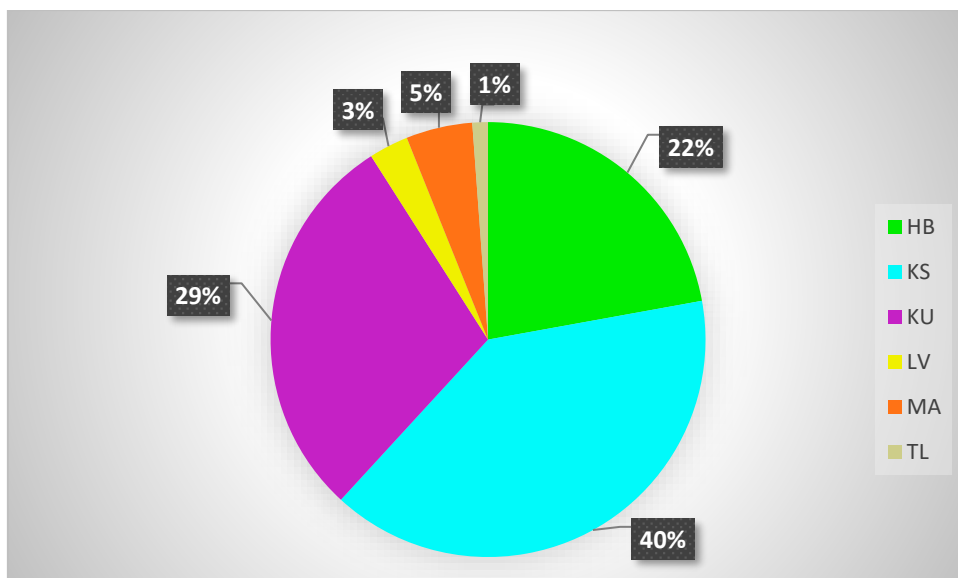
Joonis 5. 2019. a üle 1,3 m kõrguste tüügaste maht m^3/ha kohta kasvukohatüüpide lõikes, vurrud näitavad varieeruvust, karbis pidev joon näitab mediaani, rist näitab aritmeetilist keskmist, ring näitab erindit.

Angervaksa kasvukohatüübis moodustas suurima osakaalu tüügastest, mille kõrgus oli kõrgem kui 1,3 meetrit arukask. Sellel järgnesid hariliku kuuse tükad. Väiksema osa tüügastest, mille kõrgus oli üle 1,3 m moodustasid sanglepa (*Alnus glutinosa*) tükad. Kõige väiksema osa tüügastest angervaksa kasvukohatüübis moodustasid halli lepa ja männi tükad. Kõige rohkem üle 1,3 m kõrguseid tükaid esines mahu poolest proovitükil 1607 kogumahuga $40 m^3/ha$ ja kõige vähem esines üle 1,3 m kõrguseid tükaid proovitükil 1613 kogumahuga $9 m^3/ha$ (Joonis 6).



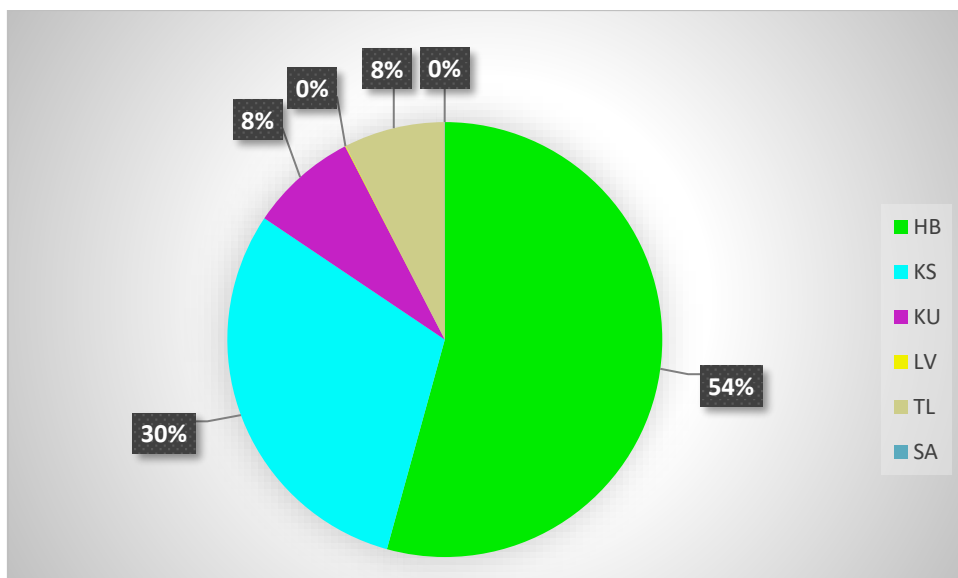
Joonis 6. 2019 a üle 1,3 m kõrguste tüügaste protsentuaalne osakaal angervaksa kasvukohatüübis. Puuliigid: KS- arukask, KU- harilik kuusk, LM- sanglepp, LV- hall lepp, MA- harilik mänd.

Jänese kapsa kasvukohatüübis moodustas 1,3 m ja kõrgemate tüügaste osakaalust suurima osa arukask. Väiksema osa üle 1,3 m tüügastest jänese kapsa kasvukohatüübi moodustasid hariliku kuuse ja hariliku haava tükad. Väikseima osa tüügastest moodustasid halli lepa ja hariliku männi tükad ning vähesel määral esines teiste lehtpuude tükaid, mille alla kuulusid hariliku sarapuu tükad. Kõige rohkem esines üle 1,3 m tükaid jänese kapsa kasvukohatüüpi rajatud proovitükil 1601 kogumahuga 100 m³/ha ning kõige vähem proovitükil 1609 kogumahuga 0,3m³/ha (Joonis 7).



Joonis 7. 2019 a üle 1,3 m kõrguste tüügaste protsentuaalne osakaal jänesekapsa kasvukohatüübis. Puuliigid: HB- harilik haab, KS- arukask, KU- harilik kuusk, LV- hall lepp, MA- harilik mänd, TL- teised lehtpuud.

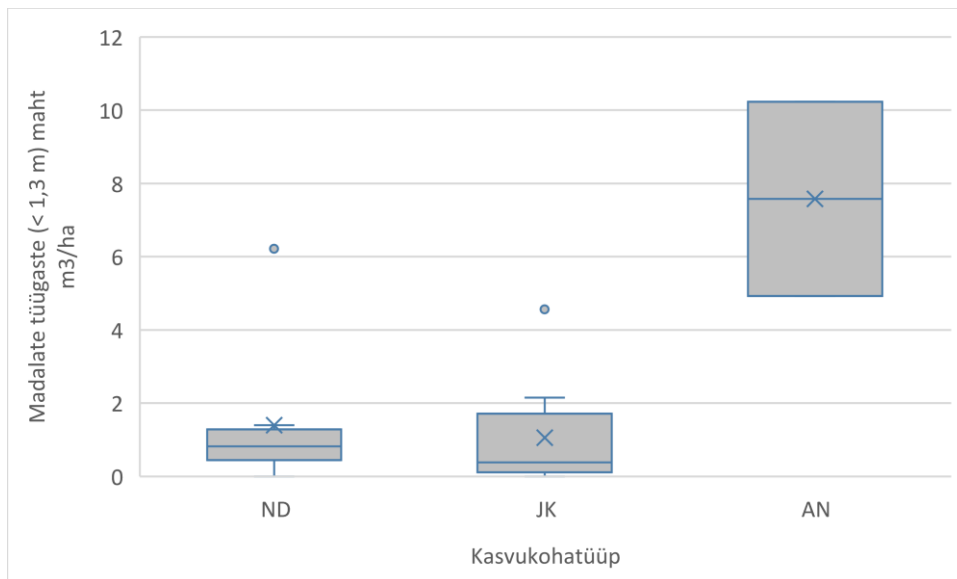
Naadi kasvukohatüübis moodustas suurima osakaalu üle 1,3 m kõrgustest tüügastest harilik haab, millele järgnes arukask. Vähesel määral oli hariliku kuuse ja teiste lehtpuude tüükaid, mille alla kuulusid harilik pärn ja harilik sarapuu. Väiksema osa tüügastest moodustasid halli lepa ja hariliku saare tüükad. Kõige rohkem tüükaid naadi kasvukohatüübis oli proovitükil 1600 kogumahuga 232 m³/ha ning kõige vähem proovitükil 1818 mahuga 6 m³/ha (Joonis 8).



Joonis 8. 2019. a üle 1,3 m kõrguste tüügaste protsentuaalne osakaal naadi kasvukohatüübis (Puuliigid: HB- harilik haab, KS- arukask, KU- harilik kuusk, LV- hall lepp, SA- harilik saar, TL- teised lehtpuud).

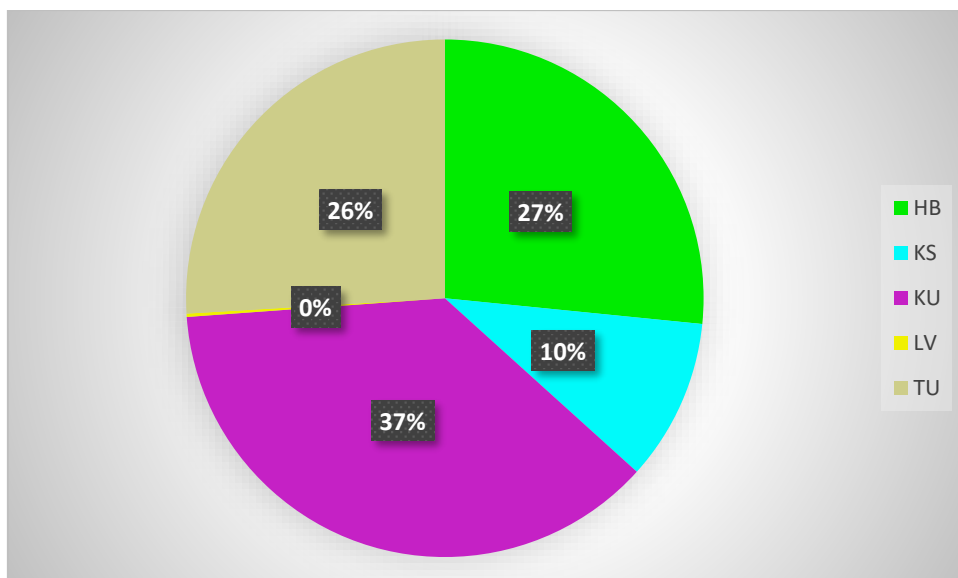
2.3 Madalate tüügaste inventuuri tulemused

Tüükaid, mille kõrgus oli alla 1,3 m, esines keskmiselt kõige rohkem angervaksa kasvukohatüübis, 8 m³/ha. Kõige vähem esines alla 1,3 m tüükaid jänesekapsa kasvukohatüübis ja naadi kasvukohatüübis - mõlemas 1 m³/ha (Joonis 9). Kõige rohkem esines madalaid tüükaid proovitükil 1607, kus tüügaste maht kokku oli 10 m³/ha. Üldse ei esinenud madalaid tüükaid proovitükkidel 1600 ja 1601. Analüüsi käigus selgus, et jänesekapsa ja naadi kasvukohatüüpides madalate tüügaste keskmised mahud ei erine teineteisest ($p > 0,05$), kuid angervaksa kasvukohatüübi keskmine madalate tüügaste maht on erinev ($p < 0,05$).



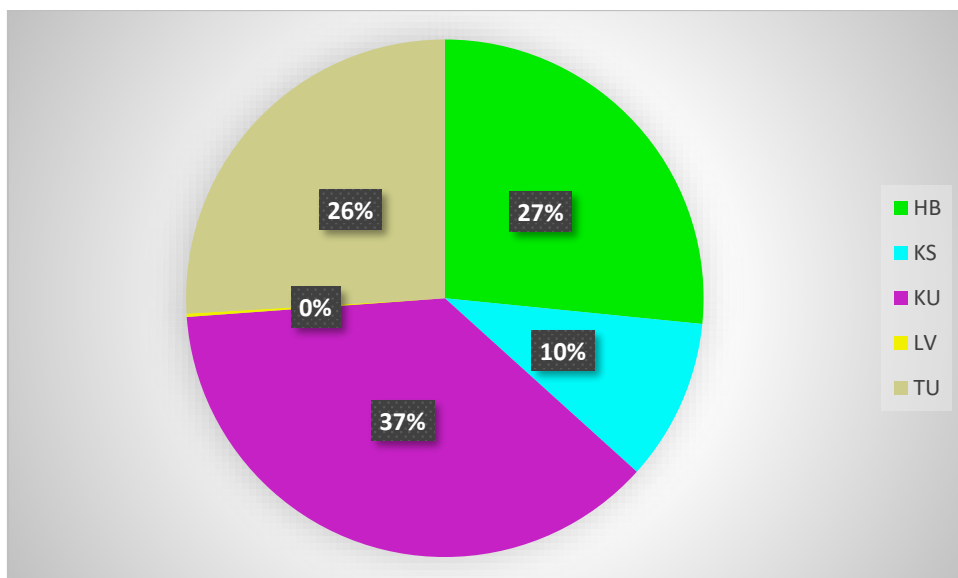
Joonis 9. 2019. a alla 1,3 m kõrguste tüügaste maht m^3/ha kohta kasvukohatüüpide lõikes, vurrud näitavad varieeruvust, karbis pidev joon näitab mediaani, rist näitab aritmeetilist keskmist, ring näitab erindit.

Angervaksa kasvukohatüübis moodustas suurima osakaalu alla 1,3 m tüügastest harilik kuusk. Hariliku haava ja tundmatute puuliikide alla 1,3 m tüükad moodustasid mõlemad ligikaudu $\frac{1}{4}$ kogu tüügaste mahust angervaksa kasvukohatüübis. Tundmatute puuliikide alla arvati nn looduslikud kännud, millele ei olnud tänu samblaga katvusele või lagunemisest tingitult kindlat puuliiki omistada võimalik. Väiksema osa tüügastest moodustasid arukase ja halli lepa alla 1,3 m tüükad. Kõige rohkem alla 1,3 m tüükaid esines angervaksa kasvukohatüüpi rajatud proovitükkidest proovitükil 1607 kogumahuga $10 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja kõige vähem proovitükil 1613 kogumahuga $5 \text{ m}^3/\text{ha}$ (Joonis 10).



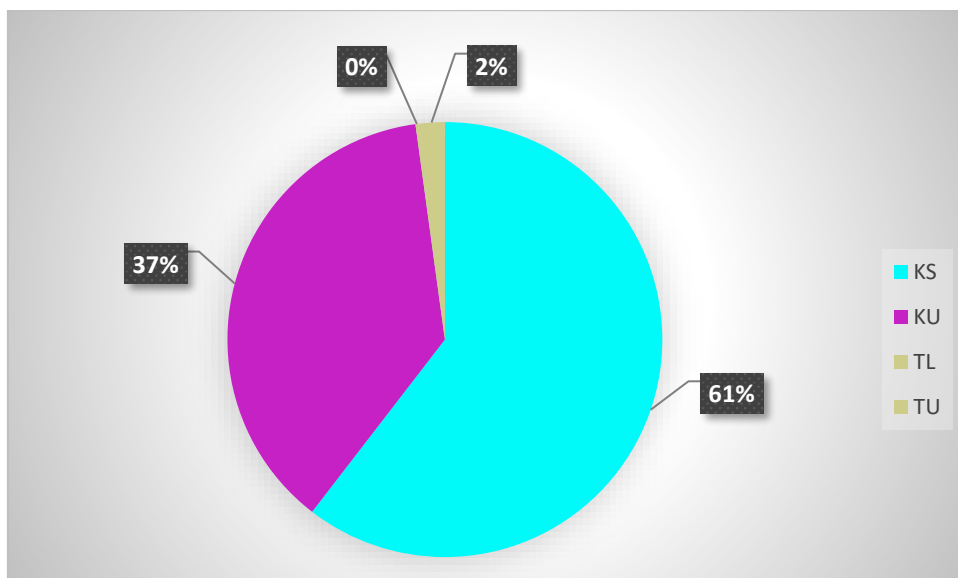
Joonis 10. 2019.a alla 1,3 m tüügaste protsentuaalne osakaal angervaksa kasvukohatüübis (Puuliik: HB- harilik haab, KS- arukask, KU- harilik kuusk, LV- hall lepp, TU- tundmatud puuliigid).

Jänesekapsa kasvukohatüübis moodustas alla 1,3 m tüügastest suurima osakaalu hariliku kuuse tüükad. Hariliku haava ja tundmatute puuliikide tüükad moodustasid mõlemad ligikaudu $\frac{1}{4}$ alla 1,3 m tüügaste mahust. Arukase ja halli lepa tüükad moodustasid väikseima osakaalu jänesekapsa kasvukohatüübis leidunud alla 1,3 m tüügastest. Kõige rohkem alla 1,3 m tüükaid oli jänesekapsa kasvukohatüüpi rajatud proovitükkidest proovitükil 1610 kogumahuga $5 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja kõige vähem proovitükkidel 1609, $0,05 \text{ m}^3/\text{ha}$. Proovitükil 1601 ei leidunud ühtegi alla 1,3 m tüügast 2019. aasta inventuuri käigus (Joonis 11).



Joonis 11. 2019.a alla 1,3 m tüügaste protsentuaalne osakaal jänesekapsa kasvukohatüübis. Puuliigid: HB- harilik haab, KS- arukask, KU- harilik kuusk, LV- hall lepp, TU- tundmatud puuliigid.

