

Tartu Ülikool

Loodus- ja täppisteaduste valdkond

Ökoloogia ja maateaduste instituut

Geograafia osakond

Bakalaureusetöö geograafias (12 EAP)

Pukktuulikute paiknemine ja levik Eestis

Mihkel Paal

Juhendaja: PhD Taavi Pae

Tartu 2023

Annotatsioon

Pukktuulikute paiknemine ja levik Eestis

Eestis leiduvad tuuleveskid saab jagada ehituse järgi kaheks: pukktuulikud ja Hollandi tüüpi tuulikud. Pukktuulikud on väiksemad, terve tuuliku kere paikneb puki otsas, mida saab tuulde pöörata. Pukktuulikuid ehitati tüüpiliselt gruppidega külade ümber. Hollandi tüüpi tuulikud on suuremad, kivist või puidust kerega, tuulde peab pöörama ainult tuuliku pea. Hollandi tüüpi tuulikud kuulusid reeglina mõisatele ning suure jahvatusvõime tõttu neid gruppidega ei ehitatud. On teada, et pukktuulikud olid iseloomulikud Lääne-Eestile, kuid pukktuulikute ajaloolist levilat pole üritatud täpsemalt määratleda. Töös kasutati andmeallikana ajaloolisi kaarte, peamised meetodid olid klasteraalüüs ning analüüs ajalooliste fotode põhjal. Leiti, et pukktuulikute kõrgajal ehk 20. sajandi alguses paiknes Lääne-Eestis 1800–2300 pukktuulikut, millest üle poole paiknesid Saaremaal. Töö tulemusete põhjal valmis kaart pukktuulikute levilast.

Märksõnad: tuuleenergia, tuuleveskid, pukktuulik

CERCS kood: – H280 Kohalik ja piirkondlik ajalugu, ajalooline geograafia alates keskajast

Abstract

The distribution and spread of post mills in Estonia

The windmills of Estonia can be split into two categories: post mills and Dutch-style mills. Post mills are smaller, the body of the wooden mill sits on a post which can be turned into the wind. Historically, post mills were built in groups around villages. Dutch-style mills are larger and made from stone or wood, instead of the whole body only the head of the mill is turned into the wind. Due to its' size, Dutch-style mills were not built in groups. It is known that post mills were historically most commonly found in Western Estonia, but there have been no attempts at specifying the extent of the post mill. This paper based it's analysis on historical maps, using cluster analysis and historical photos to classify the windmills. Approximately 1800–2300 post mills were operating in Western-Estonia at the beginning of the 20th century, of which more than half were found on the island of Saaremaa. A map detailing the extent of the post mill was produced using the results.

Keywords: wind power, windmills, post mill

CERCS code: H280 – Local and regional history, historical geography since the Middle Ages

Sisukord

| | |
|---|----|
| 1. Sissejuhatus..... | 4 |
| 2. Teooria ja varasemad uurimused | 5 |
| 2.1 Pukktuulikute ajalugu | 5 |
| 2.2 Pukktuulikud Eesti kaartidel | 9 |
| 2.3 Pukktuulikud tänapäeval | 11 |
| 2.4 Pukktuulik Saaremaa ja Lääne-Eesti kuvandis | 12 |
| 3. Materjal ja meetodika | 14 |
| 3.1 Tuulikute leidmine | 14 |
| 3.2 Tuulikute klassifitseerimine | 16 |
| 4. Tulemused ja arutelu..... | 19 |
| 5. Kokkuvõte..... | 23 |
| Summary | 25 |
| Kasutatud kirjandus | 27 |

