



EESTI MAAÜLIKOOL
Metsandus- ja maaehitusinstituut

Jaan Puust

**JÄRVSELJA „METSÄÜLEMA PARGI“ PUUDE
PAIKNEMINE JA TAKSEERTUNNUSTE ANALÜÜS**

THE SPATIAL LOCATION AND AN ANALYSIS OF THE
SINGLE TREE VARIABLES IN THE „METSÄÜLEMA PARK“
IN JÄRVSELJA

Bakalaureuse töö
Metsanduse õppekava

Juhendaja: dotsent Ahto Kangur

Tartu 2016

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Jaan Puust		Õppekava: Metsandus	
Pealkiri: Järvelja „Metsaülema pargi“ puude ruumiline paiknemine ja takseertunnuste analüüs			
Lehekülgi: 31	Jooniseid: 16	Tabeleid: 6	Lisasid: 0
Osakond: Metsakorraldus Uurimisvaldkond: Metsakorraldus Juhendaja(d): dotsent Ahto Kangur Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu 2016			
<p>Uurimistöö on Järvelja pargi põõsaste ja puude kaardistamisest, takseertunnuste mõõtmisest ja statistilisest analüüsist. Töö eesmärk oli anda ülevaade Järveljal asuva „Metsaülema pargi“ kooslusest, puude paiknemisest ja kirjeldada parki läbi üksikpuude takseertunnuste ja uurida kuidas erinevad diameeter ning kõrgus looduslikult kasvavatest puudest. Töös kasutati Field-map programmi andmete kogumiseks ja edasine andmetöötlus sai tehtud MS Office Excelis.</p> <p>Välitööde tulemusena valmis Järvelja pargist kaart, mille järgi on võimalik aru saada puude paiknemine ja nende võraulatuse. Peamiseks tulemuseks oli lehiste ja pärnade suur osakaal pargis ja nende suured mõõtmed. Lehiste diameetri ruutkeskmise oli 86,16 cm ja pärnadel 63,03 cm. Lehiste tüvemahuks kujunes arvutuste tulemusena 151,40m³/ha. Kõrguste võrdlemisel jõudis töö autor oodatud tulemuseni, et pargis ja avatud maastikul kasvavad puud on madalamad kui metsas kasvavad puud. Pargi ja metsa puude kõrguste erinevus oli lehiste puhul 18,5 m.</p> <p>Mõõtmisandmeid on võimalik kasutada teiste sarnaste parkide uurimisel, mõõtmisel ja analüüsimisel. Töö autor on seisukohal, et tulemuste paremaks võrdlemiseks oleks vaja Eestis rohkem läbi viia pargipuude mõõtmisi, et tekiks puude ja põõsaste gruppidest ning liikidest kindel mudel.</p>			
Märksõnad: rinnasdiameeter, tüvemaht, field-map, võra, puu kõrgus			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor`s Thesis	
Author: Jaan Puust		Specialty: Forestry	
Title: The spatial location and an analysis of the single tree variables in the “Metsaülema park” in Järvelja			
Pages: 31	Figures: 16	Tables: 6	Appendixes: 0
Department: Forest Management Field of research: Forest mensuration Supervisors: associated professor Ahto Kangur Place and date: Tartu 2016			
<p>The research is about mapping the trees and shrubs in the park, tree characteristics measurements and statistical analysis.</p> <p>The aim was to describe the park through a single tree characteristics and to find out how the diameters and heights differ from the naturally growing trees. In this research was used Field- map Data collector and statistical analysis was made with MS Office Excel. The result of the field work is a map about extent of the crown of the trees and their location.</p> <p>The main result was the proportion of big larches and lindens crown projections. Standard deviation of the larches trees was 86,16 cm and linden trees 63,03 cm. Larches stem volume was 151,40 m³/ha. Comparing the heights of the park and open- landscape trees accomplished expected result that open-landscape trees are lower than forest trees. Larches first layers height difference between park and forest trees was 18,5m.</p> <p>The measurement data can be used for studies, measurements and analyses in other similar parks. For a better comparison of the results the author of the thesis suggests that additional measurements of park trees should be conducted in Estonia to create a universal model for trees and shrubs.</p>			
Keywords: DBH, stem volume, Field-map, crown, tree height			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
1. MATERJAL JA METOODIKA.....	7
1.1. Uuritav park.....	7
1.2. Pargipuude mõõtmine.....	8
1.2.1. Field-map tarkvara ja mõõteriistad.....	8
1.2.2. Välitööd ja mõõtemetoodika	9
1.3. Takseertunnuste arvutamine ja võrdlus	12
1. 3.1. Üksikpuu takseertunnuste arvutamine.....	12
1.3. 2. Pargi ja metsapuude kasvuvõrdlus	13
2. TULEMUSED	15
2.1. Pargi üldkirjeldus ja keskmised mõõteandmed	15
2.2. Pargi üksikpuude mõõtmistulemused.....	16
2.3. Pargi ja metsapuude kasvuvõrdlus	20
3. ARUTELU	26
4. KOKKUVÕTE	28
VIIDATUD KIRJANDUSE LOETELU	29

SISSEJUHATUS

Kuigi pargid on inimese poolt tehislikult rajatud loodusobjektid, mõistetakse neid mitteteadusliku arusaama kohaselt pigem loomuliku looduskeskkonna osana (Sinijärv 2002). Pargist, kui looduslikust objektist arusaamiseks peame teadma selle definitsiooni. Parki kui sellist mõistetakse, kui suuremat iseseisvat või arhitektuurilise ansambli koosseisu kuuluvat haljasala, mida on eesmärgipäraselt kujundatud ning mille eelkäijateks olid jahimetsad, templite juures asunud hiiesalud ning suuremad aiad. Mõiste tuli kasutusele barokis ja tähendas siis iluaiast suuremat esteetilistel eesmärkidel rajatud haljasala (Nurme, Nutt 2012).

Aegade jooksul Eestisse rajatud parkide arvu on tänaseks raske hinnata, kuna paljud neist on vananenud ja metsistunud. Peamiselt on siinsed varasemad pargid olnud üheks osaks mõisakompleksist, mis pidi näitama mõisniku rahakust ja kõrgemat seisust. Hilisematel aegadel kandus oma elamise ümber põlispuude kasvatamine üle ka jõukamatele talupidajatele, ning sai osaks linnahaljastusest (Sinijärv 2002).

Tehislike lossi-, mõisa-, talu-, kiriku- ja linnaparkide kõrval on levinud ka loodusliku päritoluga pargitüüpe. Üheks selliseks kohaliku päritoluga koosluseks on haljastuses parkmets, mis on rajatud metsaala minimaalse korrastamise teel pargikujunduslike võtetega. Pidevalt hooldatud toretsevatele parkidele vastandub aga metsapark, mille hooldamiseks kasutatakse metsanduslikke võtteid (Nurme, Nutt 2012).

Oluline koht pargis on kindlasti üksikult kasvavatel puudel kui ka suurematel ja väiksematel puudegruppidel. Parkidest üldjuhul ei puudu põõsarinne, mis annab pargile omapärase ilme ning pakub pesitsusvõimalusi lindudele (Sinijärv 2002). Pargis toimub pidev eluring, kus ühed puud ja põõsad surevad, teised kasvavad välja, saavad uue kuju ja mõõtmed (Tohver 2005).

Eesti parkides on kõige põhjalikumalt uuritud puittaimestikku ja eelkõige seal kasvavaid võõrpuuliike (Sinijärv 2012). Antud töö eesmärgiks on 1) anda ülevaade Järvelja pargi kooslusest, puude paiknemisest ja kirjeldada parki läbi seal kasvavate üksikpuude

takseertunnuste ning 2) võrrelda pargipuude kasvu loodusmetsas kasvanud puudega. Töö koostamiseks koguti pargipuude andmed Field-map ruumilise kaardistamise mõõtekomplektiga ja seejärel koostati andmeanalüüs MS Office Excelis. Käesolev uurimisteema sai valitud huvist dendromeetrilise mõõtmisprogrammi Field-map vastu, sest seda programmi/tehnoloogiat ei ole varem Eesti parkide mõõtmistel kasutatud.

1. MATERJAL JA METOODIKA

1.1. Uuritav park

Järvelja küla asub Tartumaa kaguosas Võnnu ja Meeksi valla piiril. Metskonna lõunapoolne osa on metsamaa ja põhjapoolse osas laiuvad sood, mis kuuluvad Peipsiveere loodusaitseala koosseisu. Esimene taimeaed asutati Järveljale 1887. aastal. Ligikaudu samal ajal rajati praeguse metskonna keskuse juures asuv Metsäulema park (vt. joonis 1) (Eesti Metsateenijate Ühing 2012). Uuritav park paikneb ligikaudu 1,16 ha suurusel alal ning on kasvate puude ja põõsaste kohalt liigiliselt mitmekesine. Okaspuu taksoneid on pargis 23 liiki ning lehtpuu- ja põõsataksoneid 24 (Laas 2016). Parki läbivad nii sõidu kui ka jalakäijate teed, ning puude alused rohualad on intensiivselt niidetavad. Park külgneb idast ja lõunast sõiduteega ja põhja kaares asub Järvelja taimeaed. Parki ümbritsevad nii elumajad kui ka abi- ja tööstushooned.

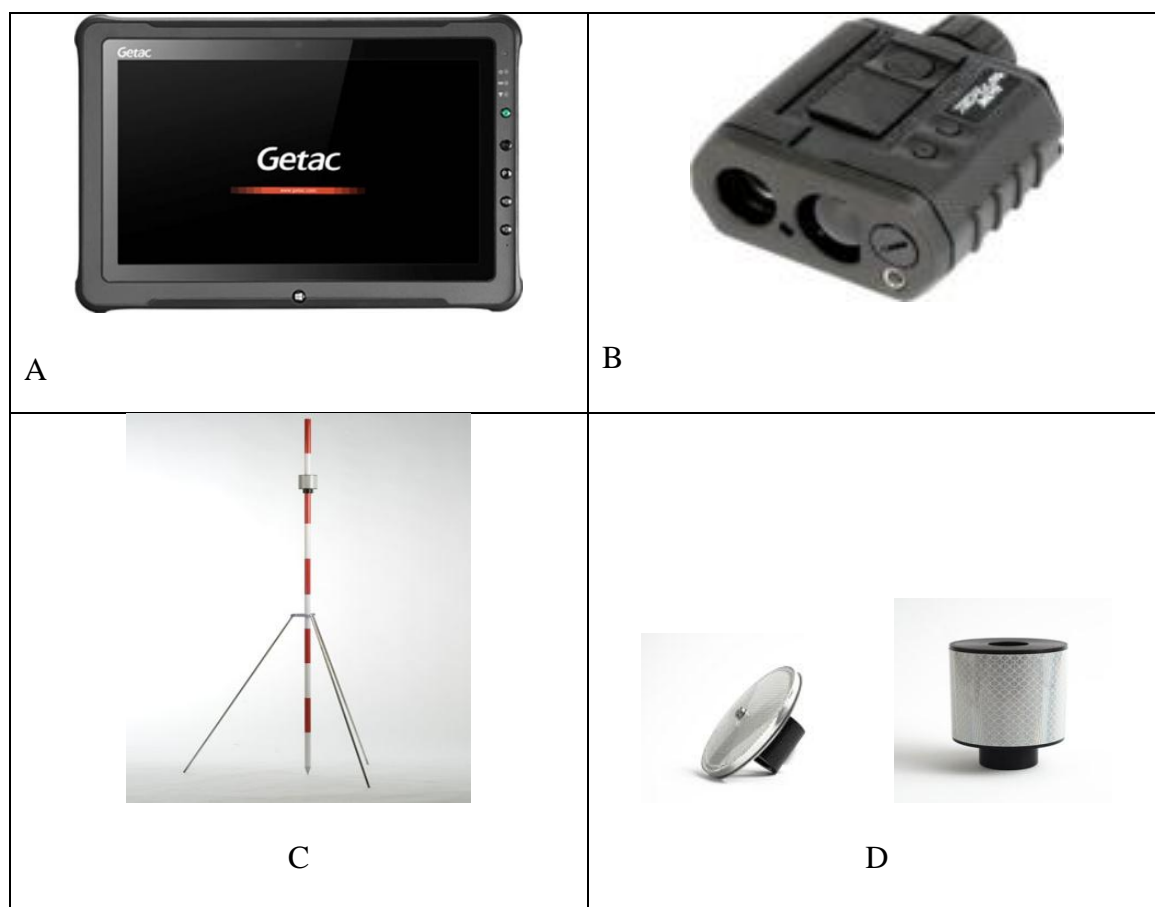


Joonis 1. Järvelja „Metsäulema pargi“ asukoht. Allikas: (Maa-amet 2016)

1.2. Pargipuude mõõtmine

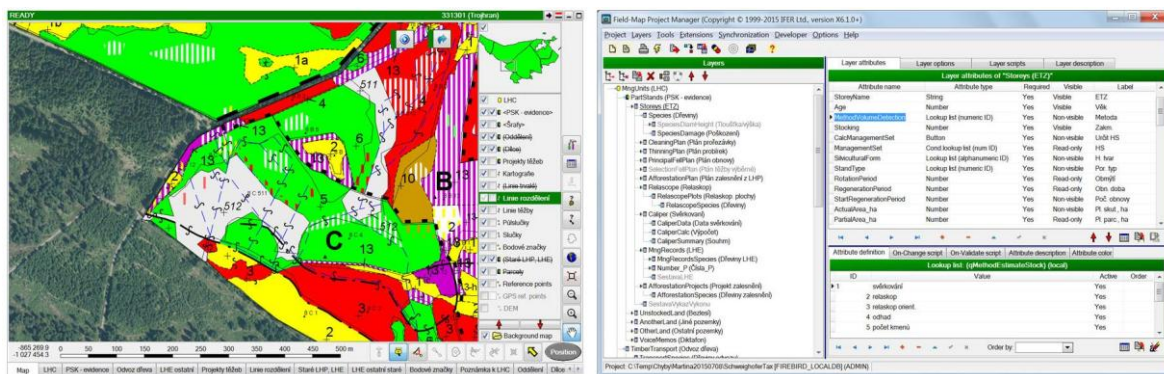
1.2.1. Field-map tarkvara ja mõõteriistad

Field-map on tarkvara ja riistvara tehnoloogia, mis kasutab GIS tarkvara dendromeetriliste andmete kogumisel ja analüüsimiseks. Field-map mõõteriistadeks on Getac tahvelarvuti, laser (Truepulse 360), reflektorid ja mõõtepost (vt. joonis 2). Pargis tehtud mõõtmisteks kasutati allkirjeldatud Field-map mõõtekomplekti.



Joonis 2. Field-map mõõtekomplekti riistvara. A- Getac tahvelarvuti; B- laser (Truepulse 360);C-mõõtepost; D-liigutatavad reflektorid (Field-map 2016).

Field-map tarkvara koosneb kahest peamisest osast: Data Collector ja Project Manager (vt.joonis 3). Project Manager võimaldab kasutajal lähtuvalt enda mõõtemetoodikast koostada vajalik andmete struktuur ja valida või lisada erinevad aluskaardid. Data Collector annab kasutajale võimaluse välitöödel kaardistada ja mõõta uuritavaid objekte, kasutades selleks kohtsüsteemis laseri ja digitaalse kompassiga positsioneerimist (Field-Map 2016).



Joonis 3. Tarkvara Field-map Data Collector ja Project Manager ekraanivaade.

Allikas: (Field-map 2016)

1.2.2. Välitööd ja mõõtemetoodika

Pargipuude mõõtmised toimusid Järvelja Öppe- ja Katsemetskonnas 2015 sügisel ja 2016 kevadel metsaülevaate kontori ees olevas pargis. Välitöid aitasid lisaks autorile teha juhendaja dotsent Ahto Kangur ja metsamajanduse üliõpilane Kristjan Kipper.

Enne mõõtmisi märgiti maha kindelpunkt, mille järgi määrati mõõteriista geograafiline asukoht. Pargi puude mõõtmiseks sisestati mõõteriista ja reflektorite kõrgus: mõõteriista

kõrgus 1,5 meetrit ja reflektori kõrgus mõõtepostil 1,3 meetrit maapinnast. Laseri kompassi kalibreerimise alustamiseks suunati laser magnetilisse põhja suunda (± 15 kraadi põhja poole). Muutes laseri asendit 8 erineval positsioonil kalibreeriti laseri mõõtekompass töökorras.

Puude asukoha määramiseks oli vaja eelnevalt sisestada arvutisse mõõteposti reflektori asukoht puu suhtes. Võimalikud valikud on puust vasakule, paremale või siis puu keskele. Valiti reflektori asukohaks puu keskele (vt. joonis 4).



Joonis 4. Mõõteposti asukoht puul (Autori foto)

Mõõdistamiseks asetati mõõtepost puu keskele ja laseriga mõõdeti puu kaugus kindelpunktist. Lähedamal asuvad puud said mõõdetud kindelpunktist, kuid kaugemal asuvate puude mõõtmiseks tuli vahetada mõõtejaama asukohta. Asukoha määramiseks pandi maha teine mõõtepost ning tehti laseriga vaade reflektorisse määramaks mõõtjaama uus asukoht. Peale puude asukoha määramist mõõdeti puudel rinnasdiameeter 1,3 meetri kõrguselt ning läbimõõt juurekaelalt, kasutades selleks läbimõõdulinti (TALMETER). Jämedamate puude mõõtmiseks tuli kasutada mõõdulinti, kuna puude ümbermõõdud olid kohati suuremad kui läbimõõdulindi mõõtmisvahemik.

Välitööde käigus kaardistati kõikide pargipuude, põõsaste ja kändude asukohad kohtsüsteemis ning hilisemalt arvutati kindelpunkti koordinaatide alusel neile geograafilised koordinaadid. Pargis kasvab erinevaid puu ja põõsa liike, arvutuste tegemiseks määrati puud perekonna tasemel, kuna töö eesmärgiks ei olnud takseertunnuste liigipõhiste arvutuste tegemine ning kõikidele puuliikidele ei ole olemas liigitasemel Eesti tingimustes ka vastavaid arvutusmudeleid. Üksikutele puudele mõõdeti kõrgus, puu rinnasdiameeter (1,3m kõrguselt), puu diameeter juurekaelalt, võraprojektsioon, elusvõra algus ja surnudvõra algus. Põõsastele mõõdeti kõrgus ning anti põõsagrupi hinnanguline tüvede arv.

Puu võraprojektsiooni mõõtmiseks kasutati asimuudi meetodit. Mõõtja liigub mööda puu võra välimist perimeetrit märkides maha horisontaalselt vahemaid ja asimuute kuni järgmise mõõtepunktini. Nii mõõdetakse kõik punktid kuniks võral on ring peal (Tree crown....2013).

1.3. Takseertunnuste arvutamine ja võrdlus

1.3.1. Üksikpuu takseertunnuste arvutamine

Üksikpuu rinnaspindala ja tüvemahu arvutamiseks mõõdetakse eelnevalt iga puu kõrgus ja diameeter. Rinnasdiameeter mõõdetakse igal puul 1,3 meetri kõrguselt juurekaelast.

Rinnaspindala arvutamiseks kasutati valemit number (1)

$$G = \pi * \frac{D^2}{10\,000} \quad (1)$$

Kus, G-rinnaspindala, D- rinnasdiameeter

Puude tüvemahud said arvutatud valemiga number (2) (Padari 1993):

$$V = \pi * D^2 * H * \frac{a+b}{D+c} / \frac{H+d}{D*H} / 40000 \quad (2)$$

Kus, V-tüvemahut, D- Puu diameeter, H-puu kõrgus, a,b,c ja d on konstandid

Valemi argumendid ja konstandid on võetud tabelist (vt. tabel 1) ning arvutused on tehtud MS Office excelis.

Tabel 1. Tüvemahu arvutamise konstandid

Konstandid	<i>Pinus,Larix,Abies, Tsuga</i>	<i>Picea, Thuja</i>	<i>Betula</i>	<i>Populus,Tilia, Acer</i>	<i>Quercus, Fraxinus</i>
A	0,3571	0,4216	0,408	0,4723	0,4033
C	2,156	1,19	0,801		1,586
D	-8,312	-1,309	-10,707	12,724	1,44
B	0,66	0,181	0,757	-0,608	

1.3. 2. Pargi ja metsapuude kasvuvõrdlus

Töö eesmärgiks oli seatud võrdlus, kuidas ja millises ulatuses pargipuude läbimõõdud ja kõrgused erinevad looduslikult kasvanud puude omadest. Kõrguse kasvukäigu arvutamiseks kasutati Näslundi kõrguskõverat, mille puuliikide põhised parameetrid on hinnatud Järvelja ürgmetsa üksikpuude läbimõõtude ja kõrguste andmetel (mudeli konstandid on leitavad tabelist 2). Kuna ürgmetsas lehiseid ei leidu, siis lehiste üldise mudeli jaoks kasutati Järvelja erinevatel lehiste katsekultuuridel kasvavate mudelpuude mõõtmisandmeid (473 puud).

$$h_{mud} = 1,3 + \frac{d}{a+b \times d}^3 \quad (3)$$

Kus, H_{mud} – mudeliga arvatud puu kõrgus, d - rinnasdiameeter, a ja b mudeli liigipõhised konstandid (vt.tabel 2).

Tabel 2. Ürgmetsa andmetel hinnatud mudeli konstandid

PE	a	b
PN	1,822283	0,2922023
KS	1,313367	0,3105016
LM	1,516261	0,3081124
LV	1,981857	0,302938
KU ja NU	2,193692	0,2799135
MA	1,474549	0,3126875
HB	1,256639	0,2853224
VA	1,322857	0,3122085
TA, SA, JA	1,609886	0,2981975

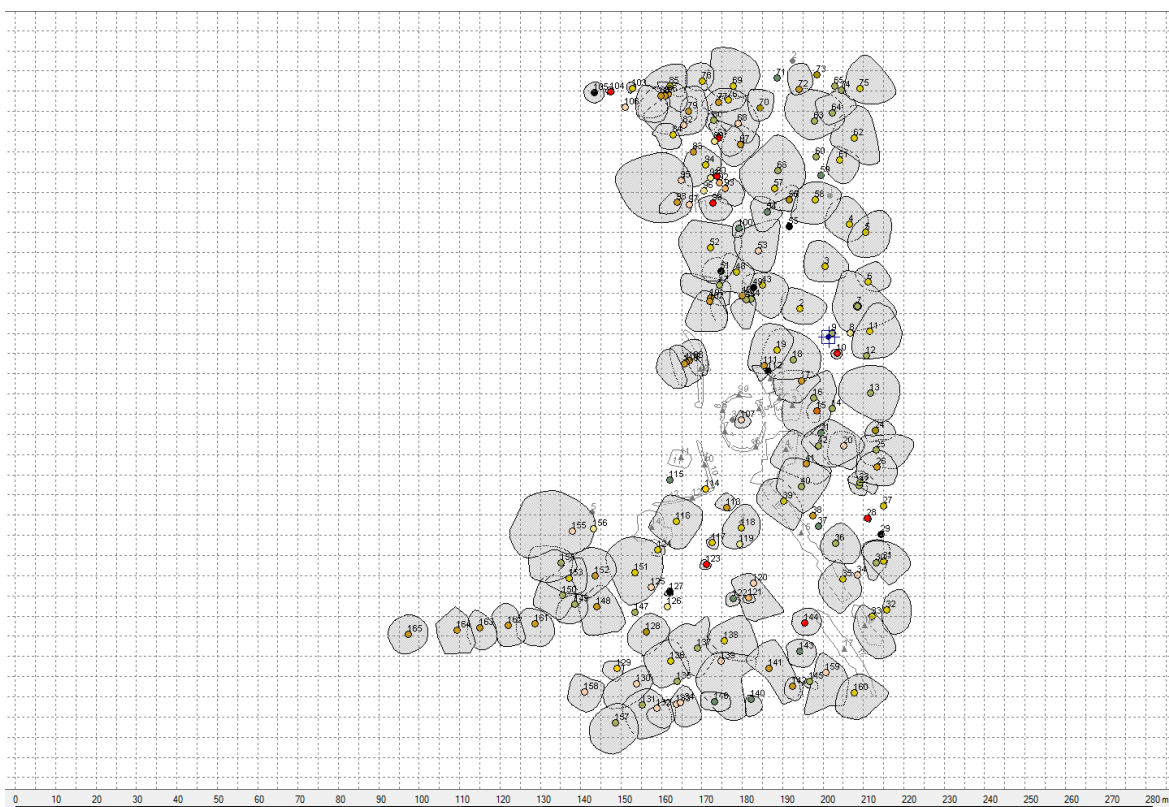
Puude kõrguste võrdlemisel arvutati puude kõrgused valemiga 3 ja võrdlemiseks kasutati Studenti t-testi: kahe üldkogumi keskväärtuste võrdlemist sõltuvate vaatluste korral. Kõikide testide puhul oli olulisuse nivooks $p\text{-value} < 0,05$.

Regressioonanalüüsis kasutati ainult kaskede, pärnade, tammede, lehiste ja vahtrate andmeid, kuna ülejäänud pargipuude arv oli valimi moodustamiseks liiga väike ja ei oleks võrdluses usaldatavat tulemust andnud.

2. TULEMUSED

2.1. Pargi üldkirjeldus ja keskmised mõõteandmed

Field-map programmiga pargi mõõtmisel valmis esimese tulemusena kaart (vt. joonis 5). Kaardilt on näha pargi puude paiknemine ja nende võraprojektsioonid. Joonisel on 3 kaardikihti: pargipuud, pargipõdsaste polügoonid ja võraprojektsioonid. Kaardilt on selgelt jälgitavad puude võravabad alad.