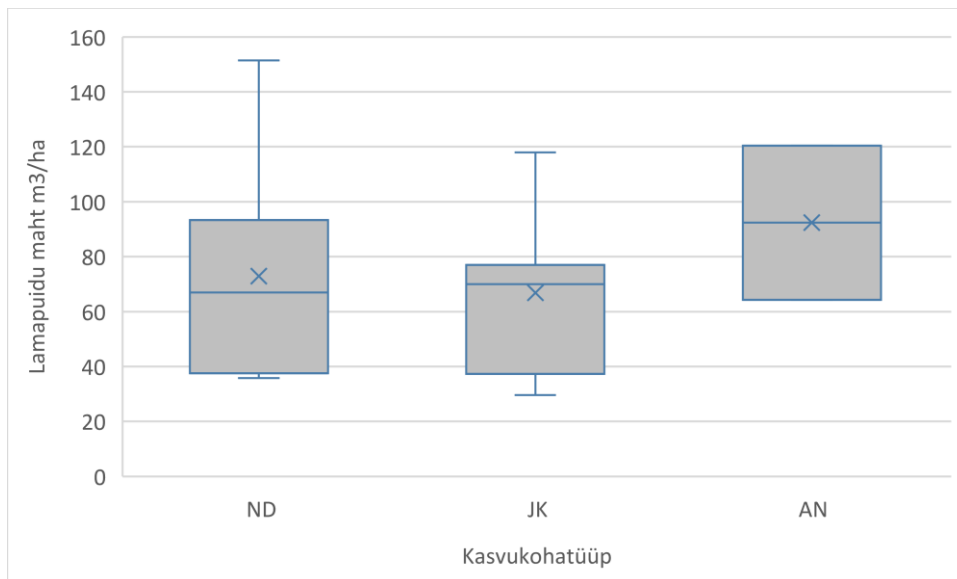
Naadi kasvukohatüübis moodustas suurima osakaalu alla 1,3 m tüügastest arukase tüükad, millele järgnesid hariliku kuuse tüükad (Joonis 12). Väiksema osa tüügastest moodustasid tundmatute puuliikide tüükad ja teiste lehtpuude tüükad, mille alla kuulusid hariliku sarapuu tüükad. Naadi kasvukohatüüpi rajatud proovitükkidest leidis kõige rohkem alla 1,3 m tüükaid proovitükil 1602 kogumahuga 6 m³/ha ja kõige vähem alla 1,3 m tüükaid esines proovitükil 1815 kogumahuga 0,4 m³/ha. 2019. aasta inventuuri käigus ei leidunud ühtegi alla 1,3 m tüügast proovitükil 1600.



Joonis 12. 2019. a alla 1,3 m tüügaste protsentuaalne osakaal naadi kasvukohatüübis. Puuliigid: KS- arukask, KU- harilik kuusk, TL- teised lehtpuud, TU- tundmatud puuliigid.

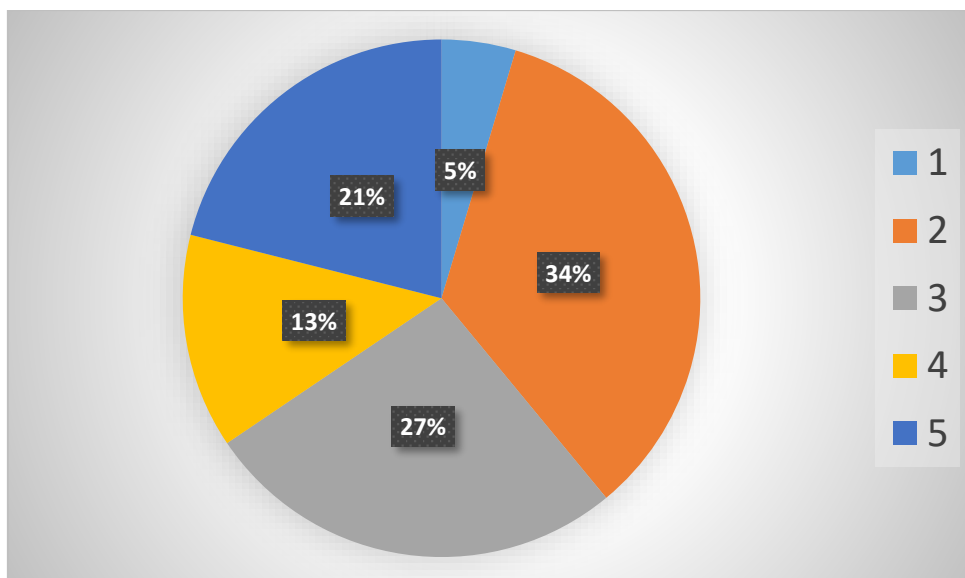
2.4 Lamapuidu inventuuri tulemused

Kõige rohkem lamapuitu esines angervaksa kasvukohatüübis, kus oli keskmiselt üle 92 m³ lamapuitu hektari kohta. Kõige vähem lamapuitu esines aga jänesekapsa kasvukohatüübis, kus esines keskmiselt üle 67 m³/ha. Naadi kasvukohatüübis oli keskmiselt üle 73 m³/ha (Joonis 13). Mahuliselt esines kõige rohkem lamapuitu proovitükil 1600 kogumahuga 151 m³/ha. Kõige vähem proovitükil 1609, kus esines lamapuitu kokku 30 m³/ha. Proovitükk 1600 asub naadi kasvukohatüübis ja proovitükk 1609 asub jänesekapsa kasvukohatüübis. Statistilise analüüsiga selgus, et kasvukohatüüpide järgi lamapuidu keskmised mahud üksteisest ei erine ($p > 0,05$).



Joonis 13. 2019. a lamapuidu maht m^3/ha kohta kasvukohatüüpide lõikes, vurrud näitavad varieeruvust, karbis pidev joon näitab mediaani, rist näitab aritmeetilist keskmist, ring näitab erindit..