1. Sissejuhatus

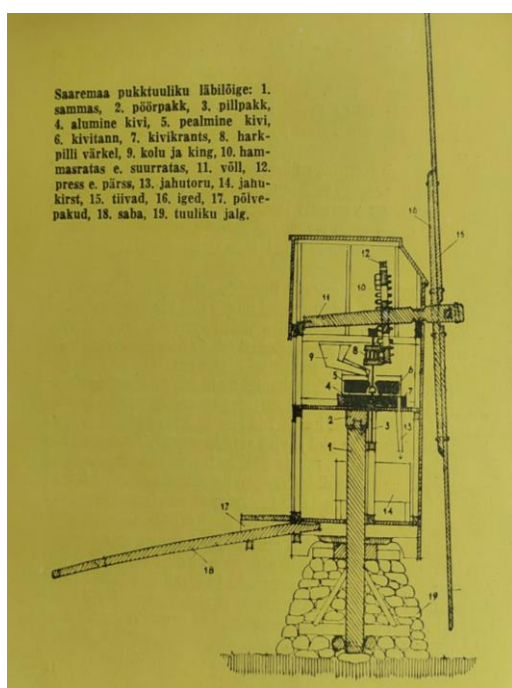
Tuul on ülemaailmselt levinud ja stabiilne taastuv loodusvara, mida on inimesed enda kasuks tööle rakendanud juba aastatuhandeid (Shepherd, 1990). Tuulikud on ehitised, mis suudavad tuule kineetilise energia teisendada mehhaaniliseks. Tänapäeval mõeldakse sõna „tuulik“ all peamiselt moodsaid valgeid tuulegeneraatoreid, kuid veel eelmise sajandi alguses olid puidust või kivist tuuleveskid Eestis levinud viis vilja jahvatamiseks. Lääne-Eestis ja saartel olid levinud väikesed pukktuulikud, mandril levisid suuremad mõisale kuuluvad Hollandi tüüpi tuulikud. Vaatamata faktile, et pukktuulikutega enam vilja ei jahvatata, on pukktuulik jäänud püsima Saaremaa sümbolina, kajastudes toidukaupadel, kunstis ja meedias. Restaureeritud pukktuulikutele on saanud populaarsed vaatamisväärsused, mida tullakse vaatama ka kaugemalt. Pukktuuliku ajalooline tähtsus Lääne-Eestis on ajalooliselt olnud suur, mida tõestab nende püsimine Saaremaa kuvandis. Bakalaureusetöös analüüsi pukktuuliku kui omalaadse nähtuse ja maastikul silmapaistva hoonetüübi levikut tema kõrgajal, 20. sajandi alguses. Bakalaureusetöö eesmärgiks oli Lääne-Eesti pukktuulikute ajaloolise arvu ja levila kindlaks tegemine, kasutades selleks ajalooliste kaartide analüüsi meetodit. Uurimus on aktuaalne, sest puudub metodoloogiline hinnang pukktuulikute levilale ja arvukusele.

2. Teooria ja varasemad uurimused

2.1 Pukktuulikute ajalugu

Ajalooliselt on teravilja jahvatamiseks kasutatud käsikivi, sellele järgnes vesiveski kasutuselevõtt ja veidi hiljem hakati teravilja jahvatama ka tuuleveskite ehk tuulikute abiga (Haagen, 2021). Üks varasemaid kirjalikke tõendeid tuulikutest pärineb 10. sajandi Pärsias. Tegemist oli vertikaalse võlliga tuulikuga, millesarnased Euroopas veel levima ei hakanud. 12. sajandil hakkas Lääne- ja Loode-Euroopas levima oluliselt efektiivsem horisontaalse võlliga tuulde pööratav tuulikutüüp, mis oli pukktuuliku eellane. Hinnanguliselt leidis 19. sajandi keskpaigas Euroopas 500 000 tuulikut (Shepherd, 1990; Horn, 2015).

Pukktuulikute täpne Eesti aladele jõudmise aeg ja põhjus pole täiesti selge. On pakutud, et pukktuulik jõudis Eesti aladele 13. ja 14. sajandi vahel (Talving, 2005; Haagen, 2021). Fuchsi (1971) järgi hakkas tänapäeval tuntud pukktuulik (joonis 1) Liivimaal levima 14. sajandil ning leidis kiirelt kasutust Eesti jõgedevaestel aladel ehk Lääne-Eestis ja saartel, kus vesiveskeid ehitada polnud võimalik. Piirkondades, kus võis leida langevat vett, jäid domineerima vesiveskid.



Joonis 1. Saaremaa pukktuuliku läbilõige (Fuchs, 1971).

