



LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE
MEŽA FAKULTĀTE
LATVIA UNIVERSITY OF AGRICULTURE
FOREST FACULTY

Mg.arch. ILZE JANKOVSKA

**RĪGAS PILSĒTAS MEŽU APSAIMNIEKOŠANAS PROBLEMĀTIKA
UN RISINĀJUMI**

**PROBLEMS AND SOLUTIONS IN MANAGEMENT OF RIGA URBAN
FORESTS**

PROMOCIJAS DARBA KOPSAVILKUMS

Dr. silv. zinātniskā grāda iegūšanai

RESUME OF THE DISSERTATION

For obtaining the doctoral degree of Dr.silv.

(paraksts)

Jelgava, 2013

Promocijas darba zinātniskā vadītāja/ *Academical supervisor*
prof., Dr. silv. **Inga Straupe**, LLU/ LUA

Promocijas darbs izstrādāts Latvijas Lauksaimniecības universitātes Meža fakultātē.
Pētījumi veikti laika posmā no 2009. līdz 2012. gadam.

The study is made at the department of Forest ecology of the Latvia University of Agriculture, Forest Faculty. The research period from 2009 to 2012.

Oficiālie recenzenti/ *Official reviewers:*

- Dr. silv. **Tālis Gaitnieks**, LVMI "Silava" vadošais pētnieks, Latvijas Zinātnes padomes eksperts/ *Senior researcher at Latvian State Forest Research Institute "Silava", expert of Latvian Council of Science;*
- prof., Dr. arch. **Aija Ziemeļniece**, Latvijas Lauksaimniecības universitātes profesore un Latvijas Zinātnes padomes eksperte / *Professor of the LUA, expert of Latvian Council of Science;*
- prof., Dr. **Vitas Marozas**, Aleksandra Stulģinska Universitātes profesors / *Professor of the Aleksandras Stulginskis University.*

Promocijas darbs izstrādāts ESF projekta „Atbalsts LLU doktora studiju īstenošanai” ietvaros.

The research is worked out by support of ESF Project „The support for implementation of LUA doctoral studies”.

Vienošanās Nr. / *Contract No.* 2009/0180/1DP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/017.



Promocijas darba aizstāvēšana notiks Mežzinātņu nozares un Materiālzinātņu nozares promocijas padomes atklātajā sēdē 2013. gada 21. augustā plkst. 10:00 LLU Kokapstrādes katedrā, Jelgavā, Dobeles ielā 41.

The Doctoral thesis will be presented for public criticism in an open session of the Promotion Council of Forest Sciences and Material Sciences of LUA held on August 21, 2013 at 10:00 in Jelgava, Dobeles street 41.

Ar promocijas darbu un kopsavilkumu var iepazīties LLU Fundamentālajā bibliotēkā / *The thesis are available at the Fundamental Library of LUA: Lielā iela 2, Jelgava, vai/ or: http://llufb.llu.lv/promoc_darbi.html*

Atsauksmes sūtīt promocijas padomes sekretāram Dr.sc.ing. A. Drēskam / *References are welcome to be sent to Dr.sc.ing. A. Dreska, the Secretary of the Promotion Council: Akadēmijas iela 11, Jelgava, LV-3001, Latvija, vai/ or: andris.dreska@llu.lv*

ISBN 978-9984-861-52-4 (online)

SATURS / TABLE OF CONTENT

| | |
|--|----|
| 1. DARBA VISPĀRĪGS RAKSTUROJUMS..... | 4 |
| Tēmas aktualitāte..... | 4 |
| Pētījuma mērķis..... | 4 |
| Pētnieciskie uzdevumi..... | 5 |
| Promocijas darbā izvirzītās hipotēzes..... | 5 |
| Novitāte, zinātniskā un praktiskā nozīmība..... | 5 |
| Promocijas darba struktūra un apjoms..... | 5 |
| Zinātniskā darba aprobācija..... | 6 |
| 2. PĒTĪJUMA MATERIĀLS un METODIKA..... | 8 |
| 3. REZULTĀTI..... | 12 |
| 3.1. Pilsētplānotāju un vides apsaimniekotāju viedoklis par dabiskajām ainavām Rīgā..... | 12 |
| 3.2. Rekreācija Latvijas reģionu un Rīgas pilsētas mežos..... | 12 |
| 3.3. Rekreācijas slodzes ietekme uz Rīgas pilsētas mežu veģētāciju..... | 15 |
| 3.4. Izvēles eksperimenta rezultāti..... | 21 |
| 3.5. Rīgas pilsētas mežu apsaimniekošana un plānošana..... | 25 |
| SECINĀJUMI UN PRIEKŠLIKUMI..... | 29 |
| 1. GENERAL DESCRIPTION..... | 32 |
| Topicality of the theme..... | 32 |
| Aim of the thesis..... | 32 |
| Research objectives..... | 32 |
| Hypothesis..... | 33 |
| Scientific novelty and practical significance..... | 33 |
| Structure and coverage of thesis..... | 33 |
| Approbation of research results..... | 34 |
| 2. MATERIAL AND METHODS..... | 34 |
| 3. RESULTS..... | 37 |
| 3.1. City planner and environmental manager views on naturalistic landscapes in Riga..... | 37 |
| 3.2. The recreational services of Latvia and Riga city forests..... | 38 |
| 3.3. Influence of recreation load on Riga city forest vegetation..... | 39 |
| 3.4. The results of Choice Experiment..... | 42 |
| 3.5. Riga urban forests management and planning..... | 44 |
| CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS..... | 47 |

1. DARBA VISPĀRĪGS RAKSTUROJUMS

Tēmas aktualitāte

Globalizācijas procesa rezultātā aizvien vairāk cilvēku dzīvo pilsētās. Pilsētu teritorijās esošie meži nodrošina kontaktu ar dabu apmēram 70% no Eiropas iedzīvotājiem. Pilsētas meži, to funkciju un specifiskās apsaimniekošanas dēļ ir kļuvuši par dabas vides teritorijām, kurās dabiskās sukcesijas procesus ir aizstājuši antropogēnie traucējumi.

Šobrīd pasaulē pilsētu mežu apsaimniekošanas jomā akcentē nepieciešamību pēc vienlaicīga to sociālo un ekoloģisko funkciju nodrošinājuma. No vienas puses, pilsētas mežu apsaimniekotāju uzdevums ir apmierināt cilvēku pamatvajadzības pēc saskarsmes ar dabas vidi: jāspēj uzturēt zaļās teritorijas tādā līmenī, lai tās uzlabotu pilsētas ainavu, veicinātu cilvēku vēlmi regulāri apmeklēt mežus, nodarboties ar fiziskajām un cita veida aktivitātēm, kā arī kopumā uzlabotu pilsētas iedzīvotāju labklājību. Tomēr pilsētas mežu ekosistēmas pakalpojumi ir nemateriāli, un nereti sabiedrības attieksme pret mežu apsaimniekošanu ir vienaldzīga, kā arī tieši vai netieši notiek pilsētas mežu degradācija, to pakalpojumu un vērtību samazināšanās.

No otras puses, pilsētu mežu apsaimniekotājiem jāveicina arī meža ekoloģisko funkciju ilgtspējība, kuras vadība ir pretrunā ar sociālo funkciju nodrošināšanu. Ekstensīva meža apsaimniekošana ir ekonomiski izdevīgs paņēmieni, kas aizkavē ekosistēmas līdzsvara stāvokļa sasniegšanu, rada heterogēnu ainavu un nodrošina labvēlīgus apstākļus bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai. Kā pierāda esošie pētījumi, vertikāli un temporāli heterogēna meža ainava veicina meža ainavas vizuālo estētiku un veicina mežu sociālo (rekreācijas) funkcijas palielināšanos.

Rekreācija ir mežu ekosistēmas traucējums, kura vadībai nepieciešami starpdisciplināri pētījumi. Lai nodrošinātu mūsdienīgas pilsētas ilgtspējību, praktiskajā pilsētas mežu apsaimniekošanā ir jāpielieto ainavekoloģiskā pieeja, apvienojot ekoloģijas, socioloģijas un ekonomikas zinātnes.

Pētījuma mērķis

Darba mērķis: sniegt ieteikumus ilgtspējīgai pilsētu mežu apsaimniekošanai Rīgā, nodrošinot mežu funkciju un pakalpojumu daudzveidību.

Pētnieciskie uzdevumi

- 1) analizēt pilsētas mežu lomu un devumu ilgtspējīgas pilsētvides kontekstā;
- 2) veikt meža ainavas un rekreācijas pakalpojumu novērtējumu Latvijā un Rīgā;
- 3) analizēt rekreācijas slodzes ietekmi uz Rīgas pilsētas mežu veģetāciju;

- 4) noskaidrot meža apsaimniekošanas paņēmieni ietekmi uz respondentu meža ainavas izvēli, „ainavas derīgumu” un būtiskumu dažādām respondentu grupām;
- 5) veikt Rīgas pilsētas mežu sadalījumu.

Promocijas darbā izvirzītās hipotēzes

- 1) iedzīvotāji rekreācijai izvēlas intensīvi apsaimniekotas meža - parka ainavas;
- 2) pilsētas mežos pastiprinātas rekreācijas slodzes ietekmē notiek boreālajiem mežiem tipisko augu sugu izmaiņas visos veģetācijas stāvos;
- 3) pilsētas mežos notiek jaunu veģetācijas sabiedrību veidošanās, kuru apsaimniekošanā nepieciešams pielietot atšķirīgas metodes.

Novitāte, zinātniskā un praktiskā nozīmība

Promocijas darbs ir starpdisciplinārs pētījums, kurā integrētas ainavas ekoloģijas, urbānās ekoloģijas, teritorijas plānošanas, pilsētas mežu apsaimniekošanas, ainavas estētikas, kā arī socioloģijas jomas. Promocijas darba zinātniskais devums ir dažādu faktoru mijiedarbību un sakarību analīze, kas rada priekšlāna veģetācijas sastāva izmaiņas Rīgas pilsētā, ko var interpolēt arī uz citiem meža augšanas apstākļu tipiem. Pirmo reizi Latvijā meža rekreācijas monetārās vērtības noteikšanā izmantota izvēles eksperimenta metode (*Choice Experiment*). Analizēta meža apsaimniekošanas paņēmieni ietekme uz respondentu meža ainavas izvēli rekreācijai, noteikts „ainavas derīgums” un hipotētiskās ainavas izvēles būtiskums dažādām respondentu grupām, kas atspoguļo pretrunas, saskarsmes punktus un kompromisus starp meža ekoloģisko, sociālo funkciju nodrošinājumu, kā arī tā ainaviskajām kvalitātēm. Promocijas darba praktiskais devums ir izvēles eksperimenta metodikas izstrāde rekreācijas monetārās vērtības noteikšanā; hipotētisku ainavu alternatīvu modeļu izstrāde, kas izmantojama iedzīvotāju rekreācijas ainavas uzveres pētījumos; potenciālo apmeklējumu skaita noteikšana Rīgas pilsētas mežu teritorijā; kā arī sniegti ieteikumi Rīgas pilsētas mežu apsaimniekošanā.

Promocijas darba struktūra un apjoms

Promocijas darba **pirmā nodaļa** ir literatūras apskats, kurā pilsētas meži analizēti no pilsētplānošanas, mežu apsaimniekošanas, bioloģiskās daudzveidības, rekreācijas, kā arī ainavas vizuālās un ekoloģiskās estētikas skatu punkta.

Otrajā nodaļā aprakstīts pētījumu objekts un datu statistiskās apstrādes, veģetācijas analīžu, kā arī izvēles eksperimentā izmantoto metožu aprakstu.

Trešajā nodaļā analizēti dati un izklāstīti iegūtie rezultāti: veikts ieskats Rīgas pilsētas mežus ietekmējošajos ģeogrāfiskajos un sociāli- ekonomiskajos faktoros; analizēta sabiedrības meža ainavas uztvere, mežu rekreācijas pakalpojumu nodrošinājums, kā arī iedzīvotāju vēlmes un paradumi Rīgas un Latvijas mežos;

izklāstīti empīrisko datu analīžu rezultāti par rekreācijas slodzes ietekmi uz Rīgas mežu masīvu veģetāciju; aprakstīti izvēles eksperimenta rezultāti; veikta mežu masīvu grupēšana pēc apsaimniekošanas principiem.

Darbā ietverti 10 secinājumi un 7 priekšlikumi. Promocijas daba apjoms – 111 lapaspuses; informācija apkopota 25 attēlos, 19 tabulās un 9 pielikumos; izmantoti 225 literatūras avoti.

I. Jankovska promocijas darbs „Rīgas pilsētas mežu apsaimniekošanas problemātika un risinājumi” izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda projekta „Atbalsts LLU doktora studiju īstenošanai” (vienošanās Nr. 2009/0180/1DP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/017) atbalstu.

Zinātniskā darba aprobācija

Zinātniskās publikācijas par darba tēmu:

- 1) **Jankovska, I.**, Straupe, I., Panagopoulos, T. (2010) Naturalistic forest landscape in urban areas: challenges and solutions. **In:** *Latest Trends on Urban Planning and Transportation*. Proceedings of The 3rd WSEAS International Conference on Urban Planning and Transportation. Jha M. (ed.), p. 21 - 26.
- 2) **Jankovska, I.**, Straupe, I., Panagopoulos, T. (2010) Professionals awareness in promotion of conservation and management of urban forests as green infrastructure of Riga, Latvia. *WSEAS Transactions on Environment and Development*, Volume 6, Issue 8, p. 614-623.
- 3) **Jankovska, I.**, Panagopoulos, T. (2010) Challenges and prospect of urban allotments in Latvia and Portugal. **In:** *Advances in Urban Rehabilitation and Sustainability*. Proceedings of 3rd WSEAS International Conference on Urban Rehabilitation and Sustainability (URES'10). Panagopoulos T., Noronha T., Beltrao J. (eds.), p. 113 - 119.
- 4) **Jankovska, I.**, Donis, J., Straupe, I. (2011b) The assesment of forest recreational potential in Latvia. **In:** *Research for Rural Development 2010*. Annual 16th International Scientific Conference Proceedings. Z.Gaile, A.Zvirbule-Bērziņa, T.Juhna, I.Arhipova, G.Assouline, I.Ciproviča, A.Kaķītis, A.Dumbrasckas, ĀJansons (eds.). Volume No. 2, p. 65-71.
- 5) **Jankovska, I.** (2011) Urban green infrastructure: the role of allotments in city resilience. **In:** *Land Management for Urban Dynamics. Innovative Methods and Practices in a Changing Europe*. M.Tira, van der E.Krabben, B.Zanon (eds.). COST TU 0602 Action „Land Management for Urban Dynamics”, Final Report, p. 343-358.
- 6) Panagopoulos, T., **Jankovska, I.**, Straupe, I. (2012) Second life 3D city virtual environment as an urban planning tool for community engagement. **In:** *Recent researches in Environmental Science and Landscaping*. Proceedings of the 5th WSEAS International conference on landscape architecture. Burley J., Loures L., Panagopoulos T. (eds.), p. 13 - 19.

- 7) Straupe, I., **Jankovska, I.**, Ozoliņa, I., Donis, J. (2012) The evaluation of pine forest vegetation in Riga city, Latvia. **In: *Recent researches in Environmental Science and Landscaping***. Proceedings of the 5th WSEAS International Conference on Landscape Architecture. Burley J., Loures L., Panagopoulos T. (eds.), p. 20 -25.
- 8) Straupe, I., **Jankovska, I.**, Rusina, I., Donis, J. (2012) The impact of recreational pressure on urban pine forest vegetation in Riga city, Latvia. **In: *International Journal of Energy and Environment***. Baghdadi M.A.R.S., Hamid H.R.A. (eds.), Volume No. 6, p. 406 -414.
- 9) Pavlyuk, D., **Jankovska, I.** (2012) Using of stated preference models for forest management: a case of Riga. **In: *Reliability and Statistics in Transportation and Communication***. Proceedings of the 12th International Conference RelStat'12. I.V.Kabashkin, I.V.Yatskiv (eds.), p. 45-54.
- 10) **Jankovska, I.**, Donis, J., Straupe, I., Panagopoulos, T., Kupfere, L. (2013) Assesment of the forest recreational accessibility in Latvia. **In: *Fresenius Environmental Bulletin*** Volume No. 22, No. 7b, p.1-7.

Promocijas darba rezultātu prezentācija zinātniskajās konferencēs:

- 1) The 3rd WSEAS (The World Scientific and Engineering Academy and Society) International Conference on Urban Planning and Transportation. 2010. gada 22.-24. jūlijs, Corfu Island, Greece. Referāts: Jankovska, I., Straupe, I., Panagopoulos, T. Naturalistic forest landscape in urban areas: challenges and solutions.
- 2) The 3rd WSEAS International Conference on Urban Rehabilitation and Sustainability (URES'10). 2010. gada 3.-5. novembris, Algarves universitāte, Faro, Portugāle. Referāts: Jankovska, I., Panagopoulos, T. Challenges and prospect of urban allotments in Latvia and Portugal.
- 3) 17th Annual International Scientific Conference „Research for Rural Development 2011”. 2011. gada 18.-20. maijs, LLU, Jelgava. Referāts: Jankovska, I., Donis, J., Straupe, I. The assesment of forest recreational potential in Latvia.
- 4) The 5th WSEAS International Conference on Landscape Architecture (LA'12). 2012. gada 4.-5. maijs, Algarves universitāte, Faro, Portugāle. Referāts: Straupe, I., Jankovska, I., Ozoliņa, I., Donis, J. The Evaluation of Pine Forest Vegetation in Riga City, Latvia.
- 5) The 5th WSEAS International Conference on Landscape Architecture (LA'12). 2012. gada 4.-5. maijs, Algarves universitāte, Faro, Portugāle. Referāts: Panagopoulos, T., Jankovska, I., Straupe, I. Second Life 3D City Virtual Environment as an Urban Planning Tool for Community Engagement.
- 6) The 12th Intrnational Conference RelStat'12 „Reliability and Statistics in Transportation and Communication”. 2012. gada 17.-20. oktobris, Transporta un sakaru institūts, Rīga. Referāts: Pavlyuk, D., Jankovska, I. Using of stated preference models for forest management: a case of Riga.
- 7) International Conference UFPE „Urban Forests and Political Ecologies. Celebrating Transdisciplinarity”, 2013. gada 18.-20. aprīlis, Toronto Universitāte, Kanāda. Jankovska, I., Straupe, I., Brumelis, G. 2013. Urban forests of Riga, Latvia – pressures, naturalness, attitudes and management.

2. PĒTĪJUMA MATERIĀLS UN METODIKA

Rīgas pilsētas administratīvās teritorijas robežās esošo zaļo struktūru veido 15 mežu masīvi, kas savienoti ar ārpuspilsētā esošajiem mežiem, vai nelieli, izolēti mežu masīviem, kas saglabājušies no senajām dabas teritorijām vai stādītajiem mežiem. Galvenā koku suga Rīgas pilsētas mežos ir parastā priele *Pinus sylvestris* L. (88% no kopējās mežu platības), kas aug nabadzīgās smilšainās augsnēs. Pētījums veikts priežu lāna mežos, kas veido 33% no visiem Rīgas pilsētas mežiem. Mežaudzes veido viendabīgas, apmēram 80-100 gadus vecas priedes.

Rīgas pilsētas meža ainavu pakalpojumu novērtējums. Pētījumā veikta socioloģiskā aptauja ar mērķi - noskaidrot profesionāļu (pilsētas plānotāju un dabas teritoriju apsaimniekotāju) attieksmi pret dabiskajām meža ainavām Rīgas pilsētā, kā arī iespējamās viedokļu atšķirības starp respondentu grupām „plānotāji” un „apsaimniekotāji”. Datu apstrādē izmantota kvantitatīvā pētījumu metode - stratificētā nejaušā izlase. Aptaujā sagatavoti 20 apgalvojumi par dabisko mežu ainavu pakalpojumiem un to devumu pilsētvidē. Iegūtie rezultāti analizēti, izmantojot *SPSS V.10* un *Microsoft Excel 2007*. Pielietoti Hī – kvadrāta (χ^2) testi, nosakot atšķirību būtiskuma $p < 0,1 - 0,01$ līmeni starp abu respondentu grupu atbilžu frekvenču sadalījumiem.

Latvijas un Rīgas pilsētas mežu rekreācijas pakalpojuma novērtējums. Projekta „Papildus pētījumi integrēto vides un meža ekonomisko kontu izstrādē Latvijā” (līgums Nr. 51110/C-116, Latvijas Republikas Zemkopības ministrija) ietvaros 2010. – 2011. gadā (promocijas darba autore piedalījās kā nekoksnes pakalpojumu eksperte) veikts pētījums par nekoksnes pakalpojumu devumu valsts ekonomikā 2009. gadā. Datu apstrādē izmantota *SPSS V.19* programmatūra. Veikti Hī – kvadrāta (χ^2) testi, lai noteiktu atšķirību būtiskumu ($p < 0,01$) starp dažādu respondentu sociāli-ekonomisko grupu atbilžu frekvenču sadalījumiem. Dati, kas iegūti šajā aptaujā, izmantoti, lai noteiktu Latvijas reģionu nodrošinājumu ar mežu rekreācijas resursiem, kā arī, lai noteiktu iedzīvotāju rekreācijas paradumus, atkarībā no reģiona mežainuma. Izmantojot *SPSS V.14*, veikta daudzvariāciju dispersijas analīze (divu faktoru ANOVA). Pielietots Geimsa - Hovela tests, nosakot iespējamo būtiskuma līmeni ($p < 0,01$) starp Latvijas statistiskajiem reģioniem sekojošiem rekreācijas mainīgajiem lielumiem: 1) starp reģiona mežainumu un attālumu, kādu cilvēki veic ar mērķi atpūsties mežā, 2) starp populārākajiem rekreācijas mērķiem un reģionu. Izmantojot *Microsoft Excel 2007*, Rīgas pilsētā noteikts vidējais attālums, ko cilvēki veic līdz mežam, kā arī transporta veids atkarībā no apmeklējumu biežuma (darbdienās, nedēļas nogalēs, brīvdienās/ atvaļinājumā).

Aptaujā iegūtie rezultāti izmantoti trešajā pētījumā, nosakot potenciālo rekreācijas slodzi Rīgas pilsētas mežu nogabalos. Pētījuma modelī izmantoti dati par

iedzīvotāju skaitu 1,5 km rādiusā ap katru meža masīvu, lai prognozētu potenciālo apmeklējumu skaitu katrā meža masīva nogabalā, kas veikts darbdienās 1,5 km attālumā no savas dzīvesvietas viena gada laikā (Jankovska *et al.*, 2013). Datu apstrādē izmantots *ESRI ArcMap 9.3*.

Mežu veģetācijas novērtējums. Pētījuma rezultāti veikti ERAF projekta „Meža resursu ilgtspējīgas apsaimniekošanas plānošanas lēmumu pieņemšanas atbalsta sistēma” (vienošanās Nr. 2010/0208/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/146) ietvaros.

Kopumā 2010. gada veģetācijas sezonā ierīkoti un apsekoti 45 veģetācijas uzskaites parauglaukumi (trīs parauglaukumi katrā no 15 Rīgas mežu masīviem). Veģetācijas uzskaites parauglaukumu lielums - 400 m² (20x20m). Veģetācijas analīze veikta, izmantojot Brauna – Blankē metodi (Diekmann, 1999). Veģetācijas dati apkopoti ar TURBOVEG. Izmantojot *Sørenson* atšķirīguma indeksu, veikta klāsteru analīze. Atšķirības augu sabiedrību sugu sastāvā testētas ar *Indicator Species Analysis*, nosakot sugu indikatora vērtības katrā grupā. Indikatora vērtību būtiskums noteikts, veicot aprēķinus ar Montekarlo testu (*MonteCarlo test*). Veģetācijas ekoloģiskie gradienti noskaidroti, izmantojot netiešo ordinācijas metodi - *Non Metric Multidimensional Scaling* (NMS), izmantojot PC-ORD 5.

Lai izskaidrotu ordinācijas rezultātus, izmantotas Ellenberga standartskalu vērtības un veģetācijas stāvu projektīvo segumu rezultāti. Ellenberga indikatoru vērtības aprēķinātas, apstrādājot lakstaugu stāva datus ar JUICE programmatūru (Tichý, 2002), ņemot vērā tikai sugu sastopamību. Vidējā indikatora vērtība aprēķināta visām vaskulāro augu sugām katrā parauglaukumā (Ellenberg *et al.*, 1992).

Katrai sugai noteikta augu stratēģija, piederība pie noteiktas funkcionālās grupas un dzīvības forma. Katram parauglaukumam noteikts procentuālais sugas daudzums katrā no iepriekšminētajām pazīmēm, un izveidota veģetācijas datu matrica, atspoguļojot veģetācijas veidošanās procesus. Veikta RDA analīze (*Redundancy Analysis*), lai noskaidrotu veģetācijas veidošanās procesus, kas saistīti ar meža masīvu lielumu un rekreācijas slodzi.

Izvēles eksperiments. Pētījumā veiktā izvēles eksperimenta (IE) metode realizēta vairākos etapos:

1) Izveidots IE instruments - aptauja, kas ietver pētāmo kvalitatīvās un kvantitatīvās pazīmes. Kā meža rekreācijas pakalpojumus ietekmējošie faktori izvēlētas sekojošas pazīmes ar dažādiem līmeņiem: apsaimniekošana; labiekārtojums; bioloģiskā daudzveidība; viena hektāra apsaimniekošanas izmaksas (LVL ha⁻¹); ainavas vizuālā estētika. Apstrādājot esošās ainavas fotofiksāciju (*Status Quo*) četrās atšķirīgās priekšu lāna mežu ainavās („Buļļi”, „Anniņmuiža”, „Mangaļsala” un „Mežaparks”) ar *Adobe Photoshop 4.0.1*, katrai ainavai iegūtas vēl septiņas hipotētiskas meža ainavas alternatīvas;

2) Veikta socioloģiskā aptauja 2011. gada jūlijā - augustā „*face - to - face*” latviešu vai krievu valodā pēc respondentu izvēles;

3) Izveidots stohastisks modelis, kurā katrai alternatīvai j no kopas J piemīt kopējā patēriņa vērtība U_j , kas satur determinantu (V_j) un stohastisko vērtību (ϵ_j).

Determinants (V_j) modelēts kā alternatīvi-specifiskas vai individuāli-specifiskās pazīmes (X_j) funkcija. Līdz ar to patēriņa vienkāršākā lineārā forma:

$$U_j = X_j \beta + \varepsilon_j, \quad (1)$$

kur

- U_j - kopējā patēriņa vērtība/ *latent utility of the alternative j*;
- X_j - alternatīvi-specifiskās vai individuāli - specifiskās pazīmes/ *alternative- or individual-specific attributes*;
- β - nezināmais koeficients / *vector of unknown coefficients*;
- ε_j - stohastiskā vērtība/ *random component*.

Individuāli specifiskās pazīmes X_j ietvēra tikai IE definētos meža apsaimniekošanas paņēmienus: pameža izciršanu; sauso zaru nozāģēšanu; atmirušās koksnes (kritalu un sausokņu) izvākšanu; rekreācijas labiekārtojumu (takas, soliņi).

Viens no mērķiem, ko sasniedz ar IE, ir respondentu vēlmes maksāt par dažādiem apsaimniekošanas paņēmieniem (*willingness-to-pay*) noskaidrošana (Garrod, 2004). Vēlme maksāt atspoguļo katras pazīmes, jeb apsaimniekošanas paņēmiena monetāro vērtību. Dotajā modelī tā izteikta kā eksponentfunkcija, kas ietver katras alternatīvas apsaimniekošanas cenas logaritmu un citus parametrus (Pavlyuk, Jankovska, 2012). Galīgais vēlmes maksāt modelis izveidots sekojoši:

$$U_j = \gamma \ln(Cena_j) + \beta_1(zaru\ nozāģēšana)_j + \beta_2(pameža\ izciršana)_j + \beta_3(kritalu\ novākšana)_j + \beta_4(labiekārtojums)_j + \beta_5(Status\ Quo)_j + \varepsilon_j \quad (2)$$

Ar doto modeli novērtēja katru no dotajām izvēļu kopām.

Izmantojot izvēles eksperimentu, ir iespējams novērtēt respondentu labklājības (*welfare*) ietekmi uz katru hipotētisko ainavas modeli. Kompensācijas dispersiju (CV) (*compensating variation*) jeb labklājības mainīgo lielumu var definēt kā „naudas apjomu, ko persona izmanto kāda jauna stāvokļa iegūšanai, tajā pašā laikā saglabājot sākuma stāvokļa patēriņa līmeni” (Kjaer, 2005). Pamatojoties uz šo definīciju un pielietojot patēriņa funkcionālo formu, noteica kompensācijas dispersiju starp SQ situāciju un katru alternatīvu (Pavlyuk, Jankovska, 2012). Kompensācijas dispersijas galīgā izteiksme:

$$\Delta CV_j = cena_{SQ} \exp\left(-\frac{(X_j - X_{SQ})\beta}{\gamma}\right) - cenaj \quad (3)$$

kur

- CV_j - alternatīvas kompensācijas dispersija/ *compensating variation*
- X_{SQ} - *Status Quo* konstante/ *SQ constant*

4) Noteikts respondentu grupu izvēļu būtiskums, veicot salīdzināšanu starp *Status Quo* situāciju un hipotētiskajām ainavas alternatīvām. Respondenti sadalīti sekojošās grupās: „sievietes”, „vīrieši”, „respondenti, kas apmeklē mežu darbdienās/nedēļas nogalēs”, „respondenti, kas apmeklē mežu nedēļas nogalēs”, „respondenti ar augstāko un vidējo izglītību, kas apmeklē mežu darbdienās/ nedēļas nogalēs” un „respondenti ar augstāko un vidējo izglītību, kas apmeklē mežu nedēļas nogalēs”. Ar būtiskuma līmeni nosaka, kāda ir tā meža ainavas alternatīva, kuras pazīmju un to līmeņu savienojums respondentiem ir būtisks, attālinoties no SQ situācijas. Būtiskuma līmenis starp alternatīvu pazīmēm noteikts, aprēķinot vidējo aritmētisko reprezentācijas intervālu. Pieņemot, ka liela apjoma paraugkopās Stjudenta kritērija teorētiskā vērtība $t_{av} = 1,96$, tad, ja $t_{0,05} < 1,96$ - sakarība nav būtiska, turpretī, ja $t_{0,05} > 1,96$ - sakarība ir būtiska (Liepa, 1974).

3. REZULTĀTI

3.1. Pilsētplānotāju un vides apsaimniekotāju viedoklis par dabiskajām ainavām Rīgā

Aptaujas datu empīriskā sadalījuma rezultāti un statistiskā analīze par dabiskās ainavas uztveri un novērtējumu to profesionāļu grupā, kas plāno un apsaimnieko pilsētas zaļo infrastruktūru (pilsētas plānotāji un dabas resursu apsaimniekotāji) parāda, ka kopumā respondenti piekrīt definētajiem apgalvojumiem un augstu novērtē dabiskās ainavas, salīdzinājumā ar formālajām ainavām (Jankovska *et al.*, 2010). Pētījums apstiprināja iepriekš zināmos rezultātus, ka cilvēki ar labākām ekoloģiskām zināšanām, jeb respondenti no grupas „Apsaimniekotāji” augstāk novērtēja dabisko ainavu lomu un nozīmi pilsētas ainavā (Gobster, 1999).

Statistikajā analīzē būtiskāko atšķirību abu respondentu grupu atbilžu frekvenču sadalījumā uzrādīja atbilde uz apgalvojumu, ka dabiskajās ainavās dabiskais atjaunošanās process norisinās uzskatāmāk kā formālajā ainavās ($p < 0,01$). Būtiskumu $p < 0,05$ parādīja atbildes, ka: 1) dabiskās ainavas lielākā mērā rosina uz domas brīvību kā formālās ainavas; 2) dabiskās ainavas lielākā mērā nodrošina cilvēkiem kontaktu ar dabu nekā formālās ainavas. Bez tam pētījums apstiprināja, ka ainavas novērtējumam un izvēlei ir cieša saikne ar cilvēka psiholoģiski-fizioloģisko reakciju, un izvēles lielākā mērā var būt atkarīgas no afektīvās reakcijas, nekā tās ir balsfītas uz zināšanām (Özgüner *et al.*, 2007).

Kā uzskata Tyrväinen *et al.* (2003), pilsētas meža ainavas izvēles pamatā var būt reģionālas atšķirības, tādēļ aptaujas rezultātus nevar interpolēt uz visu Latvijas teritoriju. Rīgas zaļās infrastruktūras ainavu veidošana, līdzīgi kā citās Eiropas valstīs, atrodas angļu ainavisko dārzu veidošanas kustības ietekmē (Bryant, 2006; Jorgensen, Hitchmough, 2002) un, kaut arī dabiskās ainavas nozīme pilsētvidē ir novērtēta, nepieciešamas būtiskas izmaiņas sabiedrības uztverē, izglītības programmās un

likumdošanā. Pilsētas meža apsaimniekotājiem jāiesaistās pilsētplānošanas procesos, veicinot dabas vides integrāciju pilsētvidē (Zheng *et al.*, 2011).

3.2. Rekreācija Latvijas reģionos un Rīgas pilsētas mežos

Rekreācijas pakalpojumu monetārā vērtība Latvijā. Kā būtiskākie mežu rekreācijas pakalpojumi, kas ietekmē valsts ekonomiku, ir identificēti: 1) izglītība, 2) sports un citas fiziskās aktivitāte; 3) citi ar rekreāciju saistīti pakalpojumi. Kopējā Latvijas mežu rekreācijas pakalpojumu monetārā vērtība 2009. gad pētījumā noteikta ~ 5,2 milj. LVL.

Rekreācijas mērķi un paradumi Latvijā. Rezultāti apstiprināja, ka pastāv būtiskas atšķirības starp respondentu sociāli-ekonomiskajām grupām, novērtējot sekojošus rekreācijas mainīgos: apmeklējumu biežumu, vēlmi ziedot par labiekārtota meža apmeklējumu un meža ainavas izvēli rekreācijai pēc apsaimniekošanas intensitātes (1.tab.).

1.tabula /Table 1

Respondentu sociāli - ekonomisko grupu izvēļu būtiskums Results of contingency analysis of choice of socioeconomic groups

| No. | Sociāli-ekonomiskā grupa/ Mainīgais <i>Socio-economic group/ Variable</i> | I | II | III | IV | V | VI |
|------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1. | Apmeklējumu biežums/ <i>Frequency of visits</i> | *** | *** | *** | - | *** | ** |
| 2. | Vēlme ziedot/ <i>Willingness to contribute</i> | - | - | *** | ** | ** | *** |
| 3. | <i>Meža piemērotība rekreācijai/ Forest suitability for recreational use</i> | | | | | | |
| 3.1. | Dabisks mežs/ <i>Natural forest</i> | *** | *** | *** | *** | *** | - |
| 3.2. | Intensīvi apsaimniekots mežs <i>Forest with intensive management</i> | - | *** | * | ** | * | ** |
| 3.3. | Labiekārtots mežs <i>Forest with recreational amenities</i> | - | *** | - | * | * | - |
| 3.4. | Mežs – parks/ <i>Forest - park</i> | - | *** | - | ** | *** | ** |

Apzīmējumi: Būtiskums/ *Designation*: ***- $p < 0.01$; **- $p < 0.05$; * - $p < 0.10$

I - Locekļu skaits ģimenē/ *Number of members in family*; II – Vecums/ *Age*; III – Izglītība/ *Education*; IV– Tautība/ *Nationality*; V- Nodarbošanās/ *Occupation*; VI - Ienākumi uz vienu ģimenes locekli/ *Average income of one family member*

Statistiski būtiskākās atšķirības ($p < 0,01$) uzrādīja sekojoši parametri: ģimenes locekļu skaits, vecums, izglītība un nodarbošanās (attiecībā uz meža apmeklējumu biežumu); izglītība un ienākumi uz vienu ģimenes locekli (attiecībā uz vēlmi ziedot); ģimenes locekļu skaits, vecums, izglītība, tautība un nodarbošanās (attiecībā uz dabiska meža izvēli rekreācijai); vecums (attiecībā uz intensīvi apsaimniekota un labiekārtota meža izvēli); vecums un nodarbošanās (attiecībā uz meža – parka izvēli rekreācijai).

Noskaidrots, vai respondentu nosauktais attālums (km), kādu tie veic līdz mežam, atšķiras dažādos reģionos (Rīga, Pierīga, Kurzeme, Latgale, Zemgale, Vidzeme) ar dažādu mežainību (www.csb.gov.lv). Geimsa-Hovela tests ($p < 0,01$)

uzrādīja, ka Rīgas/Pierīgas reģiona iedzīvotāju veiktais attālumu būtiski atšķiras no lauku reģionos veiktā attāluma, lai sasniegtu rekreācijas mežus (2.tab.).

2. tabula / Table 2

Rekreācijai veiktā attāluma atšķirību būtiskums pēc Latvijas reģionu mežainuma
Significance of differences of travel among regions differing in forest cover

| Reģions / Mežainums <i>Region/Forest cover</i> | 50.4% (Rīga/Pierīga) | 55.3 % (Kurzeme) | 38.6 % (Latgale) | 45.0% (Zemgale) | 57.1% (Vidzeme) |
|---|-------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| Rīga / Pierīga | - | *** | *** | *** | *** |
| Kurzeme | *** | - | - | *** | - |
| Latgale | *** | - | - | * | - |
| Zemgale | *** | *** | * | - | * |
| Vidzeme | *** | - | - | * | - |

Apzīmējumi: Būtiskums/ Designation: ***- $p < 0.01$; **- $p < 0.05$; * - $p < 0.10$

Pētījumā noskaidrots, ka pastāv būtiskas atšķirības starp Rīgas pilsētas un lauku reģionu iedzīvotāju rekreācijas paradumiem. Rekreācijas mērķu binominālās vērtības visiem reģioniem attēlotas 3. tabulā.

3. tabula / Table 3

Rekreācijas mērķi Latvijas reģionos
Recreational targets in Latvia regions

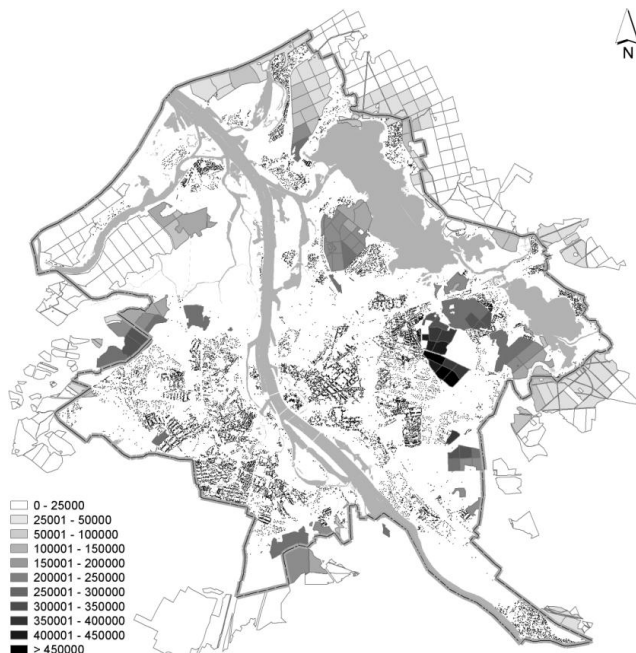
| Reģions/Mērķis <i>Region/Target</i> | T1 | | T2 | | T3 | | T4 | |
|--|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | Reģions <i>Region</i> | Vidējais <i>Mean</i> | Reģions <i>Region</i> | Vidējais <i>Mean</i> | Reģions <i>Region</i> | Vidējais <i>Mean</i> | Reģions <i>Region</i> | Vidējais <i>Mean</i> |
| Rīga | Kurzeme | -.197*** | Kurzeme | - | Kurzeme | .207*** | Kurzeme | - |
| | Vidzeme | .268*** | Vidzeme | .188*** | Vidzeme | .275*** | Vidzeme | -.193** |
| | Zemgale | -.151** | Zemgale | - | Zemgale | .169** | Zemgale | .123* |
| | Latgale | - | Latgale | .142** | Latgale | .155** | Latgale | -.142** |
| Pierīga | Vidzeme | .189** | - | - | Vidzeme | .207*** | - | - |
| Kurzeme | Rīga | -.197*** | - | - | Rīga | -.205*** | - | - |
| Latgale | - | - | Rīga | .142** | Rīga | -.155** | Rīga | .142** |
| Zemgale | Rīga | -.151** | - | - | Rīga | -.169** | Rīga | .123* |
| Vidzeme | Rīga | .268*** | Rīga | .188*** | Rīga | -.275*** | Rīga | .193*** |
| | Pierīga | -.189** | Pierīga | - | Pierīga | -.207*** | Pierīga | - |

Apzīmējumi: Būtiskums/ Designation: ***- $p < 0.01$; **- $p < 0.05$; * - $p < 0.10$

Rekreācijas mērķi/ recreational targets: T1 – pastaiga/ walking; T2 - sēņošana, ogošana/ mushroom and berry picking; T3 - fiziskās aktivitātes (pastaiga, skrīšanās, riteņbraukšana) physical activities (walking, running, cycling); T4 - patēriņa produktu ievākšana (ogošana, sēņošana, floristikas materiāli un ārstniecības augi)/ commercial harvest of berries, mushrooms, floristic materials, medical herbs)

Geimsa – Hovela testa izmantošana datu analīzē pierādīja, ka Rīgas/ Pierīgas reģiona respondentu rekreācijas mērķi ir būtiski atšķirīgi no lauku reģionu respondentu mērķiem: Rīgas reģiona iedzīvotāji vairāk izvēlas mērķi „fiziskās aktivitātes”, pārējo reģionu iedzīvotāji - „patēriņa produktu ievākšana”.

Tālākajā analizē izmantoja Rīgas pilsētu vispopulārākā mērķa – „fiziskās aktivitātes”. Tika noteikts, ka vidējais attālums, kādu cilvēki ikdienā veic līdz mežam Rīgā ir 1,5 km. Lai veiktu potenciālā apmeklējumu skaita telpiskās izplatības aprēķinus Rīgas mežu masīvos, izmantots ArcGIS (3.3.att.). Prognozētais apmeklējumu skaits pierādīja, ka palielināta urbanizācijas slodze raksturīga galvenokārt izolētajos un nelielajos mežu masīvos, kas novietoti tuvāk pilsētas centram vai apdzīvotajiem rajoniem.



1. att. Potenciālais apmeklējumu skaits Rīgas mežos 1,5 km attālumā, ejot kājām ar mērķi „pastaiga”

Fig. 1. Distribution of forest recreational visits / year on foot to the forest tracts at the distance 1.5 km from the residential areas in Riga city

3.3. Rekreācijas slodzes ietekme un Rīgas pilsētas mežu veģetāciju

Lai analizētu rekreācijas ietekmi Rīgas mežu masīvos, novērtēts augu sugu sastāvs. Klāsteru analīzes rezultātā visi Rīgas mežu masīvi sadalīti 2 lielās grupās – neietekmētie (mežu masīvi ar sekojošām augu sabiedrībām: *Pyrola rotundifolia*-*Pinus sylvestris*, *Pleurozium schreberi*-*Pinus sylvestris*, *Calamagrostis epigeios*-*Pinus sylvestris*) un ietekmētie meži (mežu masīvi ar sekojošām augu sabiedrībām:

Amelanchier spicata-*Pinus sylvestris*, *Acer platanoides*-*Pinus sylvestris* *Cotoneaster lucidus*-*Pinus sylvestris*). Koku stāva projektīvā seguma salīdzinājums (%) neietekmētajos un ietekmētajos mežos parādīts 4.tabulā.

4.tabula / Table 4

**Veģetācijas stāvu projektīvā seguma vidējās vērtības
priekšu lāna mežos Rīgā**
Mean values of vegetation layer cover in Riga Myrtillosa forest communities

| Mainīgie/ Variables/ Communities | | <i>Pyrola rotundifolia</i> - <i>P. sylvestris</i> | <i>Pleurozium schreberi</i> - <i>P. sylvestris</i> | <i>Calamagrostis epigeios</i> - <i>P. sylvestris</i> | <i>Amelanchier spicata</i> - <i>P. sylvestris</i> | <i>Acer platanoides</i> - <i>P. sylvestris</i> | <i>Cotoneaster lucidus</i> - <i>P. sylvestris</i> |
|--|---------|--|---|---|--|---|--|
| Koki <i>Trees</i> | Vid. | 46.67 | 62.78 ³ | 43.33 ² | 54.17 | 55.00 | 50.78 |
| | St.nov. | 11.69 | 10.86 | 8.16 | 7.18 | 18.03 | 12.62 |
| Krūmi <i>Shrubs</i> | Vid. | 26.67 ² | 22.89 ^{1,4} | 35.33 | 50.92 ⁴ | 30.00 | 45.56 |
| | St.nov. | 8.76 | 27.03 | 14.51 | 17.76 | 8.66 | 8.82 |
| Lakstaugi <i>Herbs</i> | Vid. | 56.67 | 63.11 ^{5,6} | 48.33 | 61.50 | 25.00 ² | 40.56 ² |
| | St.nov. | 22.29 | 15.60 | 4.08 | 11.42 | 10.00 | 18.27 |
| Sūnas <i>Mosses</i> | Vid. | 65.00 ^{4,5,6} | 74.67 ^{4,5,6} | 73.33 ^{4,5,6} | 24.00 ^{1,2,3} | 0.00 ^{1,2,3} | 18.00 ^{1,2,3} |
| | St.nov. | 8.94 | 14.44 | 5.16 | 20.49 | 0.00 | 14.74 |

Apzīmējumi: *Skaitļi norāda, kuras augu sabiedrības būtiski atšķiras ($p < 0,05$) pēc vidējām vērtībām, izmantojot Kruskal-Wallis testu/ Numbers in superscript indicate plant communities for which the mean ranks significantly ($p < 0,05$) differed according to non-parametric Kruskal-Wallis test; Vid – vidējais/mean, St.nov – standarta novirze/ standart deviation

Pētītajos 15 Rīgas pilsētas mežu masīvos kopumā konstatētas 154 vaskulāro augu, t.sk., 44 koku un krūmu suga (no tām koku stāvā 10 sugas, krūmu - 37, lakstaugu stāvā - 32 sugas) un 110 lakstaugu, kā arī 18 sūnu sugas. Sugu skaits objektos būtiski neatšķiras, tomēr vislielākais sugu skaits konstatēts Mangaļsalas meža masīvā (64 sugas), bet vismazākais - Anniņmuižas mežā (22 sugas).

Pētāmie objekti atrodas antropogēni ietekmētos mežos, līdz ar to vērojama tendence, ka sugu sastāvs ir nepastāvīgs. Visbiežāk sastopamās sugas (konstantuma klase V) koku stāvā ir parastā priede *P. sylvestris*, krūmu stāvā parastais pīlādzis *Sorbus aucuparia* un korinte *Amelanchier spicata*. IV konstantuma klasē konstatētas trīs koku un krūmu sugas (parastais ozols *Quercus robur* krūmu un lakstaugu stāvā, parastā kļava *Acer platanoides* un parastais krūklis *Frangula alnus* krūmu stāvā) un 4 lakstaugu sugas (pūkainā zemzālīte *Luzula pilosa*, liektā sariņsmilga *Lerchenfeldia flexuosa*, meža zemene *Fragaria vesca*, meža avene *Rubus idaeus*). III konstantuma klasi pārstāv trīs koku sugas (parastā kļava - koku un lakstaugu stāvā, parastā ieva *Padus avium* – krūmu stāvā un parastais pīlādzis lakstaugu stāvā), septiņas lakstaugu sugas, kā arī divas sūnu sugas – Šrēbera rūsaine *Pleurozium schreberi* un spīdīgā stāvaine *Hylocomium splendens*. Vairums no visbiežāk sastopamajām sugas ir boreālo mežu noteicējsugas t.sk. parastās priedes un egļu mežu sugas.

Salīdzinot **koku stāva** projektīvo segumu, vislielākais parastās priedes projektīvais segums 2010. gadā konstatēts neietekmētajos mežos, kur citu sugu praktiski nav. Parastās priedes dabiskā atjaunošanās (tā sastopama gan krūmu, gan lakstaugu stāvā) novērota neietekmētajos mežos – Bullu, Mangaļsalas, Bolderājas, Jaunciema un Šmerļa mežā, kas rāda parastās priedes kā sugas iespējas saglabāties arī nākotnē. Vismazākais parastās priedes projektīvais segums konstatēts mežos ar vislielāko lapukoku piemistrojumu. Lapukoku sastopamība liecina par priežu mežu eitrofikāciju, kuras rezultātā notiek izmaiņas arī augu sabiedrībās (Laiviņš, Laiviņa, 1991; Laiviņš, 1998; Laiviņš, 2002). Parastā priede daudzviet jau ir zaudējusi savu vadošo pozīciju arī paaugas sugu vidū, to apsteidz parastais ozols un parastā kļava, kuru aizņemtās platības tikai nedaudz atpaliek no parastās priedes paaugas platības.

Rīgas mežos **krūmu stāvā** sastopamas 37 koku un krūmu sugas. Vislielākais sugu skaits konstatēts ietekmētajos mežos (14 sugas). Pārējos meža masīvos krūmu stāvā sastopamas 9 līdz 12 sugas. Krūmu stāva vidējais projektīvais segums būtiski atšķiras neietekmētajos un ietekmētajos mežos (attiecīgi 28% un 42%) (4.tab.).

2010. gadā vislielākās vidējās krūmu stāva projektīvo segumu vērtības konstatētas Lāčupes, Katlakalna un Šampētera, Mežaparka, Vecāķu - Vecdaugavas masīvos un Bābelītes mežā, bet vismazākās – Kleistu - Bolderājas, Jaunciema mežu masīvos un Šmerļa mežā. Visbūtiskākais parastās kļavas un parastā ozola piemistrojums koku un krūmu stāvā konstatēts Anniņmuižas, Katlakalna, Šampētera mežos, parastās kļavas - Bābelītes mežā un Juglas meža masīvā; parastā ozola – Mežparka un Ulbrokas mežos. Krūmu un lakstaugu stāvā parastā kļava un parastais ozols konstatēts visos mežos, izņemot Katlakalna un Anniņmuižas mežu.

Rīgas priežu lāna mežos **lakstaugu stāvā** konstatētas 40 boreālās sugas, no kurām 13 sugas raksturīgas tieši priežu mežiem; 31 suga pieder pie pļavu augu grupas, kas ieviešas atsegtās augsnēs un liecina par antropogēno ietekmi uz mežaudzēm; 37 sugas ir nemorālās sugas un 17 - nitrofilās sugas, kas, savukārt, liecina par barības vielu daudzuma palielināšanos augsnē, savukārt, 8 sugas ir raksturīgas mitrām augsnēm, kas veidojas mikroreljefa iepakās, bet 4 sugas ir vērtējamas kā adventīvas sugas, bet 16 ir citas sugas, no kurām vairums ir introducētas sugas – dārzeņģļi.

Neietekmētajos mežos dominē boreālās sugas: sila virsis *Calluna vulgaris*, brūklene *Vaccinium vitis-idaea*, mellene *Vaccinium myrtillus*, Eiropas septiņstarīte *Trientalis europaea*, pļavas nārbulis *Melampyrum pratense*, apaļlapu ziemciete *Pyrola rotundifolia*, liektā ciņusmilga *Lerchenfeldia flexuosa*, Šrēbera rūšaine, spīdīgā stāvaine, slotiņu ciesa *Calamagrostis epigeios*, pūkainā zemzālte *Luzula pilosa* u.c. Ietekmētajos mežos zemsedzē raksturīgi augi, kas tipiski ruderālajiem un nitrofilajiem biotopiem (sīkziedu sprigane *Impatiens parviflora*, lielā strutene *Chelidonium majus*). Šajā mežu grupā konstantas ir arī dažas krūmu sugas, piemēram, *Cotoneaster lucidus*, *A. spicata*, kā arī nemorālās sugas, kā, piemēram, parastā kļava, parastā liepa. Sugu daudzveidība un augu stratēģijas ir samērā līdzīgas abu grupu mežu augu sabiedrībās. Tomēr lielāka pret stresu noturīgo sugu daudzveidība konstatēta neietekmēto mežu augu sabiedrībās *Pyrola rotundifolia*-*Pinus sylvestris* un *Calamagrostis epigeios*-*Pinus sylvestris*. Vismazākā

sugu daudzveidība – visvairāk ietekmētajā meža sabiedrībā *Amelanchier spicata*-*Pinus sylvestris* (5. tab.).

5. tabula / Table 5

Sugu daudzveidības un augu stratēģisko tipu vidējās vērtības

Rīgas priežu lāna meža sabiedrībās

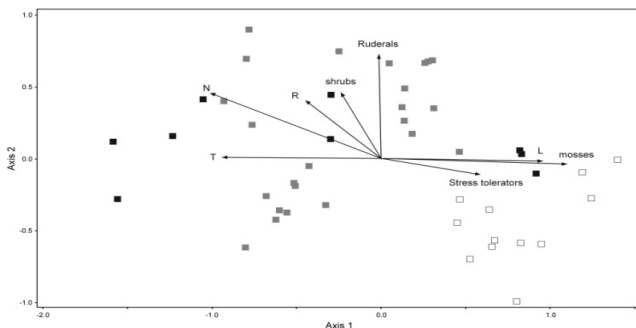
Mean values of species diversity and plant strategy types in Riga Myrtillosa forest communities

| Mainīgie/Meža sabiedrības Variables/Forest communities/ | | <i>Pyrola</i> <i>rotundifolia</i> - <i>P.sylvestris</i> | <i>Pleurozium</i> <i>schreberi</i> - <i>P.sylvestris</i> | <i>Calamagrostis</i> <i>epigeios</i> - <i>P.sylvestris</i> | <i>Amelanchier</i> <i>spicata</i> - <i>P.sylvestris</i> | <i>Acer</i> <i>platanoides</i> - <i>P.sylvestris</i> | <i>Cotoneaster</i> <i>lucidus</i> - <i>P.sylvestris</i> |
|--|---------|---|--|--|---|--|---|
| Sugu daudz. <i>Sp. richness</i> | Vid. | 45.50 ^{2,5*} | 28.33 ^{1,3} | 41.67 ^{2,5} | 34.75 | 17.00 ^{1,3} | 34.44 |
| | St.nov. | 9.97 | 5.50 | 12.13 | 6.12 | 3.00 | 5.57 |
| Šanona indekss <i>Shannon index</i> | Vid. | 2.87 ^{2,5} | 2.29 ¹ | 2.70 | 2.60 | 2.26 ¹ | 2.58 |
| | St.nov. | 0.21 | 0.26 | 0.14 | 0.13 | 0.15 | 0.21 |
| Konkurenti <i>Competitor (C)</i> | Vid. | 52.90 ⁵ | 57.59 | 52.87 ⁵ | 55.13 ⁵ | 69.77 ^{1,3,4,6} | 55.79 ⁵ |
| | St.nov. | 4.82 | 4.93 | 1.74 | 7.06 | 10.50 | 3.93 |
| Strestoleranti <i>Stresstolerators(S)</i> | Vid. | 29.33 ⁵ | 30.70 ^{5,6} | 27.23 ³ | 28.03 ⁵ | 14.30 ^{1,2,3,4,6} | 25.59 ^{2,5} |
| | St.nov. | 2.93 | 3.45 | 1.54 | 3.57 | 4.89 | 3.84 |
| Ruderāļi <i>Ruderal (R)</i> | Vid. | 17.77 | 11.71 ^{3,6} | 19.90 ² | 16.84 | 15.93 | 18.62 ² |
| | St.nov. | 3.07 | 3.68 | 1.96 | 5.11 | 5.95 | 2.67 |

Apzīmējumi: *Skaitļi norāda, kuras augu sabiedrības savstarpēji būtiski atšķiras ($p < 0.05$) pēc vidējām vērtībām, izmantojot Kruskal-Wallis testu/ Numbers in superscript indicate plant communities for which the mean ranks significantly ($p < 0.05$) differed according to non-parametric Kruskal-Wallis test; Vid. – vidējais/ mean, St.nov – standarta novirze/ standart deviation

Tas, ka V konstantuma klase nebija konstatēta nevienai no lakstaugu vai sūnu stāva sugām, liecina, ka šīs sugas meža ekosistēmā visjutīgāk reaģē uz dažādiem nelabvēlīgiem traucējumiem (Brunet, von Oheim, 1998; Verheyen *et al.*, 2003). Līdzīgi, kā tas noteikts citos pētījumos, visjutīgāk uz nomīdīšanu reaģē *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum polysetum* un *Sfagnum sp.*, ko skaidro ar daudz lēnāku sūnu pašaujaunošanās spēju pēc traucējumiem, salīdzinot ar vaskulārajiem augiem (Malmivaara *et al.*, 2002).

Sakarības starp augu sabiedrībām saistībā ar telpisko faktoru (rekreācijas slodze) ietekmi Rīgas mežos pētīja ar divām metodēm - NMS (*Non Metric Multidimensional Scaling*) un RDA (*Redundancy Analysis*). NMS ordinācijas diagramma parādīja, ka vidēja un liela rekreācijas slodze nav saistāma ar kādu noteiktu veģetācijas sabiedrību, tomēr mežos ar mazāku rekreācijas slodzi raksturīgs plašāk pārstāvēts sūnu un strestoleranto sugu sabiedrību īpatsvars, kas ir tipiska sausu priežu mežu pazīme. Vidēji ietekmētajos mežos konstatēja palielinātu ruderālo augu un krūmu sugu skaitu, bet visvairāk ietekmētajos mežos – nitrofilo un ruderālo sugu skaitu daudzumu (2. att.).



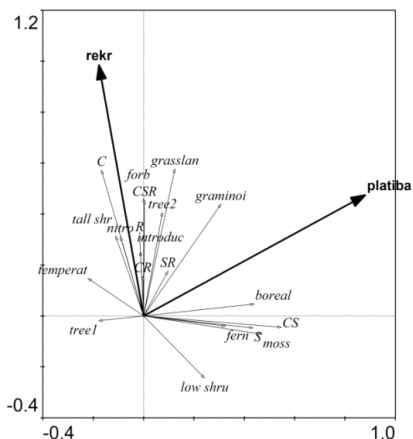
2. att. NMS ordinācijas diagramma ar informāciju par rekreācijas slodzi

Apzīmējumi: □ – vismazāk ietekmētie meži (< 50 000 apmeklējumu gadā); ◐ – dēji ietekmētie meži (50 001 – 250 000 apmeklējumu gadā); ■ – visvairāk ietekmētie meži (> 250 001 apmeklējumu gadā); Ellenberga indikatori: L – gaismā, N – slāpekļis, T – temperatūra, R – augsnes reakcija; veģētācijas struktūra (mosses – sūnu stāva segums, shrubs – krūmu stāva segums); augu stratēģijas (Ruderals – ruderālās sugas, Stress tolerators – stresstoleranti).

Fig.2. NMS ordination diagram. Recreational pressure of forests is shown

□ – the less impacted forests (< 50 000 recreational visits/ year) ◐ - medium impacted forests (50 001 – 250 000 recreational visits/ year), ■ – the most impacted forests (> 250 001 recreational visits/ year); Ellenberg indicators L – light, N – nitrogen, T – temperature, R – soil reaction; vegetation structure data: mosses – cover of moss layer, shrubs – cover of shrub layer; plant strategies (Ruderals and Stress tolerators)

RDA analīzi pētījumā izmantoja, lai noskaidrotu esošajos pētījumos (Malmivaara *et al.*, 2002) konstatēto saistību starp rekreācijas slodzi, meža masīva lielumu un izmaiņām sugu stratēģijās un daudzveidībā (piemēram, dzīvības forma, stratēģija). Pētījumā konstatēts, ka meža platības faktors ietekmē boreālo sugu – paparžaugu, sūnu un *Ericaceae* dzimtas augu sugu projektīvo segumu un skaitu. Monte Carlo tests parādīja, ka RDA pirmās ass un abu asu ordinācija ir būtiska un nav nejauša (attiecīgi $p = 0,0080$ un $p = 0,0020$) (3. att.). Rekreācijas slodze bija būtiski saistīta (Pīrsona korelācijas koeficients, $p < 0,05$) ar meža platības asi, bet meža masīva platība - ar rekreācijas slodzes asi. Rezultāti parādīja, ka rekreācijas slodze un meža masīva lielums ir būtiski saistīts ar veģētācijas veidošanās procesiem. Lielākajos un kompaktajos meža masīvos atradās vairāk boreālo augu un sūnu sugas, savukārt mazajos, fragmentētajos meža masīvos ar potenciāli lielāku rekreācijas slodzi novērojams būtisks graudzāļu, nitrofilo un augsto krūmu sugu relatīvais daudzums. Rezultāti parāda, ka veģētācijas analīzē sekmīgāk izmantojams augu sadalījums stratēģijās, salīdzinājumā ar to sistemātisko sadalījumu. Jāpiebilst, ka RDA analīze atspoguļo augu stratēģiju mainīgumu vienā datu matricā, kas saistīta ar citu datu matricu. Tas varētu izskaidrot, kādēļ NMS analīze uzrādīja mazāku rekreācijas ietekmi uz sugu sastāvu.



3. att. Augu sugu stratēģiju un citu īpašību saistība ar meža masīva lielumu un rekreācijas slodzi

Apzīmējumi: biotopi (boreal – boreālās joslas sugas, temperat – mērenās joslas sugas, introduc – introducētās sugas, grasslan – pļavu sugas); dzīvības formas (nitro – nitrofilās sugas, tree 1 – koki, tree 2 – koki krūmu stāvā, tall shrubs – gari krūmi; low shrubs – sīkrūmi lakstaugu stāvā, graminoi – graudzāles, fern – paparžaugi, forb – citi lakstaugi, moss – sūnas); augu stratēģiskie tipi (5. tab.)

Fig. 3. Plant strategies and other plant attributes in relation to forest tract size and recreational pressure

Habitats (boreal- boreal species, temperat – nemoral species, introduce- introduced species, grasslan – grassland species); living forms (nitro – nitrophilous species, tree 1 – trees, tree 2 – trees in shrub layer, tall shrubs – shrubs in shrub layer, low shrubs – shrubs in herb layer, gramioni – grasslands, fern – ferns, forb – other herbs, moss – mosses); plant strategy types (Table 5)

3.4. Izvēles eksperimenta rezultāti

Būtiski meža apsaimniekošanas paņēmieni analizē ir saistīt pētījumu ar esošo apsaimniekošanas režīmu jeb *Status Quo* situāciju. Rīgas iedzīvotāji salīdzinoši maz izvēlējās *Status Quo* meža ainavas alternatīvu (5,3 % līdz 11,4 %), priekšroku kopumā dodot intensīvi apsaimniekotām alternatīvām.

Izmantojot izveidoto ainavas alternatīvu patēriņa modeli (2), katrā izvēļu kopā noteica apsaimniekošanas pazīmju būtiskumu ($p < 0,05$), salīdzinājumā ar *Status Quo* situāciju (6. tab.). Praktiski visos gadījumos vidējā svērtā koeficienta būtiskums atbilda sagaidāmajam. Rezultāti parādīja, ka to apsaimniekošanas paņēmieni būtiskums, kas ietekmē respondentu ainavas izvēli, izvēļu kopās ir atšķirīgs:

- „Bulļos” - pameža izciršana, sauso zaru nozāģēšana un labiekārtojums;
- „Anniņmuiža” - cena, atmirušas koksnes izvākšana un labiekārtojums;
- „Mangālsalā” – atmirušas koksnes izvākšana; sauso zaru nozāģēšana un SQ situācija;
- „Mežaparkā” - atmirušas koksnes izvākšana un labiekārtojums.

Apsaimniekošanas vidējā svērtā koeficienta būtiskums
Significance of mean weighted coefficients of site-specific models

| Izvēļu kopa/ Apsaimn. <i>Choice set/ Management</i> | „Buļļi” | | „Anniņmuiža” | | „Mangaļsala” | | „Mežaparks” | |
|---|----------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|-------------|------------------|
| | β | Būtisk. Sign. | β | Būtisk. Sign. | β | Būtisk. Sign. | β | Būtisk. Sign. |
| <i>Cena/ Price</i> | -0.208 | 0.558 | -0.410*** | 0.000 | -0.113 | 0.231 | -0.203** | 0.012 |
| <i>Zaru noz. Bough rem.</i> | 0.284** | 0.028 | 0.328* | 0.097 | -0.226** | 0.050 | -0.476** | 0.040 |
| <i>Pam. izc. Underst. Rem.</i> | 0.829*** | 0.000 | 0.326* | 0.093 | -0.230* | 0.093 | 0.139 | 0.582 |
| <i>Atm. k.izv. Deadw.Rem.</i> | 0.234* | 0.086 | 0.677*** | 0.000 | 0.651*** | 0.000 | 0.892*** | 0.000 |
| <i>Labiekārtojums Rec. Fac.</i> | 1.829** | 0.039 | 1.204*** | 0.000 | 0.160 | 0.654 | 1.174*** | 0.000 |
| <i>Status Quo</i> | 0.608 | 0.110 | -0.406 | 0.120 | -0.396** | 0.045 | 0.287 | 0.408 |

Apzīmējumi: Būtiskums/ Designation: ***- $p < 0,01$; **- $p < 0,05$; *- $p < 0,10$

β – apsaimniekošanas vidējais svērtais koeficients/ mean weighted coefficient; Zaru noz. – zaru nozāģošana/ Bough removal; Pam. izc. – pameža izciršana/ undersorey removal; Atm. k. izv. – atmirušās koksnes izvešana/ deadwood removal; Labiekārtojums/ Recreational facilities

Status Quo konstantes koeficients visām izvēļu kopām ir nebūtisks, izņemot „Mangaļsala”, kurā *Status Quo* ietekme vērtēta kā negatīva: tātad respondenti izvēlas meža apsaimniekošanas pasākumu izmaiņas. Pazīmei „Cena” visās izvēļu kopās ir negatīva vērtība vai nenozīmīga (t.i., samazinās alternatīvas „derīgums”).

Pētījumā noteiktās vēlmes maksāt vērtības par apsaimniekošanas pasākumiem, kas maina *Status Quo* situāciju līdz vēlamajai ainavai jāvērtē kā neadekvāti augstas (1133 Ls - „Buļļos”, 362 Ls - „Anniņmuižā”, 283 Ls - „Mangaļsalā” un 968 Ls - „Mežaparkā”) un nav izmantojamas kā absolūtās rekreācijas monetārās vērtības. Tas izskaidrojams ar nepilnībām izvēles eksperimenta izstrādē, respondentu vienaldzību pret pašvaldības budžetu kopumā, vai arī šī pazīme kopumā respondentiem izrādījās nebūtiska.

Izvēles eksperimenta metodes priekšrocība ir iespēja *Status Quo* situāciju salīdzināt ar katru ainavas alternatīvu, lai noteiktu respondentu labklājības (*welfare*) ietekmi. Diemžēl tā kā pazīmi „Cena” respondenti nenovērtēja adekvāti, tad, veicot alternatīvu kompensācijas dispersijas koeficienta aprēķinus, šī pazīme tika izslēgta. Tas tikai ļauj izvēlēties ainavas alternatīvu ar augstāku „derīgumu” (*landscape utility*). Kompensācijas dispersijas (CV) rangi attēloti 7.tabulā, kur „1” ir visaugstākais vērtējums, bet „7” – viszemākais (7. tab.). Šī ir iespēja veikt salīdzinājumu starp ainavu alternatīvām un atrast to alternatīvu, kurai ir visaugstākais „derīgums”. Tā kā alternatīvu kompensācijas koeficients aprēķināts nepilnīgi, tas nav tiešā veidā izmantojams lēmumu pieņemšanā par apsaimniekošanas pasākumu maiņu, (Pavlyuk, Jankovska, 2012).

Alternatīvu dispersijas koeficienta rangi, salīdzinot ar *Status Quo* situāciju
Alternatives range of variation coefficient in relation to Status Quo state

| Izvēļu kopa/Alternatīvas Nr. <i>Choice set/Alternative No.</i> | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
|---|----|-----|----|---|----|-----|------|
| „Buļļi” | 6 | 5 | 7 | 3 | 1 | 2 | 4 |
| „Anniņmuiža” | 5 | 7 | 6 | 2 | 1 | 3 | 4 |
| „Mangaļsala” | 5 | 1 | 4 | 3 | 7 | 2 | 6 |
| „Mežaparks” | 5 | 4 | 3 | 1 | 2 | 7 | 6 |

Respondentu izvēles analizētas arī atkarībā no respondenta piederības sociāli-ekonomiskai grupai (Kupfere, 2011). Pētījumā izmantotas trīs būtiskākās vērtības alternatīvu modeļiem katrā no respondentu grupām, salīdzinot ar *Status Quo* situāciju.

Kā piemērs 4. attēlā parādītas trīs būtiskākās respondentu grupu izvēles izvēļu kopā „Buļļusala”.



(a) Sestā alternatīva



(b) Septītā alternatīva



(c) Piektā alternatīva



(d) Ceturtnā alternatīva

4. att. Respondentu grupu izvēles kopā „Buļļusala”

Figure 4. Respondent choices in ‘Buļļusala’ set (four alternatives shown)

autore: I. Bojāre, 2011

Pirmā izvēle. Visām respondentu grupām (izņemot respondentu grupu „respondenti, kas mežu apmeklē nedēļas nogalēs un darbdienās) - sestā alternatīva (4a. att.), ko raksturo sekoši apsaimniekošanas pasākumi: izcirsts pamežs, atstāta atmirusī koksne un

nokaltušie zari, uzstādīts labiekārtojums. *Otrā izvēle*. Visām respondentu grupām - septītā alternatīva (4b. att.) - pamežs nav izcirsts, atstāta atmirusī koksne un nokaltušie zari, uzstādīts labiekārtojums. *Trešā izvēle*. Respondentu grupām „sievietes”, „respondenti, kas apmeklē mežu nedēļas nogalēs”, „respondenti ar augstāko/ vidējo izglītību, kas apmeklē mežu darbdienās un nedēļas nogalēs” un „respondenti augstāko/ vidējo izglītību, kas apmeklē mežu nedēļas nogalēs” - piektā alternatīva (4c. att.) – pamežs nav izcirsts, atmirusī koksne izvākta, nokaltušie zari nozāģēti, uzstādīts labiekārtojums. Respondentu grupai „vīrieši” – sestā alternatīva, bet „respondenti, kas apmeklē mežu darbdienās un nedēļas nogalēs” – ceturtais alternatīva (4d. att.) – pamežs nav izcirsts, atmirusī koksne nav izvākta, sausie zari nozāģēti, labiekārtojums nav uzstādīts.

Salīdzinot dažādu respondentu grupu izvēles un ainavas „derīguma” rangus (7.tab.), var secināt, ka vairumā gadījumu izvēles sakrīt un, līdz ar to, divu dažādu metožu pielietošanā iegūti līdzīgi rezultāti.

Visās izvēļu kopās (izņemot “Mangaļsalu”) respondentu izvēlēs dominē intensīvi labiekārtots mežs, kurā notiek pameža izciršana, sauso zaru nozāģēšana, kritalu izvākšana un labiekārtojuma ierīkošana. Ainavas vizuālajā vērtējumā dominē tādi ainavas uztveres elementi kā caurredzamība, pieejamība, nolasāmība, vienveidība kokaudzes vecuma un vertikālajā struktūrā. Atbilstoši esošajiem pētījumiem, dominējošās izvēles ainava atgādina parku kas apliecina t.s. „savannas tipa” mežaudzes izvēli ar zemu zemsedzi, labu caurskatāmību un pieejamību.

„Mangaļsalas” izvēļu kopa bija vienīgā, kur dominēja vienprātība respondentu izvēlēs, visaugstāk novērtējot trešo alternatīvu, kur atstāts pamežs, nokaltušie zari, izvākta atmirusī koksne un nav labiekārtojuma. Salīdzinājumā ar citām izvēļu kopām, kur pievilcīgākas kopumā bija intensīvi apsaimniekotas ainavas, šajā izvēļu kopā pamežs bija visbūtiskākā un pievilcīgākā pazīme. Turklāt, atšķirībā no pārējām izvēļu kopām, labiekārtojumam nebija nozīmes. Pētījumā atšķīrās respondentu grupa „respondenti, kas mežu apmeklē nedēļas nogalēs”, kurai visaugstāko būtiskumu kopumā uzrādīja ekstensīvi apsaimniekotas dabiskas un noslēpumainas meža ainavas ar pamežu, atmirušo koksni un bez labiekārtojuma.

Respondentu izvēļu analīze parādīja, ka pazīme „Bioloģiskā daudzveidība” netika novērtēta kā būtiska. To var izskaidrot ar respondentu zināšanu trūkumu, vai arī nepietiekamu respondentu informēšanu izvēles eksperimenta gaitā par šo pazīmi.

3.5. Rīgas pilsētas mežu apsaimniekošana un plānošana

Apkopojot pieejamo vēsturisko materiālu par Rīgas pilsētas mežu apsaimniekošanu un ārzemju pieredzi pilsētu mežu apsaimniekošanā, kā arī izmantojot dotajā pētījumā iegūtos rezultātus, iespējamie virzieni praktiskajā Rīgas pilsētas mežu apsaimniekošanā un plānošanā:

- 1) parastās priedes dabiskās atjaunošanās veicināšana un boreālo mežu biotopu saglabāšana;
- 2) nemorālo mežu sugu attīstības veicināšana;
- 3) ekstensīvu apsaimniekošanas metožu pielietošana;

- 4) rekreācijas un ekoloģiskās funkcijas mijiedarbība un līdzsvarota attīstība;
- 5) kompleksas pieejas veicināšana pilsētas meža apsaimniekošanā un plānošanā.

Parastās priedes dabiskās atjaunošanās nodrošināšana un boreālo mežu biotopu saglabāšana. Lehvāvirta, Rita (2002), pētot mežos Somijas pilsētās uzsver, ka priedes sējeņu skaits ir pietiekams, lai nodrošinātu mežu dabisko atjaunošanos. Kaut gan priedes sējeņu atjaunošanās notiek visu izmēru „logos”, tomēr sasniedzot septiņu gadu vecumu, to skaits sarūk, ja „loga” lielums samazinās. Priežu sējeņu bojāeju mežos skaidro ar iespējamo palielināto augsnes auglību un citu kokaugu sugu konkurenci (Dobrowolska, 2006). Parastās priedes dabisko atjaunošanos var uzlabot ar kopšanas cirtēm un pameža daļēju izciršanu. Lai pārveidotu monokultūru par daudzveidīga vecuma un struktūras mežaudzi, kopšanas cirtē jāveido atvērumus, kā arī jāieaudzē jauni kociņi, un jāveicina to attīstība. Jaunu atvērumu veidošana, vai esošo palielināšana līdz 0,02 - 0,03 ha veicina gaismas piekļuvi un jauno koku iesēšanas dabiskā ceļā. Tajos nogabalos, kur raksturīga blīva paauga un atvērumi ir pietiekami lieli, paauga jāizcērt, lai priedes varētu iesēties un sekmīgi atjaunoties. Nesekmīgas parastās priedes atjaunošanās gadījumā jāveic papildināšana – stādīšana. Nākamo cirtes plānošanu var veikt, kad radītajos atvērumos izveidojusies spēcīga paauga, kas varētu notikt 10 - 15 gadu laikā.

Pētījumā veiktās veģetācijas analīzes pierāda, ka boreālo sugu daudzveidība ir atkarīga no meža masīva lieluma, kas, savukārt, ir saistīts ar rekreācijas slodzi. Pētījumā noteiktās neietekmēto mežu augu sabiedrības praktiski sakrīt ar tiem mežu masīviem, kas platības ziņā ir lielāki, atrodas pilsētas nomalēs un ir savienoti ar ārpuspilsētas mežiem, kā arī kuros potenciālā rekreācijas slodze nav nozīmīga, vai tolerance pret rekreācijas slodzi ir augsta (Buļļusalas, Mangaļsalas, Bolderājas, Jaunciema, Šmerļa, Juglas un Biķernieku mežu masīvi). Šie mežu masīvi atšķiras ar salīdzinoši lielu parastās priedes projektīvo segumu (63 - 90%), kā arī krūmu un lakstaugu stāvā sastopamās priedes norāda uz šīs koku sugas atjaunošanās spēju, tādēļ jāturpina meža apsaimniekošana, kas veicina šīs sugas augšanu un priedes dabisko atjaunošanos.

Nemorālo mežu sugu attīstības veicināšana. Pēc 1996. gadā veiktās inventarizācijas datiem, Rīgas mežos kopumā vislielākās platības aizņem parastā ozola, parastās priedes un parastās kļavas paauga. Esošā, 2010. gada pētījuma rezultāti apstiprināja, ka parastās ozols sasniedzis IV konstantuma klasi krūmu un lakstaugu stāvā, bet parastā kļava - IV konstantuma klasi krūmu stāvā. Dobrowolska (2006) pētījumi pierāda, ka, kaut gan ozola dabiskā atjaunošanās notiek veiksmīgi visu izmēru „logos”, vislielāko blīvumu un sastopamību sējeņi sasniedz pie 100 - 150 m² un 151 - 300 m² lielos „logos”. Ozolu sējeņu vitalitāte un izturība pret traucējumiem visās ozolu jaunaudzes attīstības stadijās parāda, ka parastais ozols var kļūt par dominējošo sugu nākotnē, ja pielietots atbilstošs apsaimniekošanas režīms. Tādēļ tajos Rīgas mežos, kur konstatēta priedes lāna mežiem neraksturīga veģetācija (Anniņmuižas, Šampētera, Katlakalna, Ulbrokas, Mežaparka, Bābelītas, Lāčupes, Vecdaugavas) ieteicams

veicināt kokaudzes nomaiņu ar parasto ozolu un citām platlapju mežu koku sugām. Gan no ekoloģiskā, gan ekonomiskā viedokļa ir izdevīgi izmantot dabiskos meža atjaunošanās procesus kokaudzes ilgtspējības un bioloģiskās daudzveidības palielināšanā.

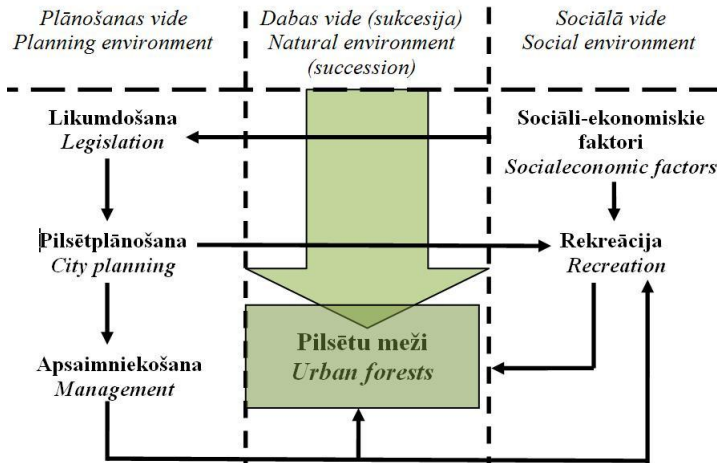
Ekstensīvu apsaimniekošanas metožu pielietošana. Līdztekus tādu meža apsaimniekošanas paņēmieni plānošanai, kas nodrošina mežu ekoloģiskās un rekreācijas funkcijas, pilsētas mežu apsaimniekotājiem jānodrošina meža kā ekosistēmas dabiskos procesus un, tajā skaitā, sukcesijas vadību. Pilsētvidē gandrīz visi dabiskie procesi un traucējumi ir ierobežoti, aizstājot tos ar cilvēku izraisītiem traucējumiem, kas mežus mākslīgi uztur noteiktā sukcesijas stadijā. Parasti tā ir sukcesijas brieduma fāze, taču bez tipiskajām vecas dabiskās mežaudzes pazīmēm un vēlinās sukcesijas stadijas raksturotājlaielumiem - liela izmēra kritālām un lielu dimensiju kokiem. Wohlgemuth *et al.* (2002) uzskata, ka tieši traucējumi ir visbūtiskākais dinamiskais faktors, kas rada izmaiņas sugu daudzveidībā. Kā uzsver Kämpf Binelli *et al.* (2000), maza mēroga pilsētas meža apsaimniekošanas projekts jābūt ietvertam sukcesijas un traucējumu jēdzienam. Homogēni apsaimniekošanas paņēmieni samazina visa veida, tajā skaitā arī bioloģisko daudzveidību (Bunnell, Huggard, 1999), kamēr vairāku sukcesijas stadiju vienlaicīga pastāvēšana aizkavē ekosistēmas līdzsvara stāvokļa sasniegšanu vai nodrošina, ka tā nekad netiks sasniegta (Brūmelis *et al.*, 2011). Turklāt šāda apsaimniekošana rada vizuāli pievilcīgu heterogēnu ainavu un veicina bioloģisko daudzveidību.

Rekreācijas un ekoloģiskās funkcijas mijiedarbība un līdzsvarota attīstība. Analizējot Rīgas pilsētas mežaudzes, var secināt, ka izmaiņas augu sugu sastāvā ir cieši saistītas ar mežaudzes toleranci pret rekreācijas slodzi, mežaudzes platību, kā arī iedzīvotāju skaita dinamiku tuvējās apkaimēs.

Rīgas iedzīvotāju rekreācijai piemērotākās meža ainavas izvēles liecina, ka, kaut gan dominē vēlme pēc intensīvi labiekārtotas, parkam līdzīgas meža ainavas, kurai raksturīga vertikāli un temporāli vienvēidīga kokaudzes struktūra, tomēr bioloģisko daudzveidību un ekoloģisko stabilitāti veicinošie elementi - atmiruši koksne (kritālas, sausokņi), kā arī pamežs ir pozitīvi novērtēti, ja ainavā atrodas labiekārtojuma elementi, kas nodrošina ērtu pārvietošanos (koka laipas). Šādi izveidotas meža ainavas varētu būt kompromiss, kā vienlaicīgi nodrošināt pretrunīgās prasības pilsētas meža rekreācijas un ekoloģisko funkciju nodrošinājumam. Šis pētījums arī apstiprina citās valstīs veikto pētījumu rezultātus, ka cilvēki rekreācijai labprātāk izvēlas ainavas, kas ir informācīvi ietilpīgas, kuru pievilcību nosaka ainavas elementu daudzveidība. Šie paši faktori vienlaicīgi ir būtiski bioloģiskās daudzveidības veicināšanai, tādēļ ir jānodrošina šādas pieejas attīstība Rīgas pilsētas mežu apsaimniekošanā.

Kompleksas pieejas veicināšana pilsētas meža apsaimniekošanā un plānošanā. Vadoties no dotajā pētījumā iegūtajiem rezultātiem var secināt, ka rekreācijas un

ekoloģisko funkciju mijiedarbība ir jāplāno divos līmeņos vienlaicīgi - katras atsevišķas mežaudzes mērogā, kā arī pilsētas mērogā. Kompleksi analizējot katru meža masīvu vairākos plānošanas līmeņos, mežu funkcijas var atšķirties – sākot no specifisku funkciju nodrošināšanu meža nogabalos, atkarībā no meža masīva pieejamības, telpiskā novietojuma apkārtējā ainavā utt., beidzot ar tā funkciju pilsētas administratīvās teritorijas līmenī vai reģionālajā līmenī. Izmantojot ainavekoloģisko ietvaru, jāsaista kopā plānošanas, dabas un sociālā vide, kā arī jāveicina informācijas aprīte starp dažādām valsts un pašvaldības institūcijām. Meža apsaimniekošanas un plānošanas konceptuālā shēma (5.att.) attēlo tos spēkus un faktorus, kas vienlaicīgi ietekmē pilsētas mežus.



5. att. Pilsētas Meža apsaimniekošanas un plānošanas konceptuālā shēma
 autore: I. Jankovska

Figure 5. Conceptual framework of urban forest management and planning

Pēc pētījumā iegūtajiem rezultātiem Rīgas pilsētas teritorijā rekreācijas un ekoloģisko funkciju līdzsvarotas attīstības nodrošināšanai var izdalīt sekojošas mežu grupas: 1) meži, kuru apsaimniekošanā veicināma ekosistēmas atbalsta funkcija un boreālajiem mežiem raksturīga augu sugu sastāva nodrošināšana (Jaunciems, Buļļusala, Bolderāja un Mangaļsala); 2) meži, kuros veicināma nemorālo augu sugu sastāva attīstība un rekreācijas funkcijas norošināšana, veidojot tos par mežaparkiem (Anņīpmuiža, Šampēteris, Katlakalns, Ulbroka, Mežaparks, Lāčupe un Vecdaugava); 3) meži, kuros veicināma vienlaicīga ekosistēmas atbalsta un rekreācijas nodrošināšanas funkcija, saglabājot boreālajiem mežiem raksturīgo augu sugu sastāvu (Šmerļa, Biķernieku un Juglas).

SECINĀJUMI UN PRIEKŠLIKUMI

Secinājumi

1. Rekreācija mežā ir nozīmīgs atpūtas veids Latvijā: 2009. gadā mežu apmeklējuši 83% respondentu. Galvenie rekreācijas mērķi Latvijā kopumā bija sēņošana un ogošana, bet Rīgā – pastaiga (attiecīgi 72%, 48% un 60%).
2. Latvijas rekreācijas mežu vērtējumā statistiski būtiskākās atšķirības ($p < 0,01$) uzrādā sekojoši respondentu sociāli-ekonomiskie parametri: ģimenes locekļu skaits, vecums, izglītība un nodarbošanās (pēc mežu apmeklējuma biežuma); ģimenes locekļu skaits, vecums, izglītība, tautība un nodarbošanās (pēc dabiska meža izvēles rekreācijai); vecums (pēc intensīvi apsaimniekota meža un labiekārtota meža izvēles rekreācijai); vecums un nodarbošanās (pēc meža – parka izvēles rekreācijai); izglītība un ienākumi uz vienu ģimenes locekli (pēc vēlmes ziedot par labiekārtota meža apmeklējumu).
3. Vidējais attālums līdz mežam, kādu ikdienā kājām veic Rīgas iedzīvotāji ir 1,5 km. Potenciālais mežu apmeklējumu skaits būtiski atšķiras gan vienas mežaudzes līmenī, gan Rīgas mežos kopumā. Atkarībā no rekreācijas slodzes uz veģetācijas sastāvu, Rīgas pilsētas mežus var iedalīt divās grupās – ietekmētie meži un neietekmētie meži.
4. Rekreācijas slodze izraisa izmaiņas Rīgas pilsētas mežos (valdošā suga *Pinus sylvestris* L. - 88% no kopplatības) visos veģetācijas stāvos. Konstatēts, ka palielinās platlapu koku, krūmu, nitrofilo, kā arī ruderālo sugu skaits un projektīvais segums (koku, krūmu un lakstaugu stāvā); samazinās sīkrūmu un sūnu sugu skaits, un projektīvais segums (lakstaugu un sūnu stāvā).
5. Veģetācijas transformācijas procesi ir atkarīgi no meža masīva lieluma. Rīgas pilsētas mežos konstatēta tendence, ka lielākajos mežu masīvos visos veģetācijas stāvos dominē priežu mežiem raksturīgās sugas. Parastās priedes pārstāvēniecība krūmu un lakstaugu stāvā liecina par šīs sugas dabisko atjaunošanos. Mazajos, izolētajos meža masīvos ar potenciāli lielāku rekreācijas slodzi novērojams būtisks graudzāļu, nitrofilo, kā arī augsto krūmu sugu relatīvais daudzums.
6. Salīdzinoši zemā esošā meža ainavas (*Status Quo*) izvēle (5,3-11,4 %) norāda uz pielietoto apsaimniekošanas pasākumu neatbilstību Rīgas iedzīvotāju prasībām pēc rekreācijai piemērotas ainavas. Vērtējot apsaimniekošanas pasākumu ietekmi (būtiskums $p < 0,05$) četrās priekšmetu alternatīvu kopās, konstatēts, ka tikai vienā gadījumā esošajai situācijai ir statistiski būtiska pozitīva ietekme uz respondentu ainavas izvēli. Vienā gadījumā statistiski būtiska pozitīva ietekme ir pameža izciršanai, bet trijos gadījumos - atmirušās koksnes izvākšanai, sauso zaru nozāģēšanai un labiekārtojuma uzstādīšanai.

7. Noskaidrots, ka kopumā visaugstākais „ainavas derīgums” ir meža ainavām ar intensīvu apsaimniekošanu (izcirsts pamežs, nozāģēti sausie zari, izvākta atmirusī koksne un izvietoti labiekārtojuma objekti). Samērā augsts „ainavas derīgums” ir ainavām ar ekstensīvu apsaimniekošanu (atstāta atmirusī koksne un pamežs), ja tajās uzstādīti labiekārtojuma elementi. Šie rezultāti parāda iespējamo kompromisu starp meža ekoloģisko un sociālo funkciju vienlaicīgu nodrošinājumu.

8. Visām respondentu grupām kopumā visaugstākais būtiskums (Stjudenta kritērijs $t_{0,05} > 1,96$), salīdzinot ar esošo situāciju, ir caurskatāmai, viegli nolasāmai ainavai ar izcirstu pamežu un vienvēidīgu kokaudzes vecuma struktūru. Atšķiras respondentu grupa „respondenti, kas mežu apmeklē nedēļas nogalēs”, kurai visaugstāko būtiskumu (Stjudenta kritērijs $t_{0,05} > 1,96$) uzrādīja ekstensīvi apsaimniekotas dabiskas un noslēpumainas meža ainavas ar pamežu, atmirušo koksni un bez labiekārtojuma.

9. Rekreācijas mežos nepieciešams saglabāt un izveidot ekstensīvi apsaimniekotas teritorijas, kas ir izdevīgi no ekoloģiskā, ekonomiskā viedokļa un ainaviskā viedokļa. Šādas teritorijas nodrošina bioloģisko daudzveidību un veicina heterogēnas ainavas izveidošanos, kā arī kalpo kā vides izglītības objekti, mazinot vietējo iedzīvotāju atsvešinātību no dabā notiekošo procesu izpratnes.

10. Izvēles eksperimenta metode ir efektīvs paņēmieni apsaimniekošanas pasākumu būtiskuma, respondentu vēlmes maksāt un labklājības ietekmes novērtēšanā dažādās hipotētiskās ainavās. Kaut gan pētījumā izmantotās pazīmes „Cena” ietekme uz respondentu izvēlēm nebija būtiska, tomēr iegūtie rezultāti apstiprināja esošajos pētījumos pierādītās rekreācijas monetārās vērtības noteikšanas nozīmi mežu apsaimniekošanas plānošanā.

Ņemot vērā literatūras studijas un empīriskos pētījumus, autore ir guvusi ieskatu un padziļinātu izpratni par Rīgas pilsētas mežu lomu, funkcijām un veģetācijas izmaiņu dinamiku, lai varētu sniegt atbildes uz promocijas darbā izvirzītajām hipotēzēm.

Pirmā hipotēze ir apstiprinājusies daļēji, jo iedzīvotāji rekreācijai izvēlas gan intensīvi apsaimniekotas meža – parka ainavas, gan ekstensīvi apsaimniekotas ainavas ar pamežu un atmirušo koksni. Tomēr svarīgs kritērijs šādas ainavas izvēlē ir arī ērtai pārvietošanās iespējamība pa labiekārtotiem celiņiem.

Rekreācijas slodze, globālās klimatiskās izmaiņas, piesārņojums, kā arī citi faktori sekmē parastās priedes mežiem tipisko augu sugu sabiedrību izmaiņas visos veģetācijas stāvos. Palielinās gaismas prasīgo platlapu koku sugu, augsto krūmu, nitrofilo, ruderālo un invazīvo sugu skaits un projektīvais segums, bet samazinās sīkkrūmu un sūnu stāvā esošo augu sugu skaits un projektīvais segums. Tādejādi ir apstiprinājusies **otrā hipotēze**.

Šie rezultāti pastiprina arī **trešo hipotēzi**. Rīgas pilsētas mežu apsaimniekošana joprojām notiek pēc tradicionālām metodēm, neņemot vērā pilsētas mežos notiekošo

procesu dinamiku. Mazajos, izolētajos Rīgas pilsētas mežos, kas pakļauti pastāvīgām rekreācijas slodzēm, jau ir izveidojušās platlapu koku sugu un parastās priedes mistrandzes, bet parastā ozola un parastās kļavas pārstāvniecība krūmu stāvā (abām sugām IV konstantuma klase) liecina par šo sugu dabisko atjaunošanos un vitalitāti. Izmaiņas veģetācijā izraisa izmaiņas meža ainavā, tādēļ mežu apsaimniekotājiem jāpielieto tādas apsaimniekošanas metodes, kas, vienlaicīgi veicinot dabiskos sukcesijas procesus, ir ekonomiski izdevīgas un sekmē vietējo iedzīvotāju vēlmī pilsētas mežus izmantot rekreācijai aizvien vairāk.

Priekšlikumi

1. Mežu apsaimniekotājiem jāveicina iedzīvotāju iesaistīšana meža apsaimniekošanā un plānošanā, kā arī jānodrošina labāka informācijas aprīte starp dažādām valsts un pašvaldības institūcijām. Jāakcentē pilsētas mežu sociālo funkciju monetārā vērtība, lai palielinātu sabiedrības interesi par meža lomu pilsētā.

2. Nepieciešams izveidot monitoringa sistēmu veicamajiem apsaimniekošanas pasākumiem, sistemātiskam rekreācijas ietekmes uz meža veģetāciju, kā arī vides un veģetācijas izmaiņu dinamikas novērtējumam.

3. Lai veicinātu Rīgas pilsētas mežu sociālo funkciju palielināšanu, mežu apsaimniekošanā jāizmanto dotā pētījuma rezultāti par iedzīvotāju meža ainavas izvēlēm, kā arī jāturpina pētījumi par iedzīvotāju rekreācijas paradumiem un prasībām. Izmantojot potenciālā apmeklējumu skaita gadā telpiskās izplatības modeli, lokālajā līmenī jānosaka preventīvie pasākumi rekreācijas slodzes ietekmes samazināšanai.

4. Nepieciešams nodrošināt esošo mežu platību saglabāšanu un izolēto mežu masīvu savienošanu ar t.s. zaļajiem koridoriem. Sadarbībā ar pilsētplānotājiem jāveicina tādas zaļās struktūras izveide, kuras pieejamība katram Rīgas iedzīvotājam nodrošināta 15 minūšu, jeb 1 km attālumā.

5. Neietekmēto mežu grupā, kurā ietilpst lielie, ar ārpuspilsētas mežiem saistītie meži (Jaunciema, Buļļusalas, Bolderājas un Mangaļsalas), jāpielieto apsaimniekošanas metodes mežu ekoloģisko funkciju nodrošināšanai, boreālo meža biotopu saglabāšanai un aizsardzībai, kā arī parastās priedes dabiskas atjaunošanas veicināšanai. Jākoncentrē sezonālās iedzīvotāju plūsmas Rīgas jūras līča piekrastē esošajos mežu masīvos, turpinot labiekārtotu autostāvvietu izveidi un dēļu laipu izvietojumu mežā.

6. Ietekmēto mežu grupā, kurā ietilpst mazie un izolētie meži (Anniņmuižas, Šampētera, Bābelītes, Katlakalna, Ulbrokas, Mežaparka, Lāčupes un Vecdaugavas) nepieciešams apturēt zemsedes un zemsegas nomīdīšanu, un degradāciju, cilvēku

plūsmas koncentrēšanai izvietojot labiekārtotas takas un atpūtas vietas. Jāveicina mežu sociālo funkciju palielināšana, ainavu veidošanā pielietojot gan intensīvas, gan ekstensīvas apsaimniekošanas metodes. Tā kā veģetācijas izmaiņu dinamika norāda uz boreālo mežu sugu nomaiņu ar nemorālo mežu koku sugām, nepieciešams pielietot atbilstošu apsaimniekošanas taktiku šī procesa sekmēšanai.

7. Mežu grupā, ko veido pret rekreācijas slodzi tolerantie Šmerļa, Biķernieku un Juglas meži, vienlaicīgi jānodrošina meža ekoloģiskās un sociālās funkcijas. Jāpielieto ekstensīvas un intensīvas meža apsaimniekošanas metodes ainavas vizuālās pievilcības un daudzveidības nodrošināšanai.

1. GENERAL DESCRIPTION

Topicality of the theme

Due to the processes of globalization more and more people live in cities. Forests found in city territories ensure a connection to nature for approximately 70% of Europe's inhabitants. Urban forests are a natural environment, where processes of natural succession have been altered by anthropogenic disturbances.

Nowadays, two main forest functions - social and ecological are emphasized in urban forestry in the world. On the one hand, the task of forest management is closely connected with the provision of people's basic needs for interaction with the environment; it is necessary to maintain green areas in the correct way that improves a city landscape, promotes people's need to visit forests regularly, conduct physical and other kinds of activities, as well as to improve the well-being of city inhabitants on the whole. As the services of a city forest ecosystem are seemingly intangible, the attitude of the society towards the forest management is indifferent and leads to direct and indirect degradation of city forests and the value of services decreases.

On the other hand, the managers of city forests should promote the stability of the forest ecological functions, which can be in conflict with management to ensure the social functions of urban forests. Extensive management has economical benefits, and also delays reaching of ecosystem's climax stage, it creates a diverse landscape and enriches biodiversity. As the present research shows, a vertically and temporally diverse landscape promotes visual aesthetic values of the forest landscape and improves social functions (recreation).

Recreation is a forest ecosystem disturbance. The management of recreation is a task, where a multidisciplinary approach is needed. To ensure sustainability of a modern city, the landscape ecological approach is necessary to use in urban forest management, which consolidates together research from ecology, sociology and economy.

Aim of the thesis

The aim of the research is to suggest recommendations for sustainable city forest management in Riga city that will ensure diversity of forest functions and services.

Research objectives

- 1) to analyse the role and contribution of an urbanized forest in the context of a sustainable city environment;
- 2) to carry out the evaluation of forest recreation services of Latvia and Riga;
- 3) to analyse the influence of the recreation load to the vegetation of Riga city forests;

- 4) to determine the influence of forest management methods on respondent preferences for forest landscape, landscape utility and significance for different respondents groups;
- 5) to divide the Riga urban forests.

Hypothesis

- 1) inhabitants prefer intensively managed forest – park landscapes;
- 2) high recreational loads have resulted in changes of boreal urban forests vegetation in all vegetation layers;
- 3) urban forests are developing altered vegetation composition, the management of which needs to use different methods.

Scientific novelty and practical significance

The thesis is an interdisciplinary study that integrates landscape ecology, urban ecology, territory planning, urban forest management, aesthetics of landscape, sociology and the management of nature resources. A research objective is analyses of different factors influencing the changes in vegetation composition of *Myrtillus* forest type in Riga city. An innovative choice experiment methodology was used to quantitatively and qualitatively examine forest features and estimate the montary value of urban forest' recreational service. It was analysed the impact of forest landscape management to respondents preferences for landscape, determined landscape utility and significance of hypothetical landscape preferences for different respondents groups, which show conflicting views, common features and compromises among respondent choices of forest management methods to ensure multiple functions of urbanized forests. The practical value of the thesis is developing the methodology of choice experiment to determinē the monetary value of urban forest recreational service; the development of hypothetical landscape alternatives models, which are useful in further researches of respondents forest landscape perception; the determination of potential recreational load in Riga urban forests, as well as developing of suggestions for practical Riga urban forest management.

Structure and coverage of thesis

Chapter 1 contains a summary of theoretical studies about urbanized forests from city planning, forest management, biological diversity, recreation as well as the landscape visual and ecological aesthetics points of view.

Chapter 2 contains a description of the research area; the employed methods of statistical and vegetation analysis of Riga city urban forests, and the choice experiment design.

Results of studies are described in **Chapter 3**: the geographical and social factors, influencing Riga urban forests are described; people's perception of the forest landscape, the availability of forest recreation services, community attitude and habits in forests are analysed; the vegetation changes in Riga forest tracts due to the influence of the recreation load are analysed; the obtained results of Choice experiment are analysed; the grouping of Riga city forests in regarding to main management principles is done.

Doctoral thesis contain 10 conclusions and 7 suggestions.

The thesis contains 111 pages; information is summarized in 25 figures, 19 tables and 9 appendicies; 225 literature references are cited.

Jankovska I. doctoral thesis „Problems and solutions in management of Riga urban forests” was supported by the project “Support for doctoral studies in LUA”(agreement No. 2009/0180/IDP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/017).

Approbation of research results

The research results have been presented in 6 international conferences. 6 articles have been published in proceedings of international conferences. 3 articles have been published in international scientific journals. One article has been published in a final report of COST TU 0602 action. Lists of these are provided in the Latvian translation of the Summary. Research results have been included in three project reports.

2. MATERIAL AND METHODS

Riga city forests consist of 15 forest tracts that are connected with rural forests and some small, isolated forests – the remnants of ancient forest areas or planted forests. The main tree species is Scots pine *Pinus sylvestris* L. (88% of total forest area) on poor sandy soil. The research was carried out in *Myrtillosa* type pine forests, which constitutes the highest proportion (33%) of the forests on dry sites in Riga city. Those forests are mostly homogenous 80-100 years old forest stands.

Estimation of the landscape service of Riga city forests. A sociological questionnaire aimed to determine the attitude of professionals on natural forest landscapes in the Riga city environment, as well as to identify possible differences in point of view among the respondent groups (city planners and nature territory managers) was carried out. The Statistical Package for Social Science (SPSS V.10) and Microsoft Excel 2007 were used to analyze the collected data. Chi-square (χ^2) tests were applied to determine significant differences at $p < 0.1$ – 0.01 level in frequency distributions of answers between the groups of respondents.

The evaluation of the forest recreation services in Latvia and Riga. The research was carried out in the framework of the project „Additional research. The integrated economic output of the environment and forests in Latvia” (contract Nr. 51110/C-116, Ministry of Agriculture of Latvia Republic) in 2010 – 2011 (the author of the thesis took part as a expert of non-wood services) about the contribution of non-wood services in the national economy in 2009. A contingency estimation questionnaire was employed to determine the recreation habits of Latvia’s inhabitants. The Statistical Package for Social Science (SPSS V.14) was used to analyze the collected data. A Chi-square test was used to test for significant differences ($p < 0.01$) among socio-economic groups in responses. The data was also used to determine differences in recreational use of forests and inhabitant habits, in relation of forest area in different regions of Latvia. Significance of results was tested by two-factor ANOVA (SPSS V.14). The Games-Howell test was applied to determine significant relationships between recreation variables ($p < 0.01$) for the regions 1) between forest relative area and distance to forest for recreational visits and 2) recreation targets and region. For local Riga city region, the distance, frequency and travel mode for given targets were calculated using *Microsoft Excel 2007*.

The data were used in the third research to estimate the potential recreational pressure on Riga urban forests. ESRI ArcMap 9.3 GIS software was used for modeling included data on the population in a 1.5 km radius around every forest tract to predict potential visitor density for recreation use (number of visits/year) in the forests (Jankovska *et al.* 2013).

Analyse of forest vegetation. The research was carried out in the framework of the Project „Support System of decision making in sustainable forest resource management planning” (agreement No. 2010/0208/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/146, ERAF/ Latvia University of Agriculture).

During the vegetation season of 2010, vegetation was described in 45 sample plots (3 in each of 15 forest tracts). The area of each sample plot was 400 m² (20x20m). The Braun-Blanquet method was used to describe the plant communities (Diekmann, 1999). The vegetation data were entered in a database using TURBOVEG Software. Cluster analysis was applied to classify vegetation data using Sorensen’s measure of distance. Differences in the species composition among plant communities were tested by means of Indicator Species Analysis. The significance of indicator values obtained was calculated with a Monte Carlo test. The ecological gradients in vegetation were determined using Non Metric Multidimensional Scaling (NMS) with the use of computer software PC-ORD 5.

Ellenberg’s indicator values for light, moisture, reaction and nitrogen, as well as data on the vegetation layer cover, were used to explain the derived gradients in the ordination. Ellenberg’s indicator values were calculated by using the herb layer data in computer software JUICE (Tichý, 2002), taking into consideration only presence of species, but not cover. Mean Ellenberg values were calculated for each plot using all

present vascular plant species for which an Ellenberg value (Ellenberg *et al.* 1992) was available.

To attempt to understand the main processes governing plant community formation, the plots were described by plant attributes. A matrix was derived with total cover in plots of species by plant structure, common habitat, introduced plus adventive species, nitrophilous species, and Grime plant strategy (stress tolerant, competitor and ruderal). The Redundancy Analysis (RDA) was conducted to identify gradients in vegetation composition based on these attributes, constrained on a matrix of environmental factors (recreation load and forest tract size).

Choice experiment. The choice experiment was carried out in several stages:

1) a questionnaire including the examined qualitative and quantitative attributes was created. The chosen factors in different levels affecting forest recreation services were: management; facilities; biological diversity; management costs of one hectare (LVL/ha⁻¹); visual aesthetics of the landscape. Using Adobe Photoshop 4.0.1, an image of the *Status Quo* situation was derived from a digital photograph for forests, and seven different alternatives of each forest landscapes were obtained. *Status Quo* images were made for four forest tracts with *Myrtilloso* forest site type („Bulli”, „Anņņmuiža”, „Mangaļsala”, „Mežaparks”);

2) a „face-to-face” sociological questionnaire was carried out in July-August 2011 in Riga urban forests and in their neighbourhoods;

3) the significance of management attributes was estimated in comparison with the *Status Quo* situation. Statistical analysis of the Choice experiment results was based on McFadden’s theory of random utility. An individual’s choice is considered as deterministic, but due to inability of taking all uncertainty attributes into account was modelled stochastically. Therefore, every alternative j from a set of J alternatives has an overall utility U_j containing deterministic V_j and stochastic part ε_j . The deterministic component V_j was modeled as a function of individual specific attribute X_j and a vector of unknown coefficient β (equation 1).

The set of individual specific attributes X_j included only dummy variables for different types of forest management activities: deadwood removal; dead bough removal; understorey removal; recreational amenities (path, benches).

One of the most practically important goals of the Choice experiment was estimation of a persons willingness to pay (WTP) for different management activities (Garrod, 2004). WTP measures the monetary value of a marginal change in each attribute for a representative individual. A model with an exponential WTP includes a logarithm of the alternatives price in addition to other parameters (Pavlyuk, Jankovska, 2012). The model was estimated separately for every of four research sites (equation 2).

One of the strengths of the choice experiment is its ability to estimate effect of alternatives on respondent welfare. Using compensating variation (CV) as a basis, the level of the variable welfare can be defined as “the amount of money that a person

uses to gain a new condition, while maintaining the same consumption level (Kjaer, 2005). Based on this definition, the compensating variation between a *Status quo* state and an alternative k can be mathematically formalized as (equation 3). This equation was applied to compare each alternative with the *Status Quo* state, to determine effect of respondent welfare (Pavlyuk, Jankovska, 2012).

Significance of respondent groups preferences between Status Quo state and hypothetical landscape alternatives. The respondents were divided in the following groups: ‘women’, ‘men’, ‘visit on weekdays/weekends’, ‘visit at the weekends’, ‘respondents with the higher and secondary education who visit a forest on weekdays/weekends’ and ‘respondents with the higher and secondary education who visit a forest on weekends’. The significance level indicates the landscape alternative which was most significant for respondents, moving away from *Status Quo* situation. The level of significance between alternative features was determined by calculation of confidence intervals. Assuming that in large sample groups the theoretical value of Student’s criterion is $t_{\alpha} = 1.96$, then if $t_{0,05} < 1.96$ – the relationship is not significant, and if $t_{0,05} > 1.96$, the the relationship is significant (Liepa, 1974).

3. RESULTS

3.1. City planner and environmental manager views on naturalistic landscapes in Riga

The empirical distribution of questionnaire results of the perception of professionals on the value and benefits of naturalistic landscapes showed that the majority of respondents from both groups („Managers” and „Planners”), which are responsible for planning and managing of Riga’s green infrastructure, preferred the existence of naturalistic landscapes in comparison of formal landscapes (Jankovska *et al.*, 2010). The research has confirmed that landscape evaluation has a close link to important emotion-related psycho-physiological responses and environmental preferences may depend more on affective reactions than on any knowledge-based logical operations (Özgüner *et al.*, 2007).

The statistical analysis showed that there was no major difference between opinions of the two target groups of respondents. The greatest significance ($p < 0.01$) was for the the statement that „in natural landscapes, natural regeneration processes are more apparent than in formal landscapes”. Significant differences ($p < 0.05$) also were shown for the statements that „freedom of thoughts is easier in natural landscapes” and „natural landscapes ensure better contact with nature than formal landscapes”. Besides the study confirmed that landscape evaluation has a close link to important emotion related psycho-physiological responses and that environmental preferences may depend more on affective reactions than on any knowledge-based logical operations (Özgüner *et al.*, 2007).

Preference of natural landscapes can be regionally different (Tyrväinen *et al.*, 2003) and therefore results should not be applied to the whole area of Latvia. The design of urban green space in Riga, as in other European countries, is influenced mostly by the English landscape movement (Bryant, 2006; Jorgensen, Hitchmough, 2002) and, while the value of natural landscape in cities is recognized, changes are needed in public awareness, educational programmes and legislation. City forest managers should become involved in planning processes, to promote integration of the natural environment in cities (Zheng *et al.*, 2011).

3.2. The recreational services of Latvia and Riga city forests

Monetary value of forest recreational service. The main forest recreational services having impact on Latvia's national economy are: 1) educational services; 2) sport and similar activities in the forests; 3) other recreation services. In Latvia there are many privately owned forests and information about income from recreation in those forests is not available. The total sum of the available data about the forest recreational services in research of 2009 was estimated ~ 5.2 millions LVL.

The recreational targets and habits of Latvia inhabitants. The analysis indicated significant effect of respondent social-economic parameters on recreational variables (Table 1). Choice of preferred recreation variables differed significantly ($p < 0,05$) among respondents in relation to social-economic parameters: family size, age, education and occupation (by frequency of visits); education and average income to one family member (by willingness to pay for visit to forest with facilities); family size, age, education, nationality and occupation (by choice of natural forest); age (by intensive managed forest and forest with facilities); age and occupation (by choice of forest park).

The distance which the respondents used for recreation in forests in Riga/Pieriga region shows a significantly positive correlation with the corresponding distances in rural regions (Games-Howell test, $p < 0.01$) (Table 2).

As differences were found in recreation habits between Riga and rural inhabitants, differences in recreation targets were further analyzed, using binomial variables (Table 3). The values in Table 3 indicate differences in the probability that the respondent groups choose a target. The Games-Howell test indicated that the recreational targets of Riga city's inhabitants significantly differ from those of other regions: Riga city's residents mostly chose the targets walking and physical activities, while the residents of other regions chose mushroom and berry picking and consumer product harvest.

In further analysis only the most popular targets for recreation T3 (physical activity) and T4 (consumer product harvest) to determine their relation in Riga city with mean distance, frequency and transport means in visit to the forest. The mean distance in Riga city was 1.5 km.

ArcGIS software was used to determine population density in 1.5 km radius around forests in Riga and to determine visits/ year. Figure 1 presents the results obtained from the GIS analysis on accessibility and average distribution of visits/ year to the forest areas on foot in Riga city in distance 1.5 km and proved that the small and isolated forests have with higher recreational load in comparison with wider forests in the city suburbs.

3.3. Influence of recreation load on Riga city forest vegetation

Riga city forests are dominated by Scot pine *Pinus sylvestris* L. which occupies 88% of the forest area. Forest stands are mostly 80-100 years old pinus tree stands.

In order to determine the impact on Riga forest tracts, the composition of vegetation and projective cover of species were determined. Cluster analyses identified 6 plant communities, which were divided into two groups – unimpacted forests (plant communities: *Pyrola rotundifolia* – *Pinus sylvestris*; *Pleurozium schreberi* – *Pinus sylvestris*; *Calamagrostis epigeios* – *Pinus sylvestri*) and impacted forests (plant communities: *Amelanchier spicata* – *Pinus sylvestris*; *Acer platanoides* – *Pinus sylvestris*; *Cotoneaster lucidus* – *Pinus sylvestris*). The projective cover of vegetation layers in % in these vegetation communities is given Table 4.

A total of 154 vascular plants including 44 tree and shrub species (in the tree layer - 10 species, in the shrub layer – 37, in the herb layer – 32 species), 110 herb species and 18 moss species were recorded in 15 Riga city forest tracts. Species richness differed insignificantly among the forest tracts; the largest number of species was found in the Mangaļsalas forest (64 species) and the least Anņņmuižas forest (22 species).

As the forest stands were anthropogenically affected, the plant composition tended to differ. The most often commonly occurring species (constancy class V) were the tree *P. sylvestris* and shrubs *Sorbus aucuparia* and *Amelanchier spicata*. In the constancy class IV, *Quercus robur*, *Acer platanoides* and *Frangula alnus* occurred in the shrub - herb layers and herbaceous species *Luzula pilosa*, *Lerchenfeldia flexuosa*, *Fragaria vesca*, *Rubus idaeus* in the herb layer. The constancy class III was represented by *A. platanoides* in the tree and herb layer, *Padus avium* in the shrub layer and *S. aucuparia* in the herb layer, as well as seven herbaceous species and two moss species, *Pleurozium schreberi* and *Hylocomium splendens*, which are typical of coniferous forests. Most of the frequently occurring species were boreal forest species.

The highest projective cover in tree layer of *P. sylvestris* in this study (2010) was found in unimpacted forests, where practically no other tree species were found. The successful regeneration of the *P. sylvestris* in the shrub and herb layer in the unimpacted forests (Bulļu, Mangaļsalas, Bolderājas, Jaunciema and Šmerļa) indicate stability of vegetation community. The lowest *P. sylvestris* cover was in stands with a high cover of deciduous trees. The presence of these deciduous trees suggests eutrophication of the dry *P. sylvestris* forests, which also causes changes in plant species composition (Laiviņš, Laiviņa, 1991; Laiviņš, 1998; Laiviņš, 2002). In many

locations *P. sylvestris* has lost its dominant position among the species in advance growth and is being overtaken by *Q. robur*. Also the cover of *A. platanoides* is only slightly smaller than the cover of *P. sylvestris* in advance growth.

37 tree and shrub species were recorded in the shrub layer in Riga forests. The highest amount of species was in impacted forests (14 species). 9-12 species were found in the shrub layer of unimpacted forest tracts. The average projective cover of the shrub layer differs nonsignificantly between unimpacted and impacted forests (accordingly 28% and 42%) (Table 4). The highest projective cover of the shrub layer in the present study (2010) was found in Lāčupes, Katlakalna, Šampētera forests, Mežaparka, Vecāķu – Vecdaugavas and Bābelītes forests, and the lowest in Kleistu – Bolderājas, Jaunciema and Šmerļa forests. The highest cover of *A. platanoides* plus *Q. robur* in the tree and shrub layers was in Anniņmuižas, Katlakalna, and Šampētera forest, of *A. platanoides* in Bābelītes and Juglas forests; and of *Q. robur* in Mežaparka and Ulbrokas forests. *A. platanoides* and *Q. robur* in the shrub and herb layer were found in all the forests except Katlakalna and Anniņmuižas forests.

Boreal species dominante in most *Myrtillosa* forests of Riga – 40 species, of which 13 species are characteristic specifically for the *P. sylvestris* forests. A total of 31 species found in the forests are grassland species, which colonize on disturbed mineral soil and indicate anthropogenic disturbance. 37 species are nemoral species and 17 are nitrophilous species, which indicate improved soil fertility. Eight species are hygrophytic and characteristic of wet soils, which occur in land relief depressions. Four species are adventive species and 16 are other species (the majority of which are introduced species escaped from gardens).

The boreal species dominate (*Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Trientalis europaea*, *Melampyrum pratense*, *Pyrola rotundifolia*, *Lerchenfeldia flexuosa*, *Pleurozium screberi*, *Hylocomium splendens*, *Calamagrostis epigeios*, etc.) in the unimpacted forests. The characteristic plants in the herb layer of impacted forests are typical of ruderal and nitrophilous habitats (*Impatiens multiflora*, *Chelidonium majus*). Some shrub species, for example, *Cotoneaster lucidus*, *A. spicata* and nemoral species, such as *A. platanoides* and *Tilia cordata*, are widespread in the impacted forests.

The relationships among plant communities in relation to spatial factors (recreational pressure) was studied using two methods - Non Metric Multidimensional Scaling (NMS) and Redundancy Analysis (RDA). NMS did not find any major differences in community composition in relation to recreation pressure, but unimpacted forests had higher number of moss and stress tolerant species, which is a typical feature of dry *P. sylvestris* forests. The medium impacted forests had higher numbers of ruderal and shrub species, and the most impacted – more nitrophilous and ruderal species (Figure 2).

It was found that the vegetation in both unimpacted and impacted forests was similar in plant strategies and diversity of species. However, higher diversity and number of stress tolerant species was found in the less impacted plant communities: *Pyrola rotundifolia*-*Pinus sylvestris* and *Calamagrostis epigeios*-*Pinus sylvestris*. The most impacted plant community - *Amelanchier spicata*-*Pinus sylvestris* had the lowest

species diversity (Table 5). As the V constancy class was not found in any herb or moss layers species, these species in the forest ecosystem are the most sensitive to various unfavourable disturbances (Brunet, von Oheim, 1998; Verheyen *et al.*, 2003). Significant differences in the moss layer cover occurred between the unimpacted and the impacted forest groups.

RDA was used to determine effect of recreational pressure and forest tract size on composition of vegetation in terms of plant attributes (for example, life form, strategies), as done previously (Malmivaara *et al.*, 2002). In that study, forest area was related to projective cover and number of boreal species – ferns, mosses and *Ericaceae* species. In the present study, a Monte Carlo test showed that the first RDA axis and the ordination of both axis were significant and could not be explained by chance (accordingly, $p=0.0080$ and $p=0.0020$) (Figure 3). Recreation load was significantly related (Pearson's correlation coefficient $p<0.05$) with the second axis and the size of the forest was related with the first axis. More boreal and moss species were found in large forests. Greater recreational pressure was associated with more grassland, nitrophilous, tall-shrub, and temperate zone species. The results confirmed that the use of plant attributes in vegetation analysis gives much more clear results in comparison with analysis based on species defined by systematics. It should be noted that the RDA analyses shows only the variance in one data matrix that is associated with another data matrix. This can explain why the NMS analysis did not show a clear effect of recreational pressure on plant composition.

3.4. The results of choice experiment

The inhabitants of Riga chose the *Status Quo* forest landscape alternative less (5.3% to 11.4%), preferring intensive management alternatives on the whole. This reflects a low utility for this alternative (there were no amenities in the *Status Quo* situation).

For each choice set the significance of management attributes ($p<0.05$) was estimated (equation 2) in comparison with the *Status Quo* situation (Table 6). Practically in all choice sets the significance of landscape alternative choices corresponded with the expected. The results showed that the most significant management attributes for landscape choice differ:

- in the "Buļļi" set – understorey and boughs cutting, and recreational facilities;
- in the "Anniņmuiža" set – price, deadwood removal, recreational facilities;
- in the "Mangaļsala" set – deadwood removal, boughs cutting and *Status Quo* situation;
- in the "Mežaparks" set – deadwood removal and recreational facilities.

Coefficients of *Status Quo* constants were insignificant in all models, except for the model for the "Mangaļsala" set, where the influence of *Status Quo* was negative, i.e. respondents preferred changes in forest management.

The attribute „price" in all choice sets had negative or insignificant value (i.e., the utility of the alternative was lower). Marginal willingness-to-pay for management

activities, which the *Status Quo* situation change to desired landscape were unadequate high (1133 Ls - „Bullī”, 362 Ls - „Anniņmuiža”, 283 Ls - „Mangaļsala”, 968 Ls - „Mežaparks”). This can be explained in different ways: the attribute ‘price’ was insignificant; a general indifferent attitude to municipal funding; or an disadvantages in design of Choice Experiment.

One of the strengths of the used choice experiment is its ability to estimate the difference of welfare for alternatives (with varying attributes). However, due to problems with attitude toward prices, described above, absolute values of compensating variations are overestimated and not presented here and can be used for comparison of alternatives. It does allow to determine the landscape alternative with the highest utility. Table 7 depicts the range of variation coefficient (CV) in comparison with the *Status Quo* situation, where „1” is the highest value, and „7” is the lowest. The correct approach to this practically important problem is a subject of future research (Pavlyuk, Jankovska, 2012).

The choices of the respondents were also examined in relation to social-economic group (Kupfere, 2011). The significance of differences among alternatives was determined by confidence intervals and assuming that the Student criterion $t_{0,05} > 1.96$ (Liepa, 1974). The comparison of landscape utility and respondent’s groups choice (Table 7) indicates that the two methods gave similar results. The respondent choice also indicated that the factor biological diversity was not significant.

Figure 4 provides an example of the most significant, the second and third significant choices from the choice set „Bullūsala”. The first choice (Figure 4a). All the respondent groups (except “respondents who visit a forest on weekdays/weekends”) preferred the sixth alternative. The second choice (Figure 4b). All the respondent groups chose the seventh alternative. The third choice (Figure 4c). The respondent groups “women”, “men”, “visits on weekdays/weekends”, “respondents with the higher/secondary education who visit a forest on weekdays/weekends”, „respondents with the higher/secondary education who visit a forest at the weekends” chose the fifth alternative. The respondent group “visits on weekdays/weekends” chose the fourth alternative (Figure 4d). The results in general match with the choice of landscape with highest utility (Table 7).

In all of the choice sets (except „Mangaļsala”) the respondent choice was a forest with amenities in which the understory, dead branches, and deadwood was removed. Landscapes with an open view, accessibility, coherence, and homogeneity in tree age and vertical structure were preferred. The study showed that the landscape chosen was a forest that resembles a park, or a „savannah type” tree stand.

A slightly lower preference in all the choice groups (except „Mangaļsala”) was given to a forest landscape with deadwood. Although the facilities are still crucial in the preferences, the presence of deadwood and dead branches significantly improved the complexity of the landscape and gave a feeling of seclusion, as well as positively affected the indicators of the biological diversity.

The respondent group “visits to forest at working days and weekends” differs and gave highest preference, compared to the *Status Quo* condition, to a extensively managed forest with natural and mystic landscape without facilities.

The analysis of the respondent choice showed that the attributes „Cost” and „Biological diversity” was not considered as significant. This can be explained by lack of awareness of respondents or insufficient information given to respondents during the choice experiment.

3.5. Riga urban forest management and planning

Review of historical information on the management of forest of Riga and in other countries, and based on the results of the present study, possible directions of practical management of Riga forests are:

- 1) regeneration of *P. sylvestris* and conservation boreal forest habitat;
- 2) promotion of development of nemoral forest species development;
- 3) use of non-intensive management methods;
- 4) interaction and development of recreational and ecological functions;
- 5) developing of complex approach to urban forest management and planning.

Maintaining regeneration of *P. sylvestris* regeneration and conservation of boreal forest habitats. Lehvavirta and Rita (2002) found that also in urban forests, seedling number is sufficient for forest regeneration. The establishment of *P. sylvestris* occurs in gaps of various size. However, in large gaps, seedling density has been observed to decrease after seven years due to fast growing species (Dobrowolska, 2006). Regeneration of *P. sylvestris* can be promoted by thinning cuts and clearing of the understory. To convert monocultures to multi-age and multi-structure stands, gaps need to be created, possibly with planting. Creation of gaps of size 0.02–0.03 ha, or making existing smaller gaps larger, will improve light conditions and natural regeneration of trees.

The study showed that boreal species diversity is associated with forest tract size and recreational pressure. The non-impacted forest plant communities occurred in large forests, found on the city periphery and connected with larger forests outside Rīga, and in forests where potential recreational pressure was low or where stability was high (Bulļusalas, Mangaļsalas, Bolderājas, Jaunciema, Šmerļa, Juglas un Biķernieku forests). In those stands *P. sylvestris* canopy cover is high (63-90%), and the existing seedlings in the shrub and herb layer show the ability of regeneration of this species and sufficient density. The forest management methods should aim to promote the natural regeneration of this species.

Promotion of nemoral species development. Data collected in a Riga forest management project in 1996 showed that *Q. robur* dominates in the understory, and that the *P. sylvestris* cover is only slightly higher than that of *A. platanoides*. The

results of the present study showed that the *Q. robur* and *A. platanoides* understory was stable, as the former had reached the IV constancy class in the shrub and herb layers. The study by Dobrowolska (2006) in Poland on spontaneous regeneration of *Q. robur* in coniferous stands showed the importance of gap size; although *Q. robur* regeneration was observed in all gaps, the highest density occurred in gap sizes of 100-150 m² and 151-300 m². The vitality of *Q. robur* seedlings and saplings in coniferous stand gaps indicate that *Q. robur* can become the dominating species in the future, particularly if suitable methods of management are used. Therefore, in forests with atypical boreal forest vegetation (Anņimuižas, Šampētera, Katlakalna, Ulbrokas, Mežaparka, Bābelītes, Lāčupes, Vecdaugavas), due to climatic, ecological and anthropogenic factors, conditions have been favourable for establishment of nemoral tree species (e.g. *Q. robur*) in *P. sylvestris* stands. From the ecological and economic points of view, natural forest regeneration processes can be promoted to increase the forest stand sustainability and biological diversity.

Use of non-intensive management methods. The choice of management activities and disturbances created by humans are under the constraints of economic, ecological and social factors, and also legislation. Natural disturbances are variable spatially and temporally, creating a mosaic of patches in different succession stages and diversity of the landscape and species. However, in the city environment, nearly all natural processes and disturbances are limited and substituted by anthropogenic disturbances, which artificially maintain the forest ecosystems in a particular successional stage. This is the mature stage of succession, although without typical natural, late successional stage features, such as trees with very large dimensions and deadwood. Homogenous management methods can decrease diversity (Bunnell, Huggard, 1999), while the simultaneous existence of several succession stages in space by continuous creation of gaps delays the achievement of a climax ecosystem, or ensures that it is never reached (Brūmelis *et al.*, 2011). Furthermore, this creates a heterogenous landscape and promotes biological diversity.

Interaction and development of recreational and ecological functions. Analysis of the vegetation of Riga forests indicated that changes were well associated with forest tolerance to recreational pressure, forest area, and changes in resident density around the forests.

Preference of Riga residents for forest landscapes is given for those with good amenities, a park-type landscape, with homogenous vertical and horizontal structure. Elements of ecological stability and that promote biological diversity, like deadwood (logs, snags), and an understory is preferred only if the landscape contains facilities and travel is easy (wooden paths). This might represent a compromise that would allow the contrasting preferences for ecological and recreational function. The study confirms those from other countries, which found that people prefer landscape for recreation that is filled and attractive due to diversity of landscape elements and structure. These factors also promote biological diversity, and therefore this needs to

be implemented in Riga forest management. City forest managers need to promote resident awareness on forests and management.

Developing of complex approach to urban forest management and planning. The results indicated that recreational and ecological function interaction needs to be planned at two levels: stand level and city landscape levels. The complex analysis at different planning levels showed that the function of a forest can differ between forest tracts: specific function of a forest stand may depend on its accessibility, spatial position in surrounding landscape, as well as its function on a city or regional level scale. The use of a landscape ecological framework requires integration of joint planning, natural and social environments, and has to promote information flows among different state and municipality institutions. The conceptual framework of urban forest management and planning (Figure 5) shows the drivers and factors affecting urban forests.

The study showed that the provision of balanced development of recreational and ecological functions of Riga city forests can be implemented by division of three forest groups: 1) forests in which management has to promote the support of ecological functions and development of boreal forest vegetation (Jaunciems, Buļļusala, Bolderāja and Mangaļsala); 2) forests where there is a need to promote the development of nemoral species and development of recreational functions (Anņņmuiža, Šampēteris un Bābelīte, Katlakalns, Ulbroka, Mežaparks, Lāčupe un Vecdaugava); and 3) forests with balanced recreational and ecological functions, and maintenance of boreal species (Šmerļa, Biķernieku and Juglas).

CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS

Conclusions

1. Recreation in forests is an important form of relaxation in Latvia: in 2009, 83% of respondents visited forests. The main recreation targets in Latvia were mushroom and berry collecting, and in Riga – walking (respectively, 72%, 48% and 60%).

1. Choice of preferred recreation target differed significantly ($p < 0,01$) among respondents in relation to social-economic parameters: family size, age, education and occupation (by frequency of visits); family size, age, education, nationality and occupation (by choice of natural forest); age (by intensive managed forest and forest with facilities); age and occupation (by choice of forest park; and education and average income to one family member (by willingness to pay for visit to forest with facilities).

2. Mean distance to forest that Riga residents travel for visits was 1.5 km. The spatial distribution of potential visits to forest stand was estimated to assess impact on vegetation. The spatial distribution of recreation loads greatly differed between forest

tracts. Cluster analyses identified 6 plant communities, which were divided into two groups – unimpacted and impacted forests.

3. Recreational loads have resulted in changes in forests of Riga (dominant species *Pinus sylvestris* L. - 88% of total area) in all vegetation layers. The occurrence of broad-leaved trees species, shrubs, nitrophilous and ruderal species richness and projective cover (tree, shrub and herbaceous layers) have increased; the richness and projective cover of low shrubs and mosses (herbaceous and moss layers) have decreased.

4. The extent of transformation processes in forests depended on forest size. In large forest tracts of Riga, the vegetation in all layers tended to be typical of pine forest, and the presence of pine in understory shrub and herb layers indicated natural regeneration. In small forest tracts with potential larger recreational loads, the relative cover and richness of graminoid, nitrophilous and tall shrub species were higher.

5. A relatively low level of choice of residents for the existing (*Status Quo*) forest landscape (5.3-11.4 %) indicates the insufficiency of the utilized management regime for a landscape preferred for recreation. The assessment of effect of management activities in four dry pine *Myrtillosa* site type forest alternative models indicated that the existing condition had positive effect ($p < 0.05$) on respondent choice of landscape. In one case, there was a positive effect ($p < 0.05$) of cutting the shrub understory, and in three cases, removal of dead wood, cutting of dead branches and implementation of facilities were important.

6. The highest value of a landscape utility was given to a forest with intensive management (cut shrubs and dead branches, dead wood removed and implemented facilities). Relatively high utility was given to a landscape with extensive management (dead wood and understory removed), if facilities were implemented. This indicates a compromise between simultaneous provision of ecological and social functions.

7. The all respondent groups gave preferred choice (Student criterion $t_{0,05} > 1.96$), compared to the *Status Quo* state, to an open landscape with removed understory and homogenous forest stand age structure, which facilities. The respondent group “visits to forest at working days and weekends” differs and gave highest preference (Student criterion $t_{0,05} > 1.96$), compared to the *Status Quo* condition, to a extensively managed forest with natural and mystic landscape without facilities.

8. In recreation forests, it is necessary to maintain and develop extensively managed territories that have importance from the ecological, economic and visual aesthetic aspects. Such territories create heterogenous landscapes and promote biological diversity, and serve as educational sites, and decrease alienation with conception of natural processes.

9. The Choice experiment method was useful to determine effect of management activities, respondent willingness to pay and respondent welfare in different hypothetical landscapes. While the parameter „Cost” had no significant effect, the results indicate the importance of monetary value of recreation for planning of urban forest management.

The author of thesis obtained information that has increased the understanding of the role of Riga urban forests, their functions and dynamics of vegetation change, and answers to hypotheses are provided. **The first hypothesis** is confirmed partly – although mostly the local residents chose intensively managed forest - park landscapes, the research showed the significance of extensively managed landscapes with deadwood and understorey. However, good accessibility and comfortable walking is desired.

Recreational load, global climate changes, disturbances, etc. promote the alteration of typical vegetation composition of *Myrtillosa* forests in all layers of vegetation. The species richness and projective cover (tree, shrub and herbaceous layers) of broad-leaved trees species, shrubs, nitrophilous and ruderal have increased; the richness and projective cover of low shrubs and mosses (herbaceous and moss layers) have decreased. Thus, **the second hypothesis** is confirmed.

Those results confirm also **the third hypothesis**. The managers of Riga urban forests still use traditional methods and do not consider the dynamics of processes in urban forests. In small, isolated forests, broad-leaved tree species already have high constant classes in shrub and herbaceous layers and show vitality and successful regeneration. The changes of vegetation composition create changes in forest landscape. The urban forest managers have to use methods that promote natural succession, have economic benefit and simultaneously ensure the desire of local residents to use the urban forests for recreation more often.

Suggestions

1. Forest managers need to involve residents in forest management and planning, and need to ensure better information exchange between various state and municipal institutions. The financial value of forest social functions needs to be accented, to promote the interest of the community in the role of forests in cities.

2. There is a need to develop a monitoring system for effect of management activities, effect of recreation on forest vegetation and to assess environmental and vegetation dynamics.

3. To promote the social functions of Riga forests, forest management needs to involve the research on resident choice of forest landscape, and there is a need for further research on resident habits and needs in terms of recreation. Using a spatial

model of recreational visit loads, preventive actions need to be taken to decrease effects of recreation in each stand (local level).

4. The existing forest area needs to be maintained and isolated forest tracts need to be connected by green corridors. In cooperation with city planners, green infrastructure should be planned to ensure availability to each resident at 15-minute or 1-km distance.

5. In the forests tracts that are less affected by recreation (large tracts connected with forest outside of the city: Jaunciema, Buļļusalas, Bolderājas and Mangaļsalas, management methods need to ensure their ecological function, conservation of boreal forest habitats and promotion of regeneration of pine. Visitor flows need to be concentrated in forests near the Gulf of Riga, facilities need to be implemented in parking areas, and wooden paths need to be constructed.

6. In the impacted forest tracts, which include small and isolated forests (Anņņmuižas, Šampētera, Bābelītes, Katlakalna, Ulbrokas, Mežaparka, Lāčupes and Vecdaugavas), it is necessary to halt trampling and degradation of the vegetation, by creating paths with facilities to concentrate visitor flows. The social function of forests needs to be promoted, using both intensive and extensive landscape management methods. As the forest succession tends to replacement of boreal tree species by nemoral species, management should promote this process.

7. The forest group that is tolerant to recreational load (Šmerļa, Biķernieku and Juglas), both ecological and social functions need to be maintained. Extensive and intensive forest management methods need to be employed to increase visual aesthetic of the landscape and biological diversity.