Angervaksa kasvukohatüübi lamapuidust suurima osa moodustas teise laguastme klassi lamapuit. Lamapuidu moodustasid hariliku kuuse lamapuit mida oli kokku $54,9 \text{ m}^3$ ja hariliku männi lamapuit mahuga $8,5 \text{ m}^3$. Kolmanda laguastme puidu mahust enamuse moodustas hariliku kuuse puit, mida oli $40,7 \text{ m}^3$. Lisaks esines $8,2 \text{ m}^3$ hariliku männi lamapuitu. Põhilise osa viienda laguastme lamapuidust moodustasid harilik haab $13,9 \text{ m}^3$, harilik kuusk $11,7 \text{ m}^3$ ja arukask $10,5 \text{ m}^3$. Tundmatut lamapuitu esines viiendas laguastme klassis $2,7 \text{ m}^3$. Neljandas laguastmes peamiselt esines hariliku kuuse lamapuitu $21,5 \text{ m}^3$. Esimesse laguastmesse kuulus ainult hariliku kuuse lamapuit, mida oli kokku $8,5 \text{ m}^3$ (Joonis 14).



Joonis 14. 2019.a angervaksa kasvukohatüübi lamapuidu kogumaht jaotatult laguastme klassidesse.

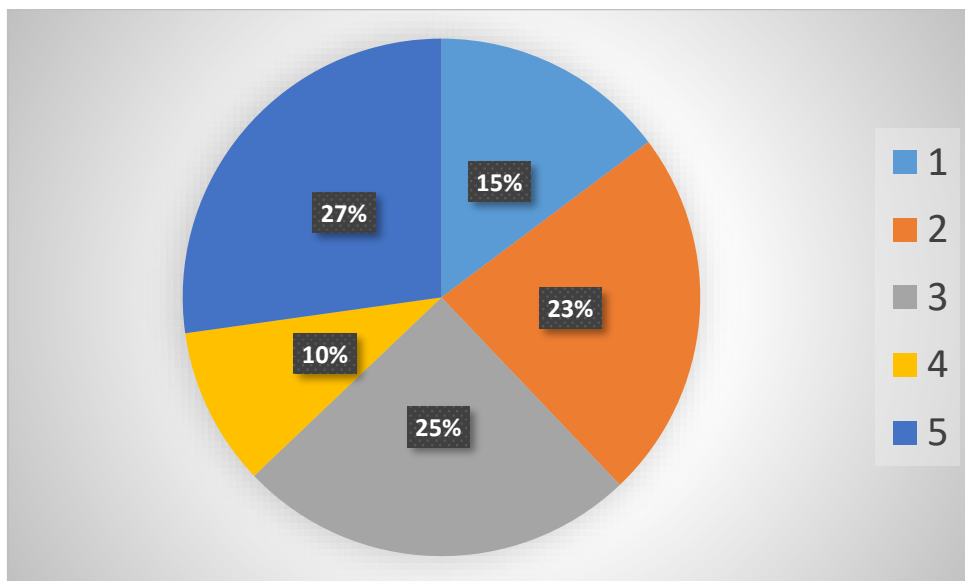
Viienda laguastme puidust suurima osa moodustas hariliku kuuse lamapuit $69,1 \text{ m}^3$. Tundmatute puuliikide lamapuitu oli kokku $43,2 \text{ m}^3$. Arukase lamapuitu oli viiendas laguastmes $46,1 \text{ m}^3$ ja hariliku haava lamapuitu $35,7 \text{ m}^3$. Vähesel määral esines sanglepa lamapuitu 3 m^3 ja halli lepa lamapuitu $2,8 \text{ m}^3$.

Suurema osa lamapuidust kolmandas laguastme klassis moodustas hariliku kuuse lamapuit, mida oli kokku proovitükkidel $104,5 \text{ m}^3$. Arukase lamapuitu oli kokku $29,3 \text{ m}^3$ ja hariliku haava lamapuitu $24,9 \text{ m}^3$. Lisaks eelnimetatule esines kolmandas laguastmeklassis veel hariliku männi lamapuitu $27,2 \text{ m}^3$, tundmatute puuliikide lamapuitu oli mahuga $3,1 \text{ m}^3$ ja halli lepa lamapuitu $4,9 \text{ m}^3$.

Teises laguastmesse kuulunud lamapuidust suurima osa moodustas harilik kuusk 90 m^3 , hariliku kase lamapuitu esines teises laguastmes 17 m^3 . Tundmatut lamapuitu oli kokku 7 m^3 ja $2,3 \text{ m}^3$ oli sanglepa lamapuitu.

Esimeses laguastme klassis oli $87,3 \text{ m}^3$ hariliku kuuse lamapuitu. Arukase lamapuitu oli esimeses laguastme klassis $11,8 \text{ m}^3$. Väiksemal määral esines hariliku haava lamapuitu $5,8 \text{ m}^3$ ja hariliku männi lamapuitu $2,3 \text{ m}^3$.

Suurima osakaalu neljandas laguastme klassi lamapuidust moodustas hariliku kuuse lamapuit 41 m^3 . Arukase lamapuitu $14,1 \text{ m}^3$. Tundmatute puuliikide lamapuitu oli kokku $14,2 \text{ m}^3$. Vähesel määral esines hariliku männi lamapuitu $1,8 \text{ m}^3$ ja halli lepa lamapuitu $1,7 \text{ m}^3$ (Joonis 15).



Joonis 15. 2019.a jänesekapsa kasvukohatüübi lamapuidu kogumaht jaotatult laguastme klassidesse.

Suurima osa teise laguastme puidust moodustas hariliku kuuse lamapuit, mahuga $63,7 \text{ m}^3$. Arukase lamapuitu oli $41,7 \text{ m}^3$ ja hariliku saare lamapuitu oli teises laguastme klassis $27,8 \text{ m}^3$. Arukase lamapuitu oli kokku $15,9 \text{ m}^3$. Tundmatute puuliikide lamapuitu oli teises laguastme klassis $2,1 \text{ m}^3$ ja halli lepa lamapuitu oli $1,2 \text{ m}^3$.

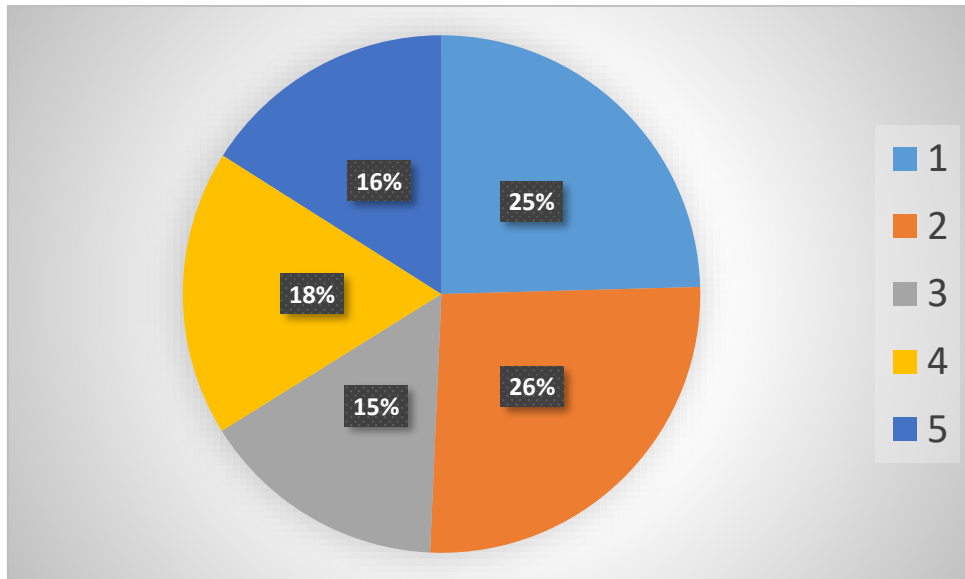
Esimeses laguastme klassis moodustas suurima osakaalu hariliku kuuse lamapuit $51,3 \text{ m}^3$. Arukase lamapuitu esines proovitükkidel $46,8 \text{ m}^3$ ja hariliku haava lamapuitu $44,6 \text{ m}^3$.

Suurima osa neljanda laguastme lamapuidust moodustas hariliku kuuse lamapuit $48,6 \text{ m}^3$. Hariliku haava lamapuitu oli $33,5 \text{ m}^3$ ja arukase lamapuitu $17,4 \text{ m}^3$. Tundmatute puuliikide lamapuitu oli kokku neljandas laguastme klassis $4,7 \text{ m}^3$.

Väiksema osa naadi kasvukohatüübi lamapuidust moodustas viiendasse laguastme klassi kuuluv lamapuit. Suurima osakaalu moodustas hariliku kuuse lamapuit $45,5 \text{ m}^3$. Lisaks esines viiendas laguastmeklassis arukase lamapuitu $25,7 \text{ m}^3$ ja tundmatute puuliikide lamapuitu $12,8 \text{ m}^3$. Hariliku haava lamapuitu oli kokku $9,4 \text{ m}^3$.

Väikseima osa naadi kasvukohatüübi lamapuidust moodustas kolmandasse laguastme klassi kuuluv lamapuit. Suurima osa selle laguastme lamapuidust moodustas hariliku haava lamapuit $34,6 \text{ m}^3$. Arukase lamapuitu esines proovitükkidel $23,3 \text{ m}^3$ ja hariliku kuuse

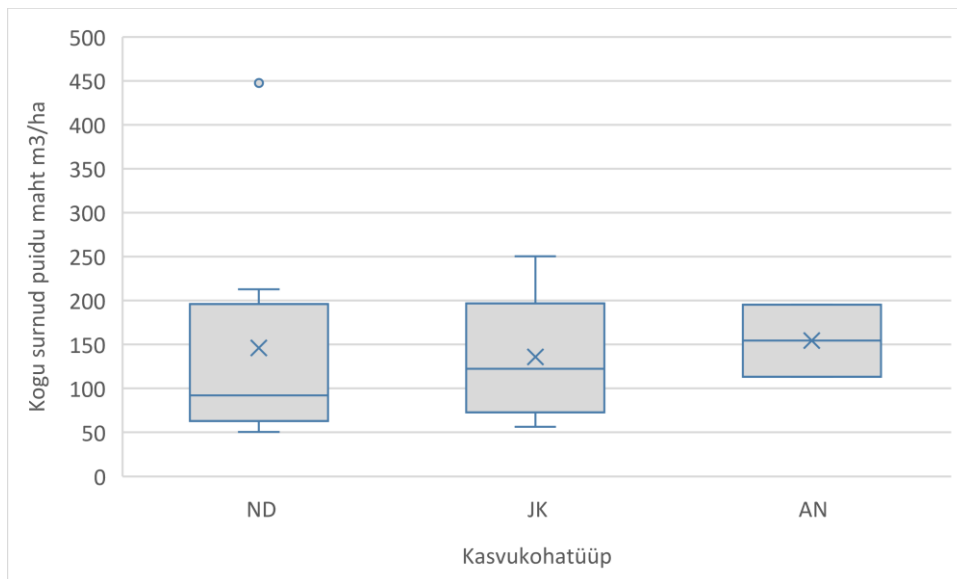
lamapuitu oli kokku 19,6 m³ . Tundmatute puuliikide lamapuitu oli kolmandas laguastmeklassis 11,5 m³ (Joonis 16).



Joonis 16. 2019.a naadi kasvukohatüübi lamapuidu kogumaht jaotatult laguastme klassidesse.

2.5 Kogu surnud puude inventuuri tulemused

Kogu surnud puidu arvestuses, siia hulka on arvestatud püstiste surnud puude maht, üle ja alla 1,3 m kõrguste tüügaste maht ning lamapuidu maht. Kõige suurem keskmine surnud puidu maht oli angervaksa kasvukohatüübis 154 m³/ha Kõige väiksem surnud puidu maht hektari kohta oli jänesekapsa kasvukohatüübis - 136 m³ surnud puitu hektari kohta. Naadi kasvukohatüübis oli keskmiselt 146 m³/ha (Joonis 17). Statistilise analüüsi põhjal ei eristu kasvukohatüüpide keskmised surnud puidu mahud ($p > 0,05$).



Joonis 17. 2019. a kogu surnud puidu maht kokku m³/ha kohta kasvukohatüüpide lõikes, vurrud näitavad varieeruvust, karbis pidev joon näitab mediaani, rist näitab aritmeetilist keskmist, ring näitab erindit.

3 ARUTELU

Peamiselt on iga metsaarengu alguseks metsas aset leidv häiring, mis annab võimaluse uue metsapõlve moodustamisele ja arenemisele. Peamised häiringud, mida võime Eesti metsades leida, on kuivadel suvedel esinevad metsapõlengud, tormituulte põhjustatud tormi kahjustused. Selle alla kuuluvad tormiheide ja tormimurd ning loomulikult metsade aktiivse majandamise juures esinev lageraie. Erinevate häiringute ilmnemisel on uue metsapõlve areng teineteisest erinev (Pelt, 2007).

Suurte tormikahjustuste korral jääb metsa alles eelmise metsapõlve orgaaniline aine. Tormikahjustuste korral saab kõige kõvemini kannatada puistu esimene rinne, vähem saavad kahjustada madalamate rinnete puud. Tormikahjustuse järgselt moodustavad uue metsapõlvkonna teise rinde ja järelkasvu puud, mis tormikahjustuse hetkel ei saanud vigastada ümber kukkunud puude poolt. Peamiselt on tegemist varju taluvate puuliikidega (Pelt, 2007).

Antud töö peamiseks eesmärgiks oli leida püstiste surnud puude, tüügaste üle 1,3m ja alla 1,3 m ning lamapuidu keskmised mahud hektari kohta rohunditerikaste kuusikute kasvukohatüüpides. Antud töö kontekstis olid kasvukohatüüpideks naadi, jänesekapsa ja angervaksa. Inventuuri andmed koguti 2019 aastal kahekümneühelt proovitükilt.

Naadi kasvukohatüübis esinenud proovitükke oli kokku kaheksa tükki. Analüüsi tulemusena selgus, et naadi kasvukohatüübis esines püstiseid surnuid puid keskmiselt 30 m³ hektari kohta. Püstistest surnud puudes suurima osa moodustasid hariliku haava, hariliku saare ja hariliku kuuse püstised surnud puud. Naadi kasvukohatüübis esines tüükaid, mille kõrgus oli suurem kui 1,3, keskmiselt 41 m³ hektari kohta. Tüügastest suurima mahulise osa moodustasid hariliku haava ja arukase tüükad. Madalaid tüükaid, mille kõrgus oli väiksem kui 1,3 m, esines proovitükkidel keskmiselt 1,4 m³ hektari kohta. Madalatest tüügastest naadi kasvukohatüübis moodustasid arukase ja hariliku kuuse tüükad. Lamapuitu esines naadi kasvukohatüüpi rajatud proovitükkidel 72,9m³ hektari kohta. Lamapuidust suurima osa naadi kasvukohatüübis moodustasid hariliku kuuse, arukase ja hariliku haava lamapuit. Arvestades kokku kogu surnud puidu maht siis keskmiselt esines naadi kasvukohatüübis 146,2 m³ surnud puitu hektari kohta.

Jänese kapsa kasvukohatüüpi esines kahekümneühest proovitükkist kõige rohkem, lausa üheteistkümnel korral. Võttes kokku analüüsi tulemused selgus, et jänese kapsa kasvukohatüübis esineb püstiseid surnuid puid $38,3 \text{ m}^3$ hektari kohta proovitükil. Suurima osa püstistest surnud puudest jänese kapsa kasvukohatüübi moodustasid hariliku kuuse ja hariliku männi püstised surnud puud. Tüükaid, mille kõrgus oli suurem kui $1,3 \text{ m}$ esines jänese kapsa kasvukohatüüpi rajatud proovitükkidel keskmiselt $32,1 \text{ m}^3$ hektari kohta. Tüügaste, mille kõrgus oli suurem kui $1,3 \text{ m}$, suurima osa moodustasid arukase, hariliku haava ja hariliku kuuse tüükad. Madalaid tüükaid esines proovitükkidel keskmiselt $1,1 \text{ m}^3$ hektari kohta, peamise osa tüügastest moodustasid hariliku kuuse ja hariliku haava tüükad. Jänese kapsa kasvukohatüübis esines rohkelt tundmatute puuliikide tüükaid, siia alla kuuluvad tüükad, millele ei olnud võimalik nende loodusliku seisundi põhjal puuliiki omastada. Jänese kapsa kasvukohatüübis esines keskmiselt proovitükkidel $66,8 \text{ m}^3$ lamapuitu hektari kohta. Peamise osa lamapuidust jänese kapsa kasvukohatüübis moodustasid hariliku kuuse, arukase, hariliku haava ja tundmatute puuliikide lamapuit. Arvestades kokku kogu surnud puit, esines jänese kapsa kasvukohatüübis keskmiselt $135,8 \text{ m}^3$ surnud puitu hektari kohta.

Angervaksa kasvukohatüüpi rajatud proovitükke on kogumist kõige vähem, angervaksa kasvukohatüüpi esines vaid kahel korral. Püstiseid surnuid puid esines angervaksa kasvukohatüübis keskmiselt 24 m^3 hektari kohta proovitükil. Peamise osa püstistest surnud puudest moodustas harilik kuusk, mida oli suisa 79% kogu püstistest surnud puudest angervaksa kasvukohatüübis. Tüükaid, mille kõrgus oli üle $1,3 \text{ m}$, oli proovitükkidel keskmiselt $24,5 \text{ m}^3$ hektari kohta. Suurima osa kõrgetest tüügastest angervaksa kasvukohatüübis moodustasid arukase, hariliku kuuse ja sanglepa tüükad. Madalaid tüükaid esines angervaksa kasvukohatüübi proovitükkidel keskmiselt $7,6 \text{ m}^3$ hektari kohta. Puuliikidest suurima osa madalate tüügaste mahust moodustasid hariliku kuuse, hariliku haava ja tundmatute puuliikide tüükad. Angervaksa kasvukohatüüpi rajatud proovitükkidel esines keskmiselt $92,6 \text{ m}^3$ lamapuitu hektari kohta. Suurima osa lamapuidu mahust moodustas hariliku kuuse lamapuit. Arvestades kokku kogu surnud puidu maht, esines angervaksa kasvukohatüübis keskmiselt surnud puitu $154,4 \text{ m}^3$ hektari kohta.

Halme jt (2019) uurimuses on mainitud, et boreaalsetes metsades võib leiduda $40\text{-}170 \text{ m}^3$ surnud puitu hektari kohta. Samas on mainitud, et mahud võivad olla palju suuremad, juhul kui puistut on tabanud mingisugused häiringud. Võrreldes antud töös saadud tulemusi, võime tõdeda, et surnud puidu maht on sarnane. Lisaks jääb kasvukohatüüpides esinenud

surnud puidu maht kirjandusallikas mainitud piiridesse, mille põhjal võime väita, et antud puistuid ei ole tabanud suuremad häiringud, mis tõstaksid surnud puidu mahtu drastiliselt.

KOKKUVÕTE

Antud bakalaureusetöö eesmärgiks oli uurida surnud puidu mahtusid erinevates kasvukohatüüpides esinenud proovitükkidel, mis iseloomustavad rohunditerikkaid kuusikuid. Töö käigus analüüsiti 2019. a inventuuri andmeid.

Inventuuri andmeid analüüsides selgus, et kõige suurem surnud puidu keskmine maht hektari kohta oli angervaksa kasvukohatüübis. Püstiseid surnuid puid mahu poolest oli kõige rohkem jänesekapsa kasvukohatüübis ning peamiselt olid esindatud hariliku kuuse ja hariliku männi püstised surnud puud. Tüükaid, mille kõrgus oli suurem kui 1,3 m esines kõige rohkem naadi kasvukohatüübis. Enamuse mahu moodustasid hariliku haava ja arukase tüükad. Tüükaid, mille kõrgus oli väiksem kui 1,3 m, oli kõige rohkem angervaksa kasvukohatüübis. Puuliikidest moodustasid enamuse mahust hariliku kuuse, hariliku haava ja tundmatute puuliikide tüükad. Lamapuitu oli keskmiselt hektari kohta kõige rohkem angervaksa kasvukohatüübis. Angervaksa kasvukohatüübis oli enamuse lamapuidu laguaste kaks ning puuliikidest olid peamiselt esindatud hariliku kuuse ja hariliku männi lamapuit. Jänesekapsa kasvukohatüübis oli enamus lamapuidust viiendas laguastme klassis. Puuliikidest olid viiendas laguastme klassis esindatud hariliku kuuse, arukase ja hariliku haava lamapuit. Lisaks nimetatule esines suurel määral ka tundmatute puuliikide lamapuitu. Naadi kasvukohatüübis oli suurim maht lamapuitu teises laguastme klassis. Teises laguastme klassis olid puuliikidest esindatud hariliku kuuse, arukase ja hariliku saare lamapuit.

Antud teemat saaks paremini uurida, kui luua rohunditerikaste kuusikute proovialasid juurde angervaksa kasvukohatüüpi. Antud lõputöös on kajastatud proovitükkidest ainult kaks angervaksa kasvukohatüübis, mis ei pruugi anda antud kasvukohatüübi surnud puidu kohta väga head ülevaadet.

KASUTATUD KIRJANDUS

Halme. P. Purhonen. J. Marjakangas. E.-L. Komonen. A. Juutilainen. K. Abrego. N. 2019. Dead wood profile of a semi natural boreal forest – implications for sampling. *Silva Fennica*, vol. 53 no. 4 14 lk.

<https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/65886/article10010.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (29.04.2021)

Jonsson. G.-B. Ekström. M. Essen. A.-P. Grafström. A. Ståhl. G. Westerlund. B. 2016. Dead wood availability in managed Swedish forests – Policy outcomes and implication for biodiversity. *Forest Ecology and Management*, vol. 376 lk 174-182.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112716303140> (29.04.2021)

Laarmann, D. Kiviste, A. Põldveer, E. Kägsepp, V. 2020. Metsa kasvukäigu püsiproovitükkide võrgustiku kordusmõõtmine 2018-2019. Eesti Maaülikool. Tartu. 86lk.

<https://mi.emu.ee/userfiles/instituudid/mi/MI/Projektid/Laruanne2019.pdf> (10.05.2021)

Mootse, K. 2015. Kaitsealused liigid elupaigatuübis rohunditerikkad kuusikud. Eesti Maaülikool. Bakalaureusetöö. 38 lk.

Oettel. J. Lapin. K. Kindermann. G. Steiner. H. Schweinzer. M.-K. Frank. G. Essl. F. 2020. Patterns and drivers of deadwood volume and composition in different forest types of the Austrian natural forest reserves. *Forest Ecology and Management*, vol. 463

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112720303856>(29.04.2021)

Pelt.V.R. 2007. Identifying Mature and Old Forests in Western Washington. Washington State Department of Natural Resources, Olympia, WA. 104 lk.

Sandström. J. Bernes. C. Junninen. K. Lõhmus. A. Maxcdonald. E. Müller. J. Jonsson. G.-B. 2019 Impact of dead wood manipulation on the biodiversity of temperate and boreal forests. A systematic review. *Journal of Applied Ecology*, vol. 56 issue. 2 lk 1770-1781.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112716303140> (29.04.2021)

Silm, S. 2015. Rohunditerikaste kuusikute elupaiga seisundi ja taimestiku analüüs. Eesti Maaülikool. Magistritöö. 54 lk.

Tõnne, H. 2015. Puistu koosseisu ja lamapuidu mahu hindamine Lõuna-Eesti rohunditerikastes kuusikutes. Eesti Maaülikool. Bakalaureusetöö. 34 lk.

Vanderwel, M.C., Malcolm, J.R., Smith, S.M. 2006. An integrated model for snag and downed woody debris decay class transitions. – Forest Ecology and Management. No. 234, lk 48-59.

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Sander Koemets

sünniaeg 26.03.1998

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö Surnud puidu maht rohundite rikastes kuusikutes

mille juhendaja(d) on: Diana Laarmann, *PhD* Teele paluots, *MSc*

- 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, _____
(kuupäev)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)