Eestis leiduvad tuuleveskid saab ehituse järgi jagada kaheks: pukktuulikud (joonis 2) ja Hollandi tüüpi tuulikud. Pukktuulikud ehitati kividest aluse ja puidust kerega puki otsa, mistõttu sai pukktuulikut vajadusel tuulde keerata. Hollandi tuulikud ehitati kivist või puidust ning nende peamine erinevus pukktuulikutest seisneb selles, et terve kere asemel pöörati tuulde ainult tuuliku pea. Lisaks olid Hollandi tuulikud pukktuulikutest suuremad ja võimsamad, neil oli kaks või enam paari veskikive võrreldes pukktuuliku ühe paariga (Haagen, 2021).



Joonis 2. Pukktuulik Hiiumaal 1940. aastal (vasakul) ja Hollandi tüüpi tuulik 1957. aastal (paremal) (HKM Fp 900:134 F 4499, Hiiumaa muuseumid SA; EVM F 1:349, Eesti vabaõhumuuseum SA).

Eesti vanimad säilinud pukktuulikud pärinevad 18. sajandi esimesest poolest. Alates 18. sajandist oli juba näha selget eristumist – mandril levisid suuremad ja võimsamad mõisate poolt hallatavad Hollandi tuulikud, seevastu saartel jäi peamiseks tuulikutüübiks väike pukktuulik, mis pidas saari tihti tabavatele tormidele paremini vastu (Fuchs, 1971). Pukktuulikud püstitati rühmadena sumbkülade servadele lagedale ja tuultele avatud kohale, kõrgemale põllukühmule või künkale. Pukktuulikud võisid paikenda kuni 10-liikmelistes gruppides (joonis 3)(Laasi, 1939; Haagen, 2021). Sellist mäge hakati tihti kutsuma tuulikumäeks (Fuchs, 1971).



Joonis 3. Pukktuulikute grupp Saaremaal (TLM F 9794:713, Tallinna linnamuuseum).

Mandri-Eestis oli viljajahvatamine kuni 19. sajandi lõpuni mõisate monopol (Talving, 2005; Juske, 2008), seevastu Lääne-Eestis ja saartel said talud juba oluliselt varem kohati loa ehitada endale isiklikke pukktuulikuid (Toomessalu, 1952). Kuna mõisad jahvatasid mitmete ümberkaudsete põllumaade vilja, siis tasus ära suure ja võimsa Hollandi tuuliku ehitamine. Reeglina olid Hollandi tüüpi tuulikud seotud konkreetse mõisaga. Üksikutel taludel seevastu piisas enda tarbeks väikesest pukktuulikust.

Aadu Toomessalu (1952) pani kirja ajaloolist pärimust tuulikutest. Saaremaal on tuulikuid leidunud juba mitusada aastat tagasi. Tuulikute ehitamiseks pidi vanasti mõisa luba olema, mida oli keeruline saada, veidi kergem oli saada luba vana tuuliku taastamiseks. Esimesed pukktuulikud ehtasid jõukad renditalunikud, massiliselt hakati pukktuulikuid ehitama pärisorjuse kaotamise järel, kui talupojad hakkasid talusid päriseks ostma, sest tuulikut nähti kui head raha teenimise võimalust ja iseseisvuse sümbolit. Suurte talumaade peal oli pukktuulikute ajastu kõrghetkel igal talul oma tuulik. Talupojad ehtasid valdavalt pukktuulikuid, suure Hollandi tuuliku ehitamine oli kallis ja ajakulukas. (Toomessalu, 1952)

Viimane pukktuulik ehitati Saaremaal 1947. aastal Metsakülas (Horn, 2015). Tuulikute hiiolgeaja lõpu kohta ütleb Fuchs (1971: 31) järgmist: „Alles kolhoosikorra edusammud muutsid vanad taludele kuulunud tuulikud otstarbetuks. Neid on nüüd kohati veel säilinud vaid

mineviku maaliliste mälestusmärkidena.” Tuulikute kasutamine langes järsult pärast auruveskite laialdasemat kasutuselevõttu 1920. aastatel (Toomessalu, 1952). Talvingu (2005) järgi kaotasid suurem osa tuuleveskeid 1930. aastateks oma töö auru- ja mootorveskitele. Nõukogude ajal keelati kohati pukktuulikute kasutamine (Haagen, 2021). Teada on ka juhtumeid, kus Nõukogude võimud tegid tuulikud kui talupoegade iseseisvuse kapitalistlikud sümbolid traktoriga puki otsast maha tõmmates „kahjutuks“. Mõned omanikud lammutasid oma tuulikud repressioonide hirmus (Bioneer, 2013). Juba 1950. aastatel olid enamik Saaremaa pukktuulikuid ja Hollandi tüüpi tuulikuid lagunenuid või lagunemas. (Toomessalu, 1952). Oma rolli mängis kindlasti ka elektrifitseerimine, sest 1960. aastateks jõudis elekter peaaegu kõigisse küladesse. Võrreldes kivist tuulikutega on pukktuulikud lihtsa puidust konstruktsiooni tõttu suhteliselt lühiealised. Kui nende kasutamine ja hooldamine lõpetada lagunevad pukktuulikud võrdlemisi kiiresti (Kangilaski, 1985). Seetõttu võib tänapäeva Eesti maastikupildis näha pigem paekivist Hollandi tüüpi tuulikute varemeid.

Tuulikute ajaloolisele arvukusele Lääne-Eestis on antud mitmeid hinnanguid. Fuchsi (1971) järgi oli 18. sajandi lõpul oli Saaremaal 382 tuulikut. Hupeli (1789) järgi oli Saaremaal 1789. aastal üle 500 tuuleveski (Juske, 2008, *cit.* Hupel, 1789). Haageni (2021) järgi oli 1890. aastatel Saaremaal üle 1250 tuuliku. Molinoloog Mihkel Koppeli hinnangul oli tuulikute kõrgajal Saaremaal 1250–1400 tuuleveskit (Saarte hääl, 2011). Talvingu (2005) järgi oli mõni inim põlv tagasi Eestis tuhatkond tuulikut.

2.2 Pukktuulikud Eesti kaartidel

Alapeatükis antakse ülevaade pukktuulikute Eesti kaartidel leppemärgi ja andmeallika rollis. Tuulikuid leidub Eesti kaartidel alates 17. sajandist (joonis 4). Üks vanimaid säilinud näited on Kuressaare linnuse plaan aastast 1645 ja Kõinastu saare suuremõõtkavaline kaart 17. sajandi lõpust. Suuremõõtkavalistele kaartidele kanti tuulik kui orientiir, väikesemõõtkavalistel ülevaatekaartidel kasutati tuulikut pigem maastiku üldilme edasiandjana, heaks andmeallikaks seda lugeda ei saa.



Joonis 4. Pukktuulikud Kuressaare linnuse plaanil 1645. aastal (üleval vasakul), Kõinastu saarel 17. sajandi lõpul (üleval paremal), ja Noarootsis 1700. aasta kandis (all vasakul) ja Vormsi saarel 1704. aastal (all paremal) (EAA.5393.1.4, Rahvusarhiiv; EAA.2072.3.347, Rahvusarhiiv; EAA.1.2.C-IV-253, Rahvusarhiiv; EAA.308.2.28, Rahvusarhiiv).

Veel üks näide pigem illustratiivsest pukktuuliku leppemärgist kaardil on Kiideva küla läheduse põllumaade kaart 17. sajandi teisest poolest (joonis 5), millele on joonistatud üksik pukktuulik.



Joonis 5. Pukktuulik Kiedeva küla kaardil 1666. aastal (EAA.858.2.1924, Rahvusrhiiv).

Hulgaliselt tuulikut tähistavaid leppemärke võib leida vanadelt topograafilistelt kaartidelt (joonis 6 ja 7). Võib arvata, et maastikul kaugemale paistev tuulik oli hea orientiir, mida peeti sõjalisel otstarbel vajalikuks kaardile kanda. Üheverstast ja kaheverstast topograafilist kaarti kõrvutati ajalooliste fotodega (vt. peatükk 3.2). Selgus, et kaheverstasel topograafilisel kaardil on tuulikud eristatud ehitusmaterjali järgi, kivist veskite leppemärgi jalg on paksem ja alt laienev, võrreldes kitsa ja sirge jalaga leppemärgiga puidust veski korral.



Joonis 6. Keblaste kivist Hollandi tüüpi tuuleveski üheverstasel topograafilisel kaardil (vasakul), kaheverstasel topograafilisel kaardil (paremal) (Maa-ameti geoportