

Aerolaserskaneerimise andmetel põhineva reljeefikaardi kasutamisest ajalooliste parkide uurimisel

Sulev Nurme, Priit Paalo

Reljeef pargis – materialiseerunud aeg

Pargiruumi restaureerimise meetmete kavandamiseks on vaja parki mõista. Ajalooliselt väärtuslike maastikuobjektide säilitamise üks eesmärk on hoida mälu ja tagada seeläbi ka ajalooliste väärtuste mitmekesisus.¹ Pargiruumi lugemine, selle arhitektoonikat määravate kihtide² ja ajalookihistuste mõistmine pargi loomishetkest tänapäevani on primaarne ning hädavajalik pargi (kui mälestise) väärtuste defineerimisel.³ Seejuures on pargi kui arhitektoonilise süsteemi lugemisel oluline mõista ühelt poolt kompositsiooni kui ruumilist vormisüsteemi selle loonud ajastu kontekstis ning teisalt mõista tähendusi, mida see ruumisüsteem endas kannab: loodus, tehnoloogia ja kunst, *otium* ja *negotium* – osalt lagunened kiviaiana määratletav ning osalt linnulauluna määratlematu –, mis annab kompositsioonile tema karakteri.⁴ Pargi kui ruumi ülesehitus ning selle määratlejad – taimed, urnid, lehtlad, skulptuurid, tiigid, purskkaevud – olid mõeldud vaatajale midagi ütlema, oma kohalolu ja tähendustega andsid nad neid ümbritsevale ruumile mõtte,⁵ kuid samas määras kohaliku maastiku eripära raamid, millesse pargiruum sobitati. Seepärast tuleb toonitada, et ajalooline mõisapark on alati osa terviklikust arhitektuuriansamblist, põllumajandusüksusest, kohalikust

1 Suuder, O. (2009). Varemete poeesia. – Park on paradiis looduses ja kunstis. Toim. Maiste, J., Külvik, M. Eesti Maaülikool, lk 314.

2 Steenbergen, C., Reh, W. (2003). Architecture and landscape : the design experiment of the great European gardens and landscapes. Thoth Publishers, lk 385.

3 Gard'ner, J. M. (2007). Preparing the conservation plan. – *Understanding Historic Building Conservation*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd., lk 158–159.

4 Steenbergen, C., Reh, W. (2003), lk 385.

5 De Jong, E. (2000). Nature and Art. Dutch Garden and Landscape Architecture, 1650–1740. University of Pennsylvania Press, lk 31.

maastikust, omaniku maailmavaatest. Park mõtestab maastiku, kuid saab samal ajal ka ise tähenduslikkuse sellest samast maastikust.

Eesti mõisaparkide keerulise ajaloo tõttu⁶ on kahjuks väga suur osa sellest, mis võiks olla tänasele pargiuurijale abiks parkide kompositsiooni lugemisel, osaliselt või täielikult hävinenud. Üks neid kujunduselemente, mis sageli talletab eneses üllatuslikult palju infot, kuid mille iseloomulikud jooned jäävad taimeistiku või rajatiste tõttu märkamata või saavad teenimatult vähe tähelepanu, on reljeef. Maapinna terrasseerimine, veekogude, kuivendussüsteemide, hoonete ja teede rajamine, samamoodi ka nende lammutamine või lagunemine jätab reljeefile jälje ning peegeldub maastikus spetsiifiliste moodustistena. Reljeef annab sageli võtme veekogude, hoonete ja rajatiste, piirdeaedade ning tihipeale ka peateede asukoha määramiseks või täpsustamiseks, seda mõnikord isegi siis, kui pargi muud osised on hävinenud.

Samas on erinevate ajastute jäljed reljeefis põimunud. Ajaloolisi maastikke uurides eeldatakse, et sündmusi ja nende põhjustatud maastikumuutusi saab kronoloogiliselt järjestada ja eri ajal toimunud muutusi selgelt eristada.⁷ Muutuste kronoloogiline järjestamine ja nende tulemusena tekkinud nähtuste või/ja objektide ajastute järgi väljatoomine on võimalik ajaloolises õiendis ning analüüsiskeemidel, kuid mitte *in situ*. Reljeefi lugemise teebki keeruliseks esiteks just see, et kuigi ta talletab eneses jälgi kogu pargi ajaloost, on väga raske erinevatel ajastutel aset leidnud muutusi eristada. Kas näiteks Öisu mõisa rokokoolikud terrassid said oma praeguse kuju 1760ndate kujunduslahendusega või 19. sajandi lõpul aset leidnud ümberkujundamiste käigus, on praegu ilma arheoloogiliste uuringuteta võimatu öelda.⁸ Teiseks on parkides leiduvaid reljeefimoodustisi ilma lisainformatsiooni omamata sageli väga raske identifitseerida. Kui regulaarsete reljeefivormide – vallide, kraavide, astangute jm – puhul võib oletada nende seotust hoonetega (keldrid, pinnasesse mattunud vundamendid jne), rajatistega (kraavid, lagunenud piirdemüürid jm) või regulaarse pargikujundusega (teed, terrassid jm), siis ebaregulaarsete (või ebaregulaarselt paiknevate) reljeefivormide interpreteerimine on raske. Kolmandaks, pidev inimtegevus tekitab järjest uusi, sh ajutisi reljeefivorme, mille tagajärjel vanad hävivad või transformeeruvad. Seetõttu osa reljeefivorme on ühest ajastust teise kulgevate protsesside produktidena määratlematud või jätavad laia tõlgendamisruumi. Nagu maastikku tervikuna, nii mõjutavad ka reljeefi looduslikud ja

6 Maiste, J. (2005). Eestimaa mõisad. Tallinn: Kunst, lk 62.

7 Mlekuž, D. (2013). Messy landscapes: lidar and the practice of landscaping. – *Interpreting Archaeological Topography: 3D, Visualization and Observation*. Oxford: Oxbow, lk 88–99.

8 Nurme, S. (2009). Vana park. Avastusretk baroki ääremaille. – *Park on paradiis looduses ja kunstis*. Eesti Maaülikool, lk 108.

erinevatel ajastutel inimese poolt käima lükatud protsessid, mis ajas kestavad ning mille tulemusena toimuvad muutused toodavad sageli visuaalset müra, mis omakorda raskendab pargis nähtava kronoloogilist lahterdamist. Seega võib öelda, et tänane park, või ka üldisemalt – maastik – on täidetud aja poolt, aeg on maastikul materialiseerunud.⁹

Seejuures saab reljeefi analüüsida kahest aspektist, võttes pargi topograafilist situatsiooni kas n-ö vertikaalse infopangana, kust saab andmeid mulla, veestiku, inimasustuse, hävinud hoonestuse, taimeistiku jm kohta, või nn horisontaalse infopangana, kust saab välja lugeda infot ajalooliste protsesside ulatuse ja iseloomu kohta.¹⁰ Käsitledes reljeefi kui pargiruumi infopanka, tuleb tõdeda, et nii nagu ajaloolises pargis (aga ka üldse maastikul) esinevate mis tahes muude nähtuste analüüsimisel, ei saa üht ajaloolist kihistust või seda markerivat arhitektoonilist kihti või mõnd pargi kujundust märkivat maastikelementide või -komponentide kihti¹¹ kontekstist välja rebida, vaid analüüsitava informatsiooni tuleb tõlgendada aja poolt täidetud tervikliku pargiruumi kontekstis. Seepärast ei saa reljeefi analüüsil lähtuda vaid sellest, millised pinnavormid pargis esinevad või mida nad võivad eraldi võttes tähendada, vaid läbi tuleb käia tavaline tee, selgitades välja pargi kujunemisloo nii ansambli, taimeistiku, hoonete ja rajatiste, kontaktvööndi kui ka omanike osas, tehes välitöid ajaloolise pildi piiritlemiseks *in situ* nüüd ja praegu ning analüüsides nii viisi saadud infot komplekselt.

Reljeefi analüüsi lähteallikad ning analüüsivõimalused

Vanim meetod pargi reljeefi uurimiseks on kahtlemata topograafiline mõõdistamine, mis sõltuvalt täpsusastmest annab üldise ettekujutuse maapinna kõrgustest. Kartograafia on olnud õhtumaise kultuuriloo üks lahutamatu osa, ulatudes tagasi Ptolemaioste aega, topograafilisest mõõdistamisest selle põhimõtteliselt tänases tähenduses saab rääkida u 17. sajandist.¹² Eesti mõisamaid detailsemalt käsitlevad varasemad plaanid, kust saab täpsemat infot ka mõisasüdamete kohta, pärinevad 18. sajandi keskelt, enamik ajaloolisi plaane on koostatud siiski 19. ja 20. sajandil. Pargiuuringuteks saab kasutada peamiselt mõisa majanduslikust olukorrast ülevaate saamiseks koostatud maamõõdu-

9 Mlekuž, D. (2013), lk 98.

10 Vroom, M. J. (2006). *Lexicon of Garden and Landscape Architecture*. Basel: Birkhäuser, lk 40.

11 Steenbergen, C., Reh, W. (2003), lk 383–387.

12 Vroom, M. J. (2006), lk 195.

plaane, millel on muu hulgas kujutatud ka mõisasüdameid.¹³ Enamasti on neil plaanidel reljeefi kujutatud üldiselt ning kõrgusandmeteta (ill. 1). Isegi üksikud säilinud pargikujundusplaani, mis pärinevad 19. sajandi viimastest aastatest või 20. sajandi algusest, ei käsitle üldjuhul reljeefi täpsemalt (ill. 2).

Ülevaate maastiku üldisest reljeefist annavad kindlasti Vene 1-vers-tane (1:42 000) topograafiline kaart, koostatud peamiselt aastatel 1894–1915, ning erinevate võimude ajal koostatud, Eestit hõlmavad topograafilised kaardid. Mõningal määral on abi Eesti topograafilise andmekogu baasil igal aastal uuendatavast Eesti põhikaardil¹⁴ ning sellele eelnenud kaartidel kajastuvast kõrgusinfost, ent põhikaardi täpsusaste (1:10 000) võimaldab reljeefi kohta teha vaid üldisi järeldusi.

Täpsemad andmed reljeefi kohta ilmuvad mõisaparke käsitlevale plaanimaterjalile siiski 20. sajandi maamõõduplaanidega. Valdavalt on kasutada olevad parkide detailsed geodeetilised plaanid, millel sisaldub ka kõrgusinfo, koostatud Nõukogude perioodil ja peale Eesti taasiseseisvumist. Kui need plaanid on olemas, on nad reljeefi analüüsimisel väga heaks lähtematerjaliks (ill. 3), kuid silmas tuleb pidada seda, et koostatuna pargi loomisajast tunduvalt hiljem, kajastavad nad mõõdistamise ajaks välja kujunenud reljeefi, mis võib algsest sageli oluliselt erineda.

Reljeefi kohta saab infot lisaks olemasolevale plaanimaterjalile ka vanadelt fotodelt (ill. 4) ning joonistustelt. Joonistusi parkide kohta on ka säilinud. Tuntuimad näited on kindlasti Stavenhageni albumid 1860ndate teise poole Eesti- ja Liivimaast¹⁵, samuti üksikud vaated J. C. Brotzelt¹⁶ jt. Alati tuleb arvestada sellega, et joonistus sõltub eeskätt joonistajast, tema oskustest, eelistustest ja paljudest muudest teguritest, mis teevad joonistuse subjektiivseks. Seetõttu saab joonistusi kasutada küll abimaterjalina, kuid need ei ole ilma välisvaatluste ja toetava plaanimaterjalita informatiivsed. Fotod, dokumenteerides pildistamishetke, on üldjuhul joonistustega võrreldes vähem subjektiivsed ning nad on kahtlemata väga heaks abimaterjaliks nii üldisel pargiruumi uurimisel kui ka reljeefi analüüsimisel. Fotode puhul tuleb arvestada siiski pildi sisu küllaltki laialdasi tõlgendamisvõimalusi,¹⁷ mis tulenevad foto tegemise

13 Nutt, N. (2008). Parkide restaureerimine. Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž, lk 195.

14 Maa-ameti Geoportaal - Põhikaardistuse ajalugu. [WWW] <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Andmed-ja-kaardid/Topograafilised-andmed/Eesti-Pohikaart-110-000/Pohikaardistuse-ajalugu-p113.html> (07.07.2013).

15 Stavenhagen, W. S. (1866). Album Livländischer Ansichten gezeichnet und herausgegeben von Wilhelm Siegfried Stavenhagen in Mitau. Mitau; Stavenhagen, W. S. (1867). Album Ehstlandischer Ansichten gezeichnet und herausgegeben von Wilhelm Siegfried Stavenhagen in Mitau. Mitau.

16 Brotze, J. Chr. (2006). Estonica. Koostanud A. Hein, I. Leimus, R. Pullat, A. Viires. Tallinn: Estopol.

17 Edwards, B. (2008). Understanding Architecture through Drawing. Taylor & Francis, lk 82–85.

ajenditest, pildistatava sisust ning fotograafi oskustest ja tema eesmärkidest fotot tehes. Lisaks tuleb siiski rõhutada, et enamik säilinud fotosid mõisaparkidest on tehtud 19. sajandi viimastel kümnenditel ning 20. sajandil, mistõttu neilt saadav info kajastab vaid hiliseimaid perioode mõisaparkide loos.

Pargiuurimise põhiliseks viisiks eespool viidatud materjale silmas pidades on graafiline analüüs, mis seisneb plaanide ja vaadete võrdlemisel, kasutades info filtreerimiseks plaani- või pildimaterjali lihtsustamist, demontaaži, võrdlust, kombineerimist jt graafilise analüüsi põhimeetodeid.¹⁸ Reljeefi puhul on uurija huviks enamasti aegrea määramine, mis aitab selgitada reljeefi muutuste tekkimist ja põhjuseid, samuti reljeefi kui kujunduselemendi iseloomu selgitamine ning reljeefiga seotud või sellest sõltuvate hoonete ja rajatiste omaduste, tunnuste ja funktsioonide määramine. Üldine analüüsiprotsess jaguneb põhimõtteliselt kolme ossa: objekti olemuse ja kujunemise kindlaksmääramine ajaloolise materjali abil, objekti olemuse määramine *in situ* hetkeseisus ning saadud andmete omavahelisel võrdlemisel saadud andmestiku analüüs ja süntees.¹⁹ Ajaloolise situatsiooni määramisel on abiks erinev plaanimaterjal, mille võrdlemisel, lihtsustades või täiendades olemasolevaid materjale²⁰, on võimalik saada ülevaate maastiku horisontaalsest liigendatusest, ulatusest ja ajalisest kujunemisest (muutumisest maastikul), enamikul juhtudel alates 19. sajandi esimesest poolest ja lõpetades tänapäevaga. Lisades geodeetilistelt plaanidelt ja ajaloolistelt fotodelt saadava info, saab plaanide kombineerimise ja täiendamise²¹ tuleks ka maastiku vertikaalse liigendatuse aegrea ja põhilised iseloomulikud jooned. Paraku on eespool osutatud põhjustel sageli raske saada ülevaatlikku kõrgusinfot, mille abil saaks teha üksikasjalikumaid järeldusi reljeefi vertikaalse liigendatuse kohta, eriti puhkudel, kui puuduvad ajaloolised fotod, geodeetilised mõõdistused või ajaloolist situatsiooni täpsemalt käsitlev plaanimaterjal. Palju aitavad selgitada välitööd, mille raames saab hinnata ka reljeefi, koostades reljeefi omadusi iseloomustavaid plaane, maapinna ristlõikeid jms, kuid ilma geodeetilisi mõõteriistu kasutamata võib tulemus sageli olla väheinformatiivne, isegi desorienteeriv.

2000ndate lõpul pildistati Eesti territoorium aerolaserskaneerimise (ALS) meetodil,²² mille tulemusena on valminud kogu riigi ala hõlmav reljeefikaart.

18 Leupen, B., Grafe, C., Köring, N., Lampe, M., de Zeeuw, P. (1997). Design and analysis. Rotterdam: OIO Publishers, lk 18–23.

19 Fretwell, K. (2001). Digging for History. Rooted in History. Studies in Garden Conservation. London: The National Trust, lk 65.

20 Leupen, B., Grafe, C., Köring, N., Lampe, M., de Zeeuw, P. (1997), lk 18–19.

21 Samas, lk 18–20.

22 Maa-ameti Geoportaal - Kõrgusandmed. [WWW] <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Andmed-ja-kaardid/Topograafilised-andmed/Korgusandmed-p114.html> (20.07.2013).



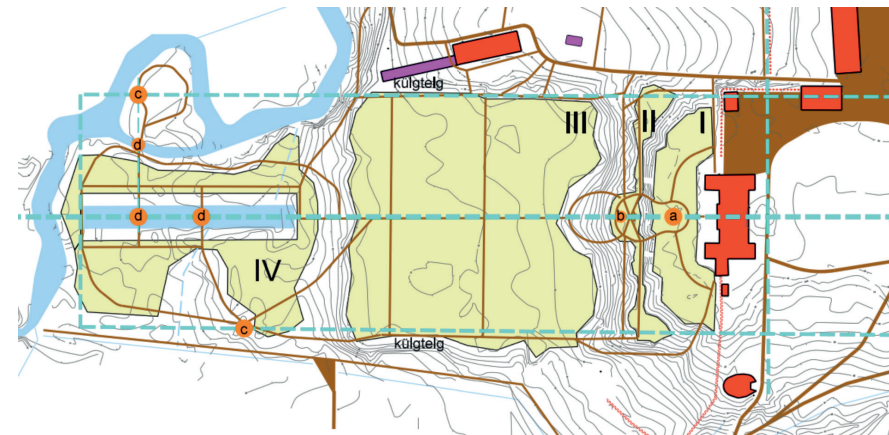
Ill. 1. Padise mõisasüda 1828. a. Viirutusega on tähistatud järsakute piirid. / Heart of the Padise Manor in 1828. The precipices are indicated with striations.²³



Ill. 2. Väljavõte Walther von Engelhardti poolt 1904. aastal koostatud Kärsna mõisasüda kujundusplaanist. / Portion of the design plan for the heart of Kärsna Manor drawn up by Walther von Engelhardt in 1904.²⁴

²³ Padise Kloster im Harrisechne Kreis und St. Mathias Kirchspiel. EAA 854-4-469, I 19.

²⁴ Beilage zum Entwurf einer Parkanlage auf Kerstenhof. Die Anlage in der Umgebung des Herrenhauses. EAA 1404-1-25.



Ill. 3. Fragment Öisu mõisasüda kompositsiooni analüüsiskeemist 2008. a. Rooma numbritega on tähistatud astangutega eraldatud tasapinnad. / Fragment from the analytical diagram showing the composition of the heart of Öisu Manor in 2008. Roman numerals indicate the levels separated by berms.²⁵



Ill. 4. Öisu mõisaparki tagaväljaku terrassid ca 1910. a. / Terraces on the rear square of the Öisu Manor Park, about 1910.²⁶

²⁵ Nurme, S., Kaare, E., Paju, K.-M. (2008). Öisu mõisaparki heakorrastuse põhiprojekt. Artes Terrae OÜ. 33KP08. Tartu. Joonis 4.

²⁶ Euseküll. Postkaart. Kirjastaja Г. Гемпель. Eesti Rahvusraamatukogu. Pk Viljandimaa 15/1.



Ill. 5. Purdi mõisasüdade reljeef: reljeefikaardil selgelt eristuvad terrassid ühtivad 1877. aasta plaanil pargi regulaarse struktuuriga täpselt (skeem: Maa-ameti kaardiserver, Eesti Ajalooarhiiv) / The terrain of the heart of the Purdi Manor: on the relief map, the clearly visible terraces coincide exactly with the regular structure of the park on the 1877 map (diagram: Estonian Land Board Geoportal, Estonian Historical Archives)²⁷



Ill. 6. Saare mõisasüda. Reljeefiplaanil on hästi tuvastatavad pargi läänepiiril ja idapiiril asunud peateed, mis tänaseks on maastikust kadunud (skeem: Maa-ameti kaardiserver, Eesti Ajalooarhiiv) / Heart of Saare Manor. The main roads on the western and eastern border of the park, which have now disappeared, are clearly visible on the relief map (diagram: Estonian Land Board Geoportal, Estonian Historical Archives).²⁸

²⁷ Purdi mõis. Noistfer Fol II. 1877. EAA 3724-4-462, l 1.

²⁸ Saare mõisasüda 1928. a mõisa üldplaani (koopia 1925. aasta plaanist). ERA T-3-24-1452.



Ill. 7. Suure-Lähtu mõisasüda. Reljeefikaardil eristuvad selgelt tagaväljaku kiirtekujuline teedevõrk, pargi keskel paiknev võimalik paviljoni asukoht, piirdemüür ning hävinud hoonete asukohad (skeem: Maa-ameti kaardiserver, Eesti Ajalooarhiiv) / Heart of Suure-Lähtu Manor. The following are clearly visible on the relief map: the network of roads, shaped like rays, on the rear square; the location of the possible pavilion in the centre of the park; the surrounding wall and locations of the destroyed buildings. (Diagram: Estonian Land Board Geoportal, Estonian Historical Archives).²⁹



Ill. 8. Urvaste mõisasüda. Nooltega on näidatud arvatavasti alustaimestikust vm põhjusel tekkinud identifitseerimatud reljeefimoodustised (skeem: Maa-ameti kaardiserver, Eesti Ajalooarhiiv) / Heart of Urvaste Manor. The arrows indicate the unidentified relief formations that have developed due to the underlying flora or for some other reason (diagram: Estonian Land Board Geoportal, Estonian Historical Archives).³⁰

²⁹ Suure-Lähtu mõisasüda 1878. a mõisa- ja talumaade hindamistoimikus (koopia). EAA 2486-1-3216, l 131.

³⁰ Generalkarte von dem im Werroschen Kreise und Anzenschen Kirchspiele belegenen Gute Urbs. 1908. EAA 2072-9-731.

Samal meetodil koostatud kaarte ja plaane kasutatakse aktiivselt arheoloogias maastikuobjektide uurimisel, kuna ALS-pilt võimaldab saada hästi arusaadava ülevaate maastiku pinnavormidest. Paljud tänapäeval publitseeritud uurimused, mis käsitlevad arheoloogilisi uuringuid maastikul või ka lihtsalt maastikuuuringuid, põhinevad ALS-piltidel.³¹ Reljeefi- ehk nn lidarikaarte on arheoloogilistes uuringutes tulemuslikult kasutatud 2000ndate algusest paljudes Lääne-Euroopa riikides (Hollandis³², Saksamaal, Inglismaal, Itaalias, Kreekas jt³³) ning samuti paljudes endistes idabloki maades, näiteks Ungaris³⁴ ja Balkani maades³⁵. Reljeefiuuringutes kasutatakse sageli ALS-andmete alusel koostatud ASCII koodis kõrgusandmeid või digitaalseid kõrgusmudeleid (*digital elevation model* – DEM), mille tulemusena valmivaid kujutisi saab vastavalt püstitatud eesmärkidele spetsiaaltarkvara abil töödelda ning informatiivsemaks muuta.³⁶ Samas saab esmase visuaalse info ka näiteks DEMi põhjal loodud halltoonides reljeefivarjutuselt ilma seda spetsiaalselt töötlemata.

Tekib küsimus, kuidas rakendada Eesti Maa-ameti geoportaalis avalikult kasutada olevat ALSipõhist reljeefikaarti mõisasüdamete reljeefi uurimisel ning kas seda reljeefikaarti saab tulemuslikult rakendada lihtsas võrdlevas kaardianalüüsis ilma spetsiaaltarkvara appi võtmata.

Eesti ALS-reljeefikaart

Õhusõidukilt laserskaneerimisel mõõdetakse aega, mille jooksul laserimpulss läbib tee laserist maapinnani ja tagasi. Lennuki asukoha ja asendi, laserimpulsi lähetusnurga ja kestuse ning atmosfääriandmete järgi saab välja arvutada koha, kust laserpunkt maapinnalt peegeldub.³⁷ Skaneerimise tulemusena saadakse 3D punktipilv, mis võimaldab tuvastada maapinnal asuvaid objekte kuni

31 Masini, N., Coluzzi, R., Lasaponara, R. (2011). On the airborne Lidar contribution in archaeology: from site identification to landscape investigation. – *Laser Scanning, Theory and Applications*. Intech, lk 264.

32 van Zijverden, W. K., Laan, W. N. H. (2003). Landscape reconstructions and predictive modeling in archaeological research, using a LIDAR based DEM and digital boring databases. – *Archeologie und computer*, workshop. 2003, vol. 7.

33 Masini, N., Coluzzi, R., Lasaponara, R. (2011), lk 270–277.

34 Firnigl, A. (2009), lk 116–118.

35 Mlekuž, D. (2013), lk 93–95.

36 van Zijverden, W. K., Laan, W. N. H. (2003).

37 Metsur, M. (2012). LIDAR Leica ASL50-II. Maa-amet. [WWW] http://geoportaal.maaamet.ee/index.php?page_id=336&lang_id=1 (07.07.2013)

0,1 m täpsusega.³⁸ Punktipilve töötlemisel on võimalik saada maapinna DEM, mille üks väljund on reljeefi kujutatav 3D pilt.

Eestis tehti aerolaserskaneerimisel põhinev aeropildistamine teoks aastatel 2008–2011. Selle tulemusena on meil olemas kogu Eesti territooriumi ühtlaselt hõlmav andmestik. Digitaalsed kõrgusandmed, nende põhjal koostatud DEM, erinevad reljeefikujutised jm kõrgusandmete väljunditena võimalikud infoüksused³⁹ on saadaval Maa-ametis. Eestis kasutatud seadmete eeldatav täpsus lennukõrgusel 300–4000 m oli horisontaalsihis (risti ja piki lennujoont) 0,5–0,33 m, kõrguse täpsus 0,07–0,14 m.⁴⁰ Vertikaalne täpsushinnang kontrollmõõtmistel jäi vahemikku +/- 0,34 m.⁴¹

Mõisasüdamete reljeefianalüüsi metoodilised aspektid

Maa-ameti avalikus kasutuses oleva reljeefikaardi rakendusvõimalusi uuriti kõrvaleesmärgina 2013. aasta kevadel Priit Paalo Eesti barokseid mõisaparke käsitlevas magistritöös⁴². Priit Paalo uurimuse põhieesmärk oli selgitada välja Eesti mõisaparkide reljeefi isikupärased jooned ajavahemikus 1750–1850. Uurimismeetodiks oli valitud mõisasüdamete kaardianalüüs, milles kasutati tänapäevast olukorda kajastavaid Maa-ameti reljeefikaarte ning valdavalt Eesti Ajalooarhiivist leitud ajaloolisi plaane. Vaadeldavad pargid valiti eelnevalt rohkem kui 400 mõisapargi kompositsiooni analüüsil välja selekteeritud 152 regulaarse põhiplaaniga pargi hulgast⁴³, kokku 37 parki⁴⁴. Valiku tegemisel kasutati lisaks varasemaid barokkparke käsitlevaid uurimusi⁴⁵, samuti on rakendatud kaardianalüüsi üldmetoodika sisuliselt võrreldav Eigo Tarkini mõisasüdamete ruumilist ulatust ja säilivust käsitleva tööga⁴⁶ ning Nele Nuti

38 Masini, N., Coluzzi, R., Lasaponara, R. (2011), lk 265–266.

39 Gruno, A. (2012). Aerolaserskaneerimise andmed ja kasutamise perspektiivid. Ettekanne Maa-ameti infopäeval mais 2012. [WWW] http://geoportaal.maaamet.ee/docs/pohikaart/2012_LIDAR_esitlus_teabepaev.pdf?t=20121108143443 (20.07.2013), lk 11.

40 Metsur, M. (2012), lk 9.

41 Gruno, A. (2012), lk 37.

42 Paalo, P. (2013). Reljeef Eesti regulaarsete mõisaparkide kujunduses 1750–1850: magistritöö. TTÜ Tartu Kolledž, Tartu, lk 9–11.

43 Nurme, S. (2007). Eestimaa baroksete mõisaparkide välitööde metoodika. Käsikiri.

44 Paalo, P. (2013), lk 8.

45 Nurme, S. (2012). Baroksed mõisasüdamed ja maastik. – *Eesti parkide almanahh*, 3. Keskkonnaministeerium/Muinsuskaitseamet, lk 19–20.

46 Tarkin, E. (2011). Eesti regulaarne mõisaansambel maastikus. Uuring maastiku avatuse, mõisasüdamete ulatuse ning teekoridoride muutustest: magistritöö. TTÜ Tartu Kolledž, Tartu.

Tartumaa mõisate uuringuga⁴⁷, milles võrreldakse kaardianalüüsi põhjal erinevate ajastute plaane.

Reljeefianalüüsi võib jagada sisuliselt viide etappi. Esimeses etapis koguti ja valmistati Maa-ameti kaardiserveri⁴⁸ ja Eesti Ajalooarhiivi digiteeritud ajalooliste plaanide (SAAGA)⁴⁹ põhjal ette analüüsiks vajalik algmaterjal – kaardipaarid. Kui ajalooarhiivi digiteeritud kaartide hulgas vajalikud kaardid puudusid, fotografeeriti need arhiivis digitaalfotokaameraga. Teises etapis viidi väljavalitud plaanid ühtsesse mõõtkavasse ja orientatsiooni, kasutades selleks kättesaadavat pilditöötlustarkvara (näiteks Adobe Photoshop, Adobe Fireworks) ja vajaduse korral vektorgraafikapaketti (näiteks Bentley Microstation). Tarviduse korral muudeti plaanidel info paremaks esiletoomiseks heledust ja kontrastsust. Nii saadi analüüsiks ette valmistatud analüüsiskeemid. Kolmanda etapina võrreldi analüüsiskeemide kaardipaaridel eristuvaid ja kattuvaid objekte, määrati mõisasüdame asukoht üldisel reljeefil ning tehti kindlaks käsitletava perioodi kujundusvõtetega seotud reljeefielemendid, sh veekogud.⁵⁰ Analüüsitehnilise nüansina võib märkida, et Tarkin kasutas mõisasüdamete teedevõrgu ja territoriaalsete muutuste väljaselgitamiseks ajaloolise ja nüüdisaegse situatsiooni (ortofoto) võrdlemisel materjali kombineerimist, asetades plaanid kihtidena üksteise peale, mille tulemusena valmisid eraldi lihtsustatud ortofotol põhinevad analüüsiskeemid.⁵¹ Paalo rakendas plaanide kõrvutamist, tuues uuritava info välja lihtsustatult analüüsitavate skeemide kõrval seda eraldi ühelegi alusplaanile kandmata, nii nagu seda praktilistel töödel sageli tehakse. Uuringu neljanda etapina eritleti tüüpilisi seaduspärasusi peegeldavaid näiteid või kaardianalüüsil väga hästi või, vastupidi, väga halvasti tõlgendatavaid näiteid, millele tehti täiendav graafiline analüüs.⁵² Viienda etapina külastati peamiselt neljandas etapis valitud parke, kontrollimaks kaardi-analüüsi paikapidavust.

Selline lähenemisviis võimaldas eeldatavalt leida ning välja tuua üldised seaduspärasused Eesti regulaarsete mõisaparkide kujunduses aastatel 1750–1850, keskendudes reljeefile, ning hinnata Maa-ameti reljeefikaardi tugevusi ja nõrkusi ajaloolise pargiruumi analüüsimisel. Peamised eeldatavad probleemid selle meetodi puhul olid kujunduslikult oluliste reljeefidetailide loetavus, arvestades lida-

47 Nutt, N. (2004). Mõisaansamblite inventeerimismetoodika Tartumaa näitel. Tartu: EPMÜ Keskkonnakaitse Instituut, lk 54–60.

48 Maa-ameti Geoportaal. [WWW] <http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGIS> (20.07.2013)

49 SAAGA – Rahvusarhiivi kaartide infosüsteem [WWW] <http://www.ra.ee/kaardid/> (20.07.2013)

50 Paalo, P. (2013), lk 10.

51 Tarkin, E. (2011), lk 20–21.

52 Paalo, P. (2013), lk 10.

rikaardi võimalikku täpsust ja infomüra⁵³, reljeefidetailide loetavus puuvõrastiku all ning lagunened ja maapinnal halvasti eristuvate rajatiste loetavus. Varasemate uuringute põhjal – millele, tõsi, Paalo ei viita – võis ootuspäraselt eeldada, et reljeef võrastiku all ning ehituslikud struktuurid on hästi eristatavad.⁵⁴

Selliselt tehtud kaardianalüüs on oma olemuselt kvalitatiivne, sõltudes analüüsitavast objektist, kasutada olevast allikmaterjalist ning ajaloolise plaani kvaliteedist ja täpsusest ja reljeefikaardi täpsusest. Samas, juba uuringut alustades tuli arvestada ajalooliste plaanide üldisest mõõtkavast johtuvate ebatäpsustega⁵⁵, samuti sellega, et reljeefikaardi näol on tegemist kaugseirel saadud ning spetsiaaltarkvaraga tehtud pildiga⁵⁶, millel kajastuvad kõik pinnavormid, sõltumata tekke- või loomisajast.⁵⁷ Seetõttu on kaardianalüüsil saadav info analüüsija tõlgendus ja paljuski subjektiivne ning selle alusel saab teha pigem järeldusi pargi üldise ruumilise struktuuri ja reljeefimuudatuste põhimõttelise olemasolu kohta, mitte detailide kohta.⁵⁸

Mõisasüdamete reljeefianalüüsi tulemused

Priit Paalo töö selgitas Eesti regulaarparkide reljeefi olulisi aspekte, tuues välja mitmed seaduspärasused ja iseloomulikud elemendid.⁵⁹ Süvenemata siinkohal regulaarpargi reljeefi kui maastiku kujunduselementi, tuleb etteruttavalt öelda, et valitud meetoodika õigustas kasutamist ning reljeefikaardil põhinev pinnavormide analüüs on tulemuslik – ligikaudu 80% vaadeldud mõisaparkides andis reljeefikaardi kasutamine tähtsat lisainfot.⁶⁰ Reljeefianalüüs võimaldas saada tõest infot reljeefi üldisest iseloomust, sh peahoone paiknemisest üldisel reljeefil ning veekogude suhtes, samuti pargi reljeefi detailsemast liigendusest. Hea näitena võib tuua Purdi pargi (ill. 5), kus terrassid on reljeefikaardil selgelt loetavad. Viimane on väga hea näide ka tüüpilisest situatsioonist, kus ajalooliselt plaanilt ei ole võimalik välja lugeda infot maapinna sihipärase liigendamise kohta, kuid reljeefikaart võimaldab seda suurepäraselt.⁶¹

53 Mlekuž, D. (2013), lk 92.

54 Masini, N., Coluzzi, R., Lasaponara, R. (2011), lk 269–285; Firnigl, A. (2009), lk 116–118.

55 Nutt, N. (2008), lk 194–195.

56 Gruno, A. (2012), lk 32.

57 Mlekuž, D. (2013), lk 92.

58 Paalo, P. (2013), lk 10–11.

59 Samas, lk 24–34.

60 Samas, lk 49, 74–75.

61 Samas, lk 35.

Ainult reljeefikaardi põhjal oli ligi 40% juhtudel võimalik tuvastada tänaseks hävinud hoonete ja rajatiste (sh maastikust kadunud teede) asukohta (ill. 6). Veerandis vaadeldud parkidest joonistusid välja regulaarse pargiosa kujunduse põhijooned, eriti teedestruktuur. Väga heade näidetena võib mainida Rägavere ja Suure-Lähtru parki, kus peale teede sai välja lugeda ka kompositsioonitsentrite asukohti.⁶²

Lisaks üldisele pargistruktuurile ja reljeefile oli ligikaudu pooltel juhtudel ajaloolise plaani toel võimalik reljeefiplaanilt kindlaks teha ka tänaseks pargis hävinenud rajatiste – tõstetud peenrad, lehtlad, piirdemüürid jm – asukohti. Nii näiteks sai Maidla pargis eristada endise silla asukoha ning veel mitmes pargis paviljonide või lehtlate asukohti.⁶³ Tõsi, enamikul juhtudel on tegemist plaanil eristuvate pinnavormidega, mille funktsioon on ajalooliste andmete puudumise tõttu oletuslik. Nii näiteks on Suure-Lähtru pargi keskel eristuv ringne küngas kõrgendik, kus arvatavasti paiknes paviljon vm sellesarnane pargirajatis, kuid täpsemalt ei ole selle kohta teada. Samas on väga hästi eristatav mööda pargi piiri kulgev kivimüür ning küllaltki hästi eristatav kiirtekujuliselt paiknenud teedevõrk (ill. 7). 37 analüüsitud pargist mitte üheski ei joonistunud reljeefikaardil märgitud teedevõrk tegelikul reljeefil välja sajaprotsendiliselt.⁶⁴

Teedevõrgu puhul on huvitav märkida sedagi, et tegelikul reljeefil teede asukohtadel olev kõrguste vahe on üsna väike, mis näitab, et lidarikaardi kontrollmõõtmistega saadud keskmisest täpsushinnangust võib kaart olla mõnikord täpsem (nt Uue-Põltsamaa). Samas oli ka vastupidiseid näiteid, kus reljeefikaardil olevad mitmesugused arvatavasti tehisklikku päritolu pinnavormid ei ühtinud ajaloolisel kaardil oleva struktuuriga ega olnud kaardianalüüsil loogiliselt määratav ka nende praegune funktsioon.⁶⁵ Urvestes, Väime-las ja Kiidjärvel oli võimalik tuvastada reljeefikaardil terrassid, kuid kujutis ei võimaldanud saada ettekujutust reljeefi tegelikust liigendusest. Paalo uuring ei käsitlenud ei täpsemini väljajoonistuva reljeefiga parkides ega ebatäpselt väljajoonistuva reljeefiga parkides puude võrade liituvust jt tegureid, mis võiksid kirjeldatud nähtusi selgitada. Tuginedes varasematele uuringutele, võib arvata, et suur osa ebatäpsustest tuleneb siiski reljeefikaardi omadustest, mis ei kajasta reljeefi päris täpselt, mille põhjuseks võivad olla skaneerimise ebatäpsus, taimestiku eripärast tingitud häired⁶⁶ või ka ALSi toorandmete automaatsest klassifitseerimisest tulenevad vead.⁶⁷ Ka Paalo uuringus johtus vähemalt ühel juhul (Loodi park) reljeefikaardi hälve madalast põõsastikust.

62 Samas, lk 46.

63 Samas, lk 34.

64 Samas, lk 43.

65 Samas, lk 34.

66 Masini, N., Coluzzi, R., Lasaponara, R. (2011), lk 264.

67 Gruno, A. (2012), lk 16.

Veel mitmes teiseski uuritud pargis paneb autor kaardiinfo keerulise tõlgendatavuse võsastumise arvele.⁶⁸ Reljeefikaardil kajastuvat võimalikku müra illustreerib Urveste pargi näide (ill.8), kus pargi keskosas asuvad reljeefikaardi kohaselt justkui regulaarsed tehisobjektid, mida ajaloolisel plaanil ei ole ega olnud need tuvastatavad ka välitöödel. Võimalik, et osa tehisklike pinnavorme võib pärineda ka varasematest aegadest, nagu võib oletada näiteks tänaseks hävinenud Lihula regulaarpargi puhul.

Mõisasüdamete reljeefi kirjeldamisel koostas Paalo lisaks analüüsiskeemidele ka reljeefi iseloomustavad lõiked maapinnast. Kõrguste määramisel lähtus ta ainult reljeefikaardist ning Maa-ameti geoportaali kaardirakenduse võimalusest, mis lubab 0,5 m sammuga tuvastada reljeefikaardi punktide kõrgusi merepinnast. Nagu Paalogi tööde⁶⁹, on tegemist siiski üsna ebatäpse meetodiga. Selliselt saadud kõrgusinfo on kasutatav sarnaselt näiteks põhikaardiga küll üldise reljeefi määramisel, kuid mitte täpsemate järelduste tegemisel (näiteks terrasside või tõstetud-langetatud peenarde kohta). Põhilisteks probleemideks on reljeefi kujutava pildi ebatäpsusest johtuv andmete tõlgendamise limiteeritus⁷⁰ ning kaardipildil eristuvate kontuuride kohatine halb visuaalne loetavus. Seetõttu on täpse kõrgusinfo saamiseks mõistlik kasutada teisi allikaid.

Tuleb öelda, et Paalo uuring kinnitas reljeefikaardi kasutamise tõhusust reljeefi uurimisel ning andis pidepunkte reljeefikaardi rakendamiseks ka pargiuuringutes laiemalt. Kaardianalüüsis käsitletud veekogude puhul vastas saadud info praktiliselt kõikidel juhtudel tegelikkusele. Vaid 10% juhtudest esines reljeefikaardilt interpreteeritava info ja välitöödel tuvastatud tegeliku situatsiooni vahel osalist mittekattumist. Olukorda, kus reljeefikaardi andmed ei ühtinud üldse tegeliku olukorraga, ei esinenud üldse.⁷¹ 85% juhtudest vastas mõisasüdamete tegelik paiknemine reljeefil kaardianalüüsil saadud tulemustele. Vaid Urveste ja Saare pargi asend üldisel reljeefil jäi kaardianalüüsil kaheldavaks. Välitöödel selgus, et need pargid paiknevad looduses väga sujuvalt muutuval reljeefil, mille määramine reljeefikaardil võib olla komplitseeritud.⁷²

68 Paalo, P. (2013), lk 58.

69 Samas, lk 36–37.

70 Metsur, M. (2012), lk 14.

71 Paalo, P. (2013), lk 49.

72 Samas, lk 56.

Kokkuvõte

Maastikuarhitektuuri valdkonnas on Eestis kasutatud lidarikaarte maastike uurimisel alles üsna vähe, sest Eesti territooriumi hõlmav ALS reljeefikaart on kättesaadavaks muutunud üsna hiljuti. Priit Paalo uuring, mille tulemusi käesolevas artiklis on analüüsitud, on alles üks esimesi katsetusi selles vallas, kuid see näitab ootuspäraselt, et sarnaselt Lääne-Euroopa praktikale⁷³ on lidarikaart edukalt kasutatav ka Eesti ajalooliste parkide uurimisel.

Reljeefikaardi ning mõisasüdamete ajalooliste plaanide võrdlev graafiline analüüs näitas, et reljeefikaart saab olla oluline lisainfoallikas juhtudel, kui puuduvad täpsemad geodeetilised mõõdistused vm andmed reljeefi karakteri täpsemaks määramiseks. Ka täpse geoaluse olemasolul võimaldab reljeefikaart head ülevaadet kontaktvööndi või pargiga visuaalselt või funktsionaalselt seotud naaberaladest, mida geoalus sageli ei kajasta. Lidarikaardi abil on võimalik kindlaks määrata reljeefi iseärasusi, mis aitavad paremini lahti mõtestada pargikompositsiooni ja pinnavorme kui selle füüsilisi markereid.

Samas tuleb lidarikaardi kasutamisel arvestada ka mitut asjaolu. Põhi-probleemiks on lidarikaardil esinev infomüra ja liigne teave, mis on tingitud aerolaserskaneerimise tehnilistest aspektidest, kuid ka maastikus toimuvaist looduslikest ja inimese toimimisega seotud protsessidest.⁷⁴ Seetõttu tuleb nii ajalooliste parkide kui ka üldse mis tahes maastikuga seotud objektide reljeefikaartide abil uurimisel kasutada kindlasti võrdlevat materjali, mis seab reljeefikaardil kajastuva aegruumilisse konteksti. Samuti ei asenda kaardianalüüs kohavaatlusi.

Priit Paalo uuring küll kinnitas reljeefikaardi kasutatavust maastikuarhitektuurilises kaardianalüüsis, kuid arvestada tuleb, et tehtud uuring keskendus eelnevalt välja valitud regulaarparkidele, mille kohta on infot nii kaardil kui ka maastikul tunduvalt lihtsam leida kui näiteks Inglise stiilis kujundatud parkide kohta. Samuti lähtus kaardianalüüs kitsalt piiritletud ajaloolise pargiruumi spetsiifikast, mille kohandamine teistsuguse iseloomuga objektidele vajab eeltööd.