Joonis 5. Järvelja pargi puude paiknemine ja puude võraprojektsioonid FIELDMAP Data collector mõõtkavalises aknavaates

Järvelja pargis kasvab kokku 129 puud, millest 47 on okaspuud ja 82 lehtpuud. Levinumaks okaspuuliigiks on lehis (perek. *Larix*) 19 isendiga, ning lehtpuudest domineerivad pärnad (perek. *Tilia*) 36 puuga. Suurima ruutkeskmise diameetriga puud on lehised (*Larix*) 86,1 cm ja ühtlasi ka kõige suurema keskmise kõrgusega 30,2 m. Lehistest kõige suurema kõrgusega puu on 39,8 m. Kõige väiksema ruutkeskmise diameetriga puud

on elupuud (*Thuja*) 27,2. Kõige väiksema mõõdetud kõrgusega puu pargis on nulg (*Abies*) 0,2 m (vt. tabel 3).

Tabel 3. Järvelja pargipuude koondtabel

Liigi nimi (Perek.) eesti keeles	Liigi nimi (Perek.) ladina keeles	Puude arv N (tk)	Puude ruut- keskmise diameeter (cm)	Puude vähim kõrgus Hmin (m)	Puude keskmise kõrgus H (m)	Puude suurim kõrgus Hmax (m)
Pärn	<i>Tilia</i>	36	63,0	1,9	25,1	33,7
Kask	<i>Betula</i>	14	54,6	11,8	24,5	33,3
Kuuske	<i>Picea abies</i>	7	37,9	2,3	15,8	36,9
Lehis	<i>Larix</i>	19	86,1	14,2	30,2	39,8
Mänd	<i>Pinus</i>	6	48,8	2,8	22,5	29,5
Nulg	<i>Abies</i>	9	40,1	0,2	16,4	27,6
Saar	<i>Fraxinus</i>	5	35,4	6,5	14,7	26,7
Tamm	<i>Quercus</i>	15	62,5	0,4	18,2	29,2
Elupuu	<i>Thuja</i>	3	27,2	4,4	9,4	14,2
Tsuuga	<i>Tsuga</i>	3	35,6	3,3	15,5	33,2
Vaher	<i>Acer</i>	12	31,9	1,5	17,5	21,1

2.2. Pargi üksikpuude mõõtmistulemused

Tabelis 4 on välja toodud Järvelja pargipuude puuliikide summaarsed rinnaspindalad ja keskmised rinnaspindalad puude perekondade kaupa. Esimese rinde kõige suurema keskmise rinnaspindalaga on lehis (*Larix*) 0,52m²/ha ja kõige väiksema keskmise rinnaspindalaga on vaher (*Acer*) 0,12 m²/ha. Tüvemaht on kõige suurem esimese rinde pärnadel 151,4 m³/ha ja lehistel 127,9 m³/ha. Esimeses rindes ei olnud esindatud elupuid (*Thuja*). Teises rindes ei kasvanud kuuske (*Picea*) (vt. tabel 4).

Tabel 4. Järvelja pargipuude rinnaspindala ja tüvemaht

Rinnaspindalade summa Rinnaspindala G, (m ²)			Tüvemaht M,(m ³ /ha)		Keskmine rinnaspindala Gk,(m ²)		Keskmine tüvemaht Mk,(m ³ /ha)	
PE	I rin	II rin	I rin	II rin	I kesk	II kesk	I rin	II rin
<i>Betula</i>	3,23	0,05	35,46	0,29	0,27	0,03	2,96	0,15
<i>Picea</i>	0,78	0,00	12,00	0,00	0,26	0,00	4,00	0,00
<i>Larix</i>	8,90	0,09	127,90	0,72	0,52	0,05	7,52	0,36
<i>Pinus</i>	0,93	0,09	11,42	0,64	0,23	0,09	2,86	0,64
<i>Abies</i>	0,98	0,16	10,64	1,26	0,20	0,08	2,13	0,63
<i>Tilia</i>	11,12	0,10	151,40	0,89	0,37	0,05	5,05	0,45
<i>Fraxinus</i>	0,42	0,07	5,19	0,51	0,42	0,02	5,19	0,17
<i>Tsuga</i>	0,27	0,03	3,86	0,15	0,27	0,03	3,86	0,15
<i>Acer</i>	0,73	0,23	6,98	2,06	0,12	0,04	1,16	0,41
<i>Quercus</i>	4,50	0,42	52,09	2,62	0,45	0,10	5,21	0,66
<i>Thuja</i>	0	0,17	0	1,13	0	0,09	0	0,56
Summa			416,94	10,29	3,115479	0,489945		

Järvelja pargis said mõõdetud ka põõsad, millele määrati kõrgus ja hinnanguline taimede arv põõsagrupis (vt. tabel 5). Kõige enam kasvab pargis jaapani enelaid. Suurima kõrgusega põõsagrupid on valgepöögid, sarapuu ja sirel.

Tabel 5. Järvelja pargi põõsaste kõrgus ja arvestuslik tüvede arv

Liigi nimi (Perek.) eesti keeles	Liigi nimi (Perek.) ladina keeles	Kõrgus H (m)	Hinnanguline taimede arv grupis Ngr, (tk)
harilik valgepöök	<i>Carpinus betulus</i>	11,39	13
harilik valgepöök	<i>Carpinus betulus</i>	2,41	1
harilik valgepöök	<i>Carpinus betulus</i>	5,59	8
harilik valgepöök	<i>Carpinus betulus</i>	5,39	54
jaapani enelas	<i>Spiraea japonica</i>	0,69	112
jaapani enelas	<i>Spiraea japonica</i>	0,69	97
jaapani enelas	<i>Spiraea japonica</i>	0,63	64
jaapani enelas	<i>Spiraea japonica</i>	0,71	120
jaapani enelas	<i>Spiraea japonica</i>	0,76	107
jaapani enelas	<i>Spiraea japonica</i>	2,21	98

Tabel 5 järg

jaapani enelas	<i>Spiraea japonica</i>	2,01	93
jaapani enelas	<i>Spiraea japonica</i>	2,37	114
jaapani enelas	<i>Spiraea japonica</i>	0,81	99
läikiv tuhkpuu	<i>Cotoneaster lucidus</i>	1,05	117
läikiv tuhkpuu	<i>Cotoneaster lucidus</i>	1,33	112
harilik sirel	<i>Syringa vulgaris</i>	4,06	12
harilik sarapuu	<i>Corylus avellana</i>	7,64	34

Pargis said mõõdetud ja kaardistatud kännud. Osad kännud olid niivõrd lagunened, et nendele ei olnud võimalik määrata liiki, seetõttu ka tabelis märke tuvastamatu. Kändude järgi sai teada, et seal on varem kasvanud suuremõõtmelisi lehiseid (*Larix*), mille diameeter juurekaelalt oli ühel isendil 122,9 cm. (vt. tabel 6).

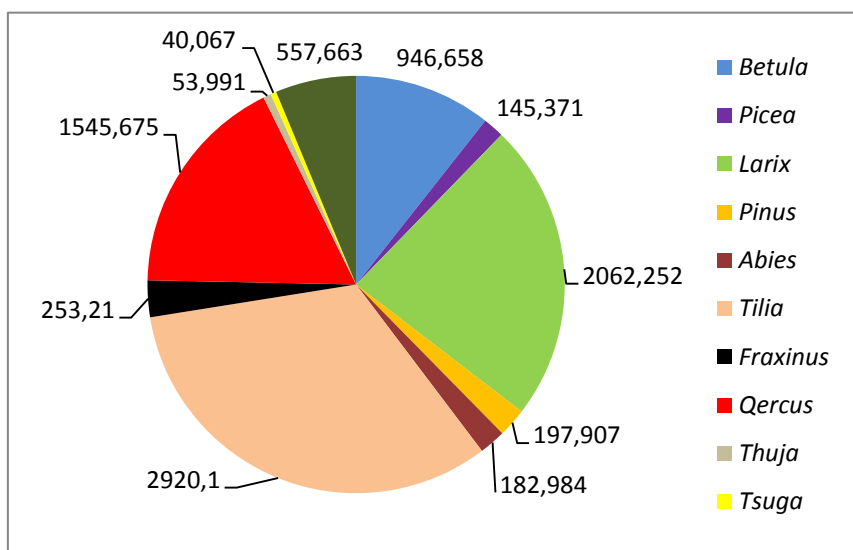
Tabel 6. Järvelja pargis mõõdetud kännud

Liigi nimi (Perek.) eesti keeles	Liigi nimi (Perek.) ladina keeles	Diameeter juurekaelalt (cm)
Harilik saar	<i>Fraxinus excelsior</i>	34,5
Harilik saar	<i>Fraxinus excelsior</i>	45,2
Euroopa lehis	<i>Larix decidua</i>	82,6
Euroopa lehis	<i>Larix decidua</i>	122,9
Euroopa lehis	<i>Larix decidua</i>	84,6
Euroopa lehis	<i>Larix decidua</i>	121,6
Euroopa lehis	<i>Larix decidua</i>	84,6
Euroopa lehis	<i>Larix decidua</i>	72,4
Euroopa lehis	<i>Larix decidua</i>	33,1
Harilik vaher	<i>Acer platanooides</i>	49,5
Harilik vaher	<i>Acer platanooides</i>	41,6
Harilik vaher	<i>Acer platanooides</i>	64,5
Siberi nulg	<i>Abies sibirica</i>	68,6
Siberi nulg	<i>Abies sibirica</i>	50,2
Harilik tamm	<i>Quercus robur</i>	102,2
Harilik tamm	<i>Quercus robur</i>	61,2
Harilik tamm	<i>Quercus robur</i>	24,1
Harilik kuusk	<i>Picea abies</i>	55,7
Harilik pärn	<i>Tilia cordata</i>	45,9
Lääne tsuuga	<i>Tsuga canadensis</i>	84,4
Arukask	<i>Betula pendula</i>	27,4

Tabel 6 järg

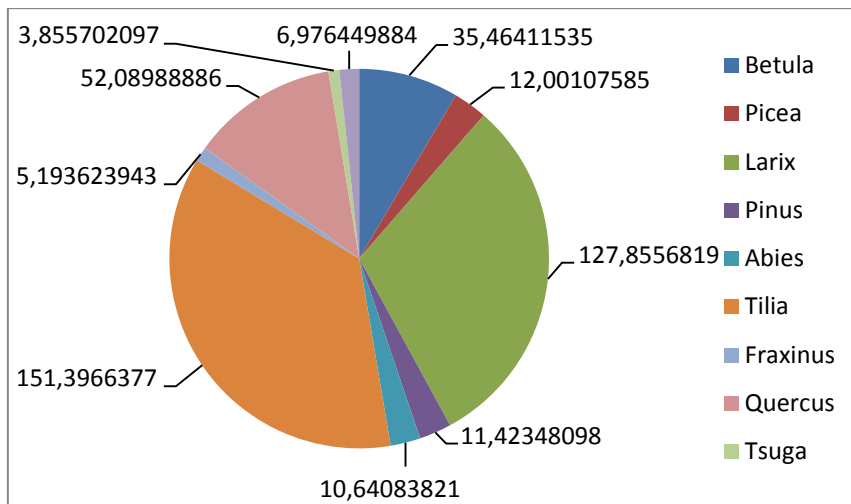
Tuvastamatu	Tuvastamatu	51,8
Tuvastamatu	Tuvastamatu	65,8
Tuvastamatu	Tuvastamatu	73,7
Tuvastamatu	Tuvastamatu	62,8
Tuvastamatu	Tuvastamatu	72,8
Tuvastamatu	Tuvastamatu	54,2
Tuvastamatu	Tuvastamatu	61,6
Tuvastamatu	Tuvastamatu	58,9

Uuritava ala suuruseks on 11 600 m², millest summaarselt 8772,77 m² katavad võraprojektsioonid (vt. joonis 6). Kogu alast protsentuaalselt 75,6% katavad võrad. Kõige suurema ala pargist võtavad enda alla pärnade (*Tilia*) võrad 2920,1m². Olulise osa pargist võtavad enda alla ka lehise (*Larix*) võrad 2062,252 m².



Joonis 6. Puude võraprojektsioonid m²/ha.

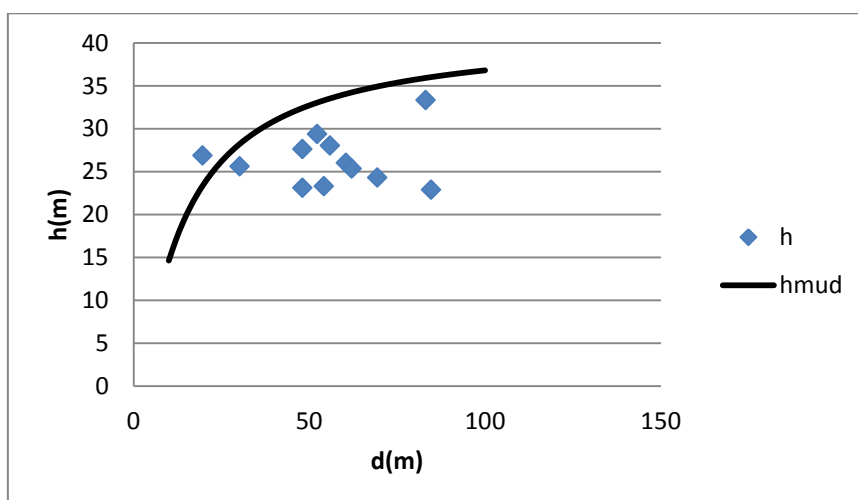
Kogu pargi puude tüvemahust 427,31m³/ha on esimese rinde tüvemaht 416,89 m³/ha. Esimeses rindes on kõige suurema tüvemahuga perekond pärnad (*Tilia*) ja kõige väiksema tüvemahuga perekond tsuugad (*Tsuga*) (vt. joonis 7).



Joonis 7. I rinde pargipuude tüvemahud m³/ha.

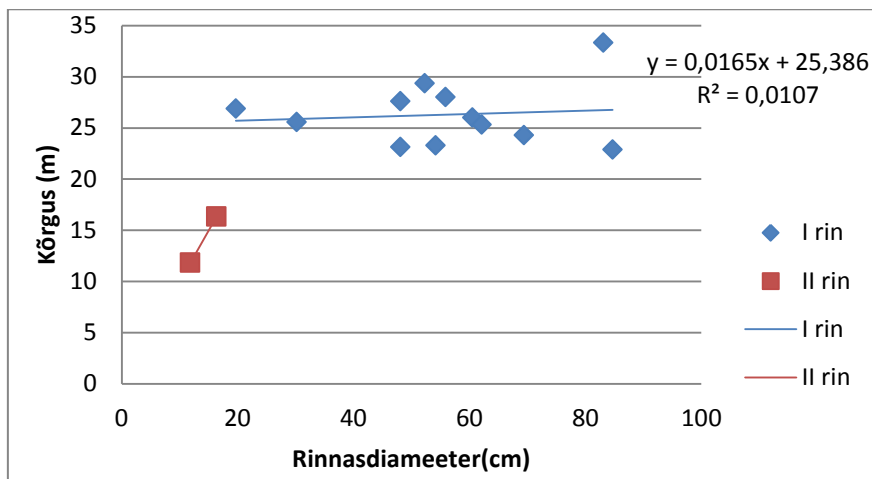
2.3. Pargi ja metsapuude kasvuvõrdlus

Esimese rinde kaskede mõõdetud kõrguste keskmine on 26,30m ja mudeliga arvatud kõrguste keskmine on 32,61m. Puude kõrguse erinevus on 4,91m ja $P=0,0005$ mis on olulisuse nivoo $P<0,05$ korral statistiliselt usaldatavalt erinev (vt. joonis 8).



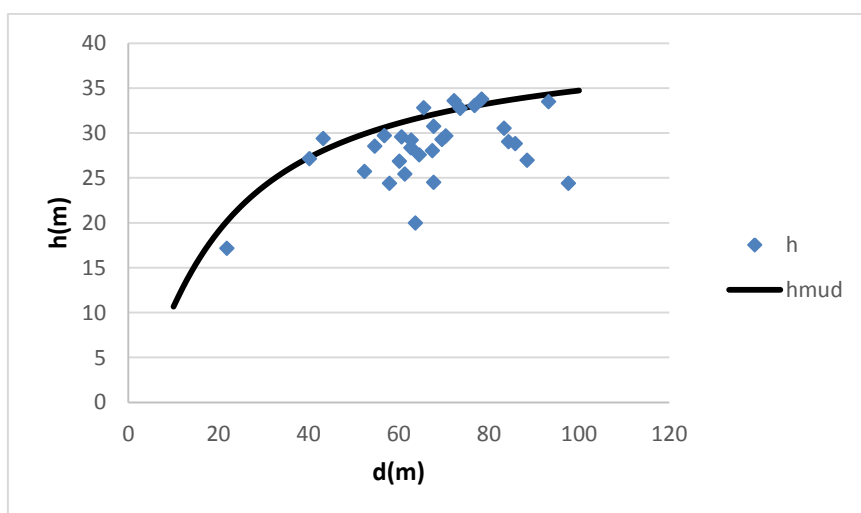
Joonis 8. I rinde kaskede (*Betula*) kõrgused võrreldes ürgmetsa kaskede kõrguskõveraga.

Esimese rinde kasepuude kõrguse ja diameetri suhe on omavahel nõrgas korrelatsioonis. Teise rinde valim on liiga väike, et teha üldistusi üldkogumis (vt. joonis 9).



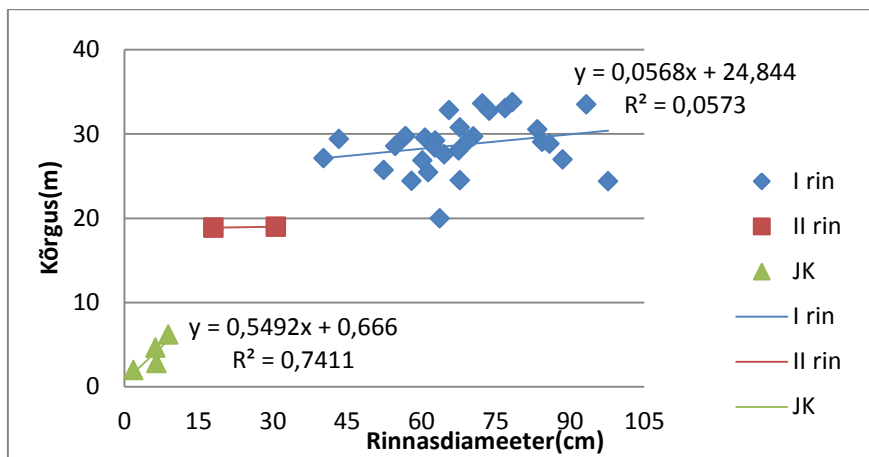
Joonis 9. I ja II rinde kase (*Betula*) diameetri ja kõrguse suhe

Esimese rinde mõõdetud pärnapuude keskmine kõrgus on 28,34 m ja mudeliga arvutatud keskmine kõrgus on 31,50 m (vt. joonis 10). Puude kõrguse erinevus on 3,15 m ja $P=8,87E-06$ mis on olulisusenivoo $P<0,05$ korral statistiliselt usaldatavalt erinev.



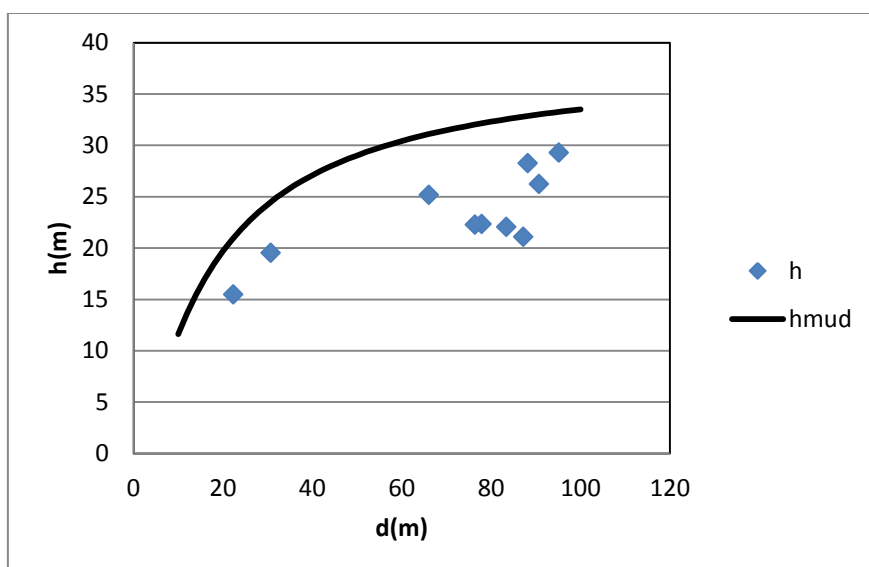
Joonis 10. I rinde pärnade (*Tilia*) kõrgused võrreldes Ürgmetsa pärnade kõrguskõveraga

Esimese rinde pärnad on nõrgas korrelatsioonis. Teise rinde valim on liiga väike, et teha üldistusi üldkogumis. Hariliku pärna järelkasv on tugevas korrelatsioonis (vt. joonis 11).



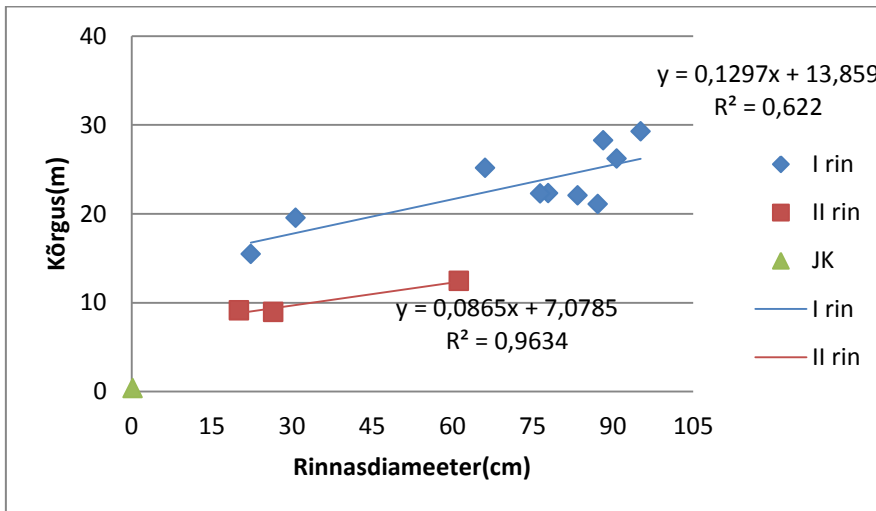
Joonis 11. Pärnade (*Tilia*) I ja II rinde ning järelkasvu diameetri ja kõrguse suhe

Esimese rinde mõõdetud tammepuude keskmine kõrgus on 23,17 m ja mudeliga arvatud puude keskmine kõrgus on 30,52 m. Kesmiste kõrguste erinevus on 7,34 m ja $P = 0,00001$, mis on olulisuse nivoo $P < 0,05$ korral statistiliselt usaldatavalt erinev (vt. joonis 12).



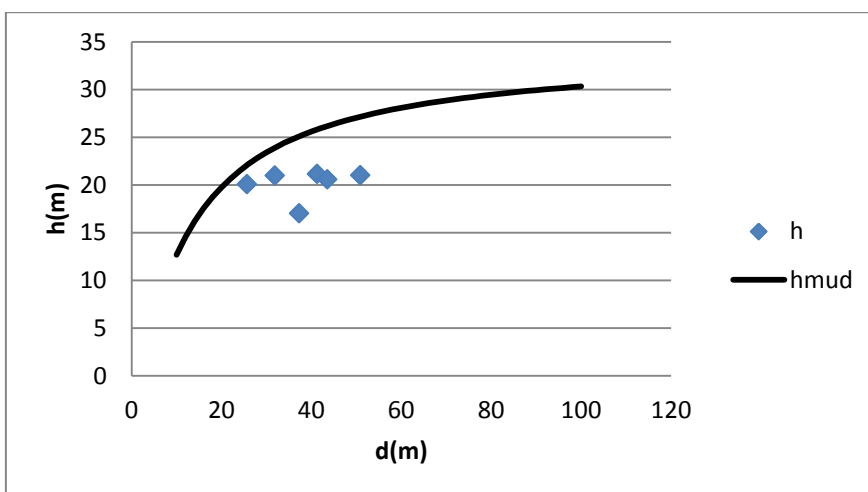
Joonis 12. I rinde tammede (*Quercus*) kõrgused võrreldes Ürgmetsa tammede kõrguskõveraga

Esimese rinde tammed on tugevas korrelatsioonis. Teise rinde valim on liiga väike, et teha üldistusi üldkogumis. Hariliku tamme järelkasvus kasvab ainult 1 tamm ja valim on liiga väike, et teha üldistusi üldkogumis (vt. joonis 13).



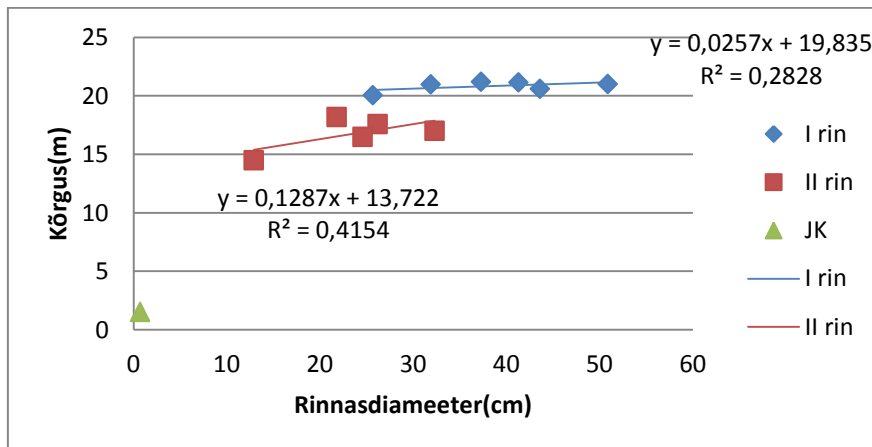
Joonis 13. Tammede (*Quercus*) I ja II rinde ning järelkasvu diameetri ja kõrguse suhe

I rinde mõõdetud vahtrate keskmine kõrgus on 20,12 m ja mudeliga mõõdetud keskmine kõrgus 25,03 m. Keskmiste kõrguste erinevus on 4,91m ja $P = 0,002$ mis on olulisuse nivoo $P < 0,05$ korral statistiliselt usaldatavalt erinev (vt. joonis 14).



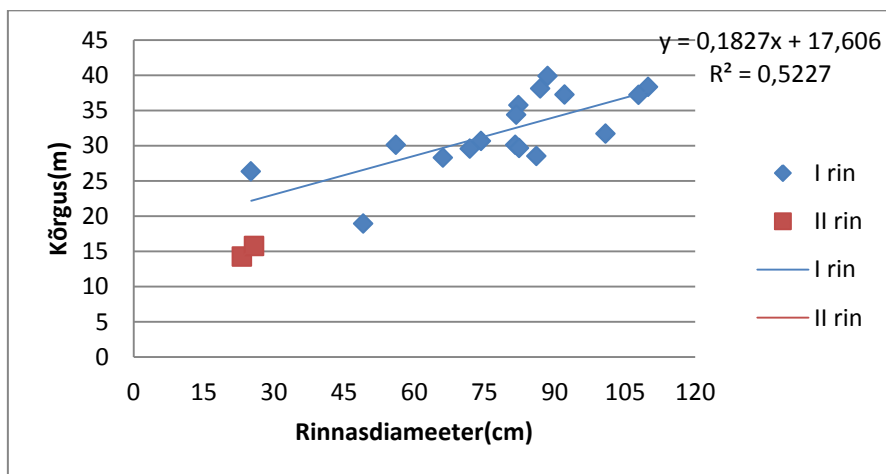
Joonis 13. I rinde vahtrate (*Acer*) kõrgused võrreldes Ürgmetsa vahtrate kõrguskõveraga

Hariliku vahtra esimene rinne on nõrgas korrelatsioonis. Teine rinne on nõrgas korrelatsioonis. Hariliku vahtra järelkasvus kasvab ainult 1 tamm ja valim on liiga väike, et teha üldistusi üldkogumis (vt. joonis 14).



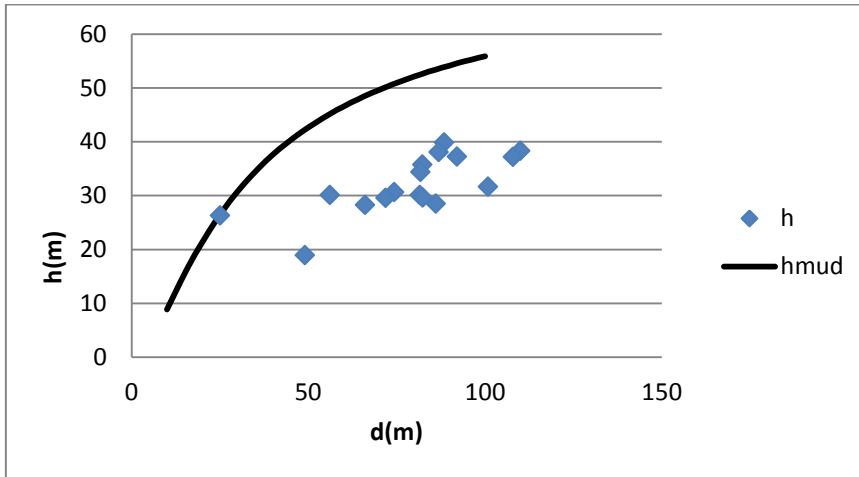
Joonis 14. Vahtrate (*Acer*) I ja II rinde ning järelkasvu diameetri ja kõrguse suhe

Esimese rinde lehised on omavahel nõrgas korrelatsioonis. Teise rinde valim on liiga väike, et teha üldistusi üldkogumis (vt. joonis 15).



Joonis 15. I ja II rinde lehiste (*Larix*) kõrguse ja diameetri suhe

I rinde lehiste keskmine kõrgus on 32,04 m ja mudeliga arvatud keskmine kõrgus 50,57m. Keskmiste kõrguste erinevus on 18,52 m ja $P= 4,26959E-10$ mis on olulisuse nivoo $P<0,05$ korral statistiliselt usaldatavalt erinev (vt.joonis 16).



Joonis 16. I rinde lehiste (*Larix*) kõrgused võrreldes Järvelja lehiste katsekultuuri kõrguskõveraga

3. ARUTELU

Käesoleva uurimustöö praktiliseks eesmärgiks oli mõõta ja kaardistada Järvelja „Metsaülema pargi puud“. Peamiseks eesmärgiks oli analüüsida kasvavate üksikpuude omadusi liigi perekonna tasemel ja kirjeldada parki läbi üksikpuude takseertunnuste. Selgus, et pargis kasvab mitmeid erinevaid puuliike. Samas, ei ole kõikide kohta võimalik arvutada arvestuslikke takseertunnuseid, sest nende kohta puuduvad sobivad mahutabelid või mudelid.

Pargis sai kaardistatud nii põõsad, puud kui ka kännud, mille lõpptulemusena valmis kaart nende paiknemisest uuritava alal (vt. joonis 5). Kogutud mõõtmisandmete analüüsi raskendas puude perekondade isendite arvukuse erinevused üldkogumis, millest oli keeruline moodustada valimit. Raskendavaks asjaoluks oli ka kirjanduse leidmine Field-map mõõtmiste kohta parkides - tegemist on uue tarkvaraga, mida ilmselt ei ole jõutud veel parkides niipalju rakendada.

Mõõtmistulemustest selgus, et pargis oli kõige sagedamini esindatud perekond pärn (*Tilia*), mis oli oodatavaks tulemuseks, kuna Eesti parkide puhul on üsna tavaline lehtpuude ülekaal (Liira, Sepp 2009). „Järvelja metsaülema pargis“ mõõdeti kokku 36 pärna. Avatud maastikus kasvavatele pärnadele on iseloomulik laiuv võra, mistõttu on võrade katvus 2920,2 m²/ha pargi kogupindalast. Pärnade esimese rinde keskmiseks kõrguseks mõõdeti 28,34 m, mis on ürgmetsa omadega võrreldes keskmiselt 3,15 m madalamad (vt. joonis 10). Samuti on pargi (23,17 m) ja ürgmetsa (30,52 m) tammede kõrguste vahe suur, erinedes 7, 34 m võrra. Vähesese konkurentsi tõttu ongi pargis ja lagedal kasvavad puud üldjuhul jässakamad ja madalamad.

Suurima ruutkeskmise diameetriga puud pargis on lehised (*Larix*) 86,16 cm ja ühtlasi ka kõige suurema keskmise kõrgusega 30,25 m, sest on sinna ilmselt esimestena istutatud. Pargi suurima tüvemahuga I rinde puud on pärnad (151,40 m³/ha) ja lehised (127,86 m³/ha), mis tuleneb nende puude suurtest diameetritest ning pärnade enamusest. Lehis kasvab 30-40(50) meetri kõrguseks ja tüve läbimõõt on kuni 1,5 m (Laas 1987: 148). I

rinde rinnaspindala oli kõige suurem jällegi pärnadel ($11,12 \text{ m}^2/\text{ha}$) ja lehistel ($8,90 \text{ m}^2/\text{ha}$), kuid I rinde suurima keskmise rinnaspindalaga puud olid lehised ($0,52 \text{ m}^2/\text{ha}$) ja neile järgnesid tammed ($0,45 \text{ m}^2/\text{ha}$). Kogu pargipuude tüvemahust $427,31 \text{ m}^3/\text{ha}$ moodustab esimese rinde tüvemaht $416,89 \text{ m}^3/\text{ha}$ (vt. joonis 7), sest esimeses rindes kasvab kõige rohkem puud.

Parkide säilimiseks on vaja teostada pidevat hooldust nii nagu ka metsas. Selleks, et seda teha mõistlikult ja loodustsäästvalt, on selleks olemas pargi hoolduskava. Hoolduskava võib koostada kõikidele parkidele, olenemata sellest, kas park on loodus- ja/või muinsuskaitse all või mitte.

Valgustus- ja harvendusraie planeerimiseks on kindlasti vajalik dendroloogiline hinnang. Üks võimalus on konsultatsioon, mille käigus märgitakse kohapeal ära mahavõetavad üksikpuud või teine võimalus on tellida dendroloogiline hinnang ning koostada raiekava üksikpuude kaupa. Uusistutusteks ja kujundusraieteks tuleb tellida eraldi projekt (Nele Nutt 2011). Parke hooldatakse metsamajanduslike võtetega, kuigi park ja mets on puude kasvutingimuste poolest erinevad. Minu hinnangul on Järveljal tegemist pargiga mitte metsapargiga, lähtudes sellest, et see on inimese poolt rajatud ja pargis ei kasva metsapargile omased kodumaised puu ja-põõsaliigid.

Kõrguse ja rinnasdiameetri omavahelisest võrdlusest selgus, et puudub seos kõrguskasvu ja diameetrite vahel (välja arvatud tammed, mille $R^2 = 0,62$). Kõigi analüüsitud perekondade puude R^2 jäi alla 0,6, mis tähendab et antud kahe tunnuse vahel oli nõrk korrelatsioon. Nägemaks, kas statistiliselt usaldatavat tulemust saab moodustuda, tuleks valimisse valida rohkem puud. Antud töö kõrguse ja diameetri suhete põhjal ei saa anda hinnangut teistele kooslustele.

Kõrguste ja diameetrite võrdlemisel Järvelja pargi ja ürgmetsa andmetega, saab statistiliselt usaldatavalt väita, et pargipuud olid kõrguse poolest madalamad kui ürgmetsa puud. Lehistel puhul sai kasutatud Järvelja lehistel katsekultuuride andmeid. Tulemuseks kõrguse erinevus 18,5 meetrit- nii suure erinevuse põhjuseks on kindlasti pargis kasvavate lehistel suur diameeter, mis mõjutavad kõrguse mudelivalemit niivõrd, et saamegi tulemuseks meie jaoks harjumatu suure numbril.

4. KOKKUVÕTE

Käesoleva töö eesmärgiks oli kaardistada Järvelja pargipuud, põõsad ja kännud ning kirjeldada parki läbi üksikpuu takseertunnuste ning analüüsida saadud tulemusi MS office exceli programmiga. Ülevaate saamiseks pargipuude paiknemisest kasutati FIELDMAP mõõtesüsteemi. Lisaks kasutati mõõdulinti ja Talmeterit.

Järvelja pargis kasvab 129 puud, millest pärnapuid on (36 tk) ja lehiseid(19 tk). Kõige suurema ruutkeskmise diameetriga olid lehised (86,16 cm) ning kõige kõrgeimaks puuks on samuti lehis (39,88) m. Järvelja ürgmetsaga võrreldes olid pargipuud madalamad, mis oli oodatud tulemus, kuna metsas esineb puude vahel tugev konkurents nii valgusele kui toitainetele, pargis seevastu on valgust rohkem ja kasvuruum suurem, mis tõttu puudel on laiem võra. Läbi statistilise kõrguskasvu arvutuste selgus, et lehiste (*Larix*) kõrguse erinevus looduses kasvavatest lehistest oli 18,5 m, mille põhjuseks oli lehiste suur diameeter. Esimese rinde kõige suurema rinnaspindalaga on lehised (*Larix*) 8,90m²/ha ja pärnad (11,12m²/ha).

Uuritava ala suuruseks on umbes 11 600 m², millest 8772,77 m² katavad võraprojektsioonid. Kõige suurema ala võtavad enda alla pärnade võrad (2920.1 m²/ha) ja lehise võrad (1545,67m²/ha). Kogu pargi puude tüvemahust 427,31 m³/ha on esimese rinde tüvemaht 416,89 m³/ha. Esimeses rindes on kõige suurema tüvemahuga perekond pärn (*Tilia*)(151,40 m³/ha).

Töö eesmärk sai täidetud, kuna park sai kaardistatud, puudele sai mõõdetud vajalikud takseerandmed, mille järgi oli võimalik koostada statistilist analüüsi. Läbi statistilise analüüsi jõutigi järeldustele, et pargipuud on metsapuudega võrreldes oluliselt madalamad. Tulemusi oleks võimalik rakendada sarnastes vanades parkides võrdlusmaterjalina. Edasisteks uuringuteks saaks kasutada tulemusi puude tüvede ja võrade paiknemise analüüsimiseks üksteise suhtes. Võimalikuks variandiks on pargipuudest ja põõsastest moodustada kolmemõõtmeline kaart, mis kirjeldaks parki kindlasti veel paremini.

VIIDATUD KIRJANDUSE LOETELU

1. Field-Map Data Collector (FMDC). [WWW] [http://field-map.com/\(2016\)](http://field-map.com/(2016)) (10. 04. 16)
2. Field-Map Project Manager (FMPM). [WWW] [http://field-map.com/\(2016\)](http://field-map.com/(2016)) (10. 04. 16)
3. **Gschwantner, T., Schadauer, K., Vidal, C., Lanz, A., Tomppo, E., di Cosmo, L., Robert, N., Duursma, D. E., Lawrence, M.** (2009). Common Tree Definitions for National Forest Inventories in Europe.- *Silva Fennica*. Nr 43(2), lk. 303-321.
4. Järvelja Metsäüema pargi inventuur. Laas 2016. Säilitatakse Eesti Maaülikoolis.
5. **Kasesalu, H.** (2012). 25. 05 toimus Järveljal üritus Metsamehe jälgedes. – *Eesti Metsateenijate Ühing*. [WWW] <http://metsateenijad.ee/25-05-toimus-jarveljal-uritus-metsamehe-jalgedes-heino-kasesalu/> (13. 03. 16)
6. **Laas, E.** (1987). Dendroloogia (2.tr.). Tallinn: Valgus. 824 lk
7. **Liira, J., Sepp, T.**(2009). Indicators of structural and habitat natural quality in boreonemoral forests along the management gradient.- *Annales Botanici Fennici*. Vol. 46, No. 4, 308-325 lk.
8. **Nurme, S., Nutt, N.** (2012). Pargiterminite seletussõnaraamat. – *Keskkonnaamet*. 98 lk.
9. **Nutt, N.** (2011). Pargi hoolduskava koostamise juhend.Tartu:OÜ Hansaprint. 110 lk.
10. **Padari, A.** (1993). Hiiumaa männikute takseertunnuste sõltuvusest mere kaugusest. 2006.
11. **Sinijärv, U.** (2001). Pargid rikastavad maastikku. - *Eesti loodusajakiri*. Nr 7/8.
12. **Sinijärv, U.** (2012). Kunst ja loodus pargis. (doktoritöö). Eesti Kunstiakadeemia. Tallinn.
13. **Tohver, M.** (2005). Eestimaa mõisapargid sügises. – *Eesti loodus*. Nr 9.
14. Tree crown measurement. (2013). - *The Magazine of the Native Tree Society*. Vol. 3, Nr 04.
15. What is Field-Map? [WWW] [http://field-map.com/\(2016\)](http://field-map.com/(2016)) (10. 04. 16)

THE SPATIAL LOCATION AND AN ANALYSIS OF THE SINGLE TREE VARIABLES IN THE „METSÄÜLEMA PARK“ IN JÄRVSELJA

SUMMARY

This work aims to provide an overview of the park trees and shrubs to describe the park through a single tree characteristics and find out how different is diameter and height of naturally growing trees. To determine trees location was used FIELDMAP measuring system. Collected data was analysed with MS Office excel and trees diameter was measured with TALMETER.

Larches standard deviation were (86,16 cm) and larch was also the highest tree (39,88) m. The size of the study area is approximately 11 600 m² of which 8772.77 m² is covered with crown projections. The largest area is taken up by linden trees crowns (2920.1 m²/ha) and larch crowns (1545,67 m²/ha). Trees stem volume was 427,31 m³/ha and first layer stem volume was 416,89 m³/ha. Largest stem volume in first layer were linden trees (151,40 m³/ha). Differences between park and forest trees showed that forest trees are higher than open-landscape trees. Compared to the model the larches trees height mean was 18.5 m higher in forest. Other tree height means stayed between 3,15 m and 7,34m.

The purpose of the study was completed because park trees were measured and every single trees got his inventory data which made it possible for further statistical analys. Through the statistical analysis concluded that forest trees are higher than park trees and park trees were a larger diameter.

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

Mina,
Jaan Puust,
(sünnipäev pp/kuu/aa 38809224232)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö Järvselja „Metsaülema pargi“ puude paiknemine ja takseertunnuste analüüs, mille juhendaja on dotsent Ahto Kangur,

- 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, 19.05.2016

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

_____ (juhendaja nimi ja allkiri)

_____ (kuupäev)

_____ (juhendaja nimi ja allkiri)

_____ (kuupäev)