Kaardianalüüsil jäi õhku mitmeid tehnilisi küsimusi, millest ühena kerkib esile reljeefikaardi loetavus pargitaimestiku puhul. Käsitletud meetodi rakendamisel oleks otstarbekas täpsemalt uurida ka reljeefikaardi visuaalsest mürast ja ebapiisavast täpsusest tulenevaid probleeme, millele on viidanud ka teised autorid. Üks võimalus on kasutada avalikus kasutuses oleva reljeefikaardi

asemel, millel tegelikult kajastub peale reljeefi ka sinna digitaalselt lisatud info hoonete, veekogude jm kohta, mis võib analüüsitulemusi seetõttu moonutada, n-ö puhast halltoonides reljeefivarjutust või DEMi ning võrrelda saadavaid tulemusi Paalo tulemustega. Samuti võiks olla huvitav ka võrrelda koostatud analüüsiplaane ortofoto, põhikaardi või olemasolevate konkreetsete geoalustega, mis võimaldaks täpsustada just reljeefikaardiga seotud graafilise analüüsi võimalusi ja parandada saadavat tulemust.

Kasutatud allikad

- **Brotze, J. Chr.** (2006). *Estonica*. Koostanud A. Hein, I. Leimus, R. Pullat, A. Viires. Tallinn: Estopol.
- **De Jong, E.** (2000). *Nature and Art. Dutch Garden and Landscape Architecture, 1650–1740*. University of Pennsylvania Press.
- **Eesti Ajalooarhiiv:** Padis Kloster im Harrisechne Kreis und St. Mathias Kirchspiel EAA 854-4-469, l 19; Beilage zum Entwurf einer Parkanlage auf Kerstenhof. Die Anlage in der Umgebung des Herrenshauses. EAA 1404-1-25; Purdi mõis. Noistfer Fol II. 1877. EAA 3724-4-462, l 1; Suure-Lähtru mõisasüda 1878. a mõisa- ja talumaade hindamistoimikus (koopia). EAA 2486-1-3216, l 131; Generalkarte von dem im Werroschen Kreise und Anzenschen Kirchspiele belegenem Gute Urbs. 1908. EAA 2072-9-731.
- **Eesti Riigiarhiiv:** Saare mõisasüda 1928. a mõisa üldplaani (koopia 1925. aasta plaanist). ERA T-3-24-1452.
- **Edwards, B.** (2008). *Understanding Architecture through Drawing*. Taylor & Francis.
- **Fretwell, K.** (2001). *Digging for History. Rooted in History. Studies in Garden Conservation*. London: The National Trust.
- **Gardner, J. M.** (2007). *Preparing the conservation plan. – Understanding Historic Building Conservation*. Blackwell Publishing Ltd.
- **Gruno, A.** (2012). Aerolaserskaneerimise andmed ja kasutamise perspektiivid. Ettekanne Maa-ameti infopäeval mais 2012. [WWW] http://geoportaal.maaamet.ee/docs/pohikaart/2012_LIDAR_esitlus_teabepaev.pdf?t=20121108143443 (20.07.2013)

73 Masini, N., Coluzzi, R., Lasaponara, R. (2011), lk 269–285.

74 Mlekuž, D. (2013), 95–96

- **Leupen, B., Grafe, C., Köring, N., Lampe, M., de Zeeuw, P.** (1997). Design and analysis. Rotterdam: OIO Publishers.
- **Maiste, J.** (2005). Eestimaa mõisad. Tallinn: Kunst.
- **Masini, N., Coluzzi, R., Lasaponara, R.** (2011). On the airborne Lidar contribution in archaeology: from site identification to landscape investigation. – *Laser Scanning, Theory and Applications*. Intech.
- **Metsur, M.** (2012). LIDAR Leica ASL50-II. Maa-amet. [WWW] http://geoportaal.maaamet.ee/index.php?page_id=336&lang_id=1 (07.07.2013)
- **Mlekuz, D.** (2013). Messy landscapes: lidar and the practice of landscaping. – *Interpreting Archaeological Topography: 3D, Visualization and Observation*. Oxford: Oxbow.
- **Nurme, S.** (2012). Baroksed mõisasüdamed ja maastik. – *Eesti parkide almanahh*, 3. Keskkonnaministeerium/Muinsuskaitseamet.
- **Nurme, S.** (2009). Vana park. Avastusretk baroki ääremailde. – *Park on paradiis looduses ja kunstis*. Eesti Maaülikool.
- **Nurme, S.** (2007). Eestimaa baroksete mõisaparkide välitööde metoodika. Käsikiri.
- **Nutt, N.** (2008). Parkide restaureerimine, Toim. Nutt, N. Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž.
- **Nutt, N.** (2004). Mõisaansamblite inventeerimismetoodika Tartumaa näitel. Tartu: EPMÜ Keskkonnakaitse Instituut.
- **Paalo, P.** (2013). Reljeef Eesti regulaarsete mõisaparkide kujunduses 1750–1850: magistritöö. TTÜ Tartu Kolledž, Tartu.
- **Stavenhagen, W. S.** (1866). Album Livländischer Ansichten gezeichnet und herausgegeben von Wilhelm Siegfried Stavenhagen in Mitau. Mitau; Stavenhagen, W. S. (1867). Album Ehstlandischer Ansichten gezeichnet und herausgegeben von Wilhelm Siegfried Stavenhagen in Mitau. Mitau.
- **Steenbergen, C.; Reh, W.** (2003). Architecture and landscape : the design experiment of the great European gardens and landscapes. Thoth Publishers.
- **Suuder, O.** (2009). Varemete poeesia. – *Park on paradiis looduses ja kunstis*. Eesti Maaülikool.
- **Tarkin, E.** (2011). Eesti regulaarne mõisaansambel maastikus. Uuring maastiku avatuse, mõisasüdame ulatuse ning teekoridoride muutustest: magistritöö. TTÜ Tartu Kolledž, Tartu.
- **van Zijverden, W. K.; Laan, W. N. H.** (2003). Landscape reconstructions and predictive modeling in archaeological research, using a LIDAR based DEM and digital boring databases. – *Archeologie und computer*, workshop. (2003), vol. 7.

- **Vroom, M. J.** (2006). Lexicon of Garden and Landscape Architecture. Basel: Birkhäuser.
- **Maa-ameti Geoportaal** - Kõrgusandmed. [WWW] <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Andmed-ja-kaardid/Topograafilised-andmed/Korgus-andmed-p114.html> (20.07.2013)
- **Maa-ameti Geoportaal** - Põhikaardistuse ajalugu. [WWW] <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Andmed-ja-kaardid/Topograafilised-andmed/Eesti-Pohikaart-110-000/Pohikaardistuse-ajalugu-p113.html> (07.07.2013)
- **Maa-ameti Geoportaal.** [WWW] <http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGIS> (20.07.2013)
- **SAAGA – Rahvusrhiivi kaartide infosüsteem.** [WWW] <http://www.ra.ee/kaardid/> (20.07.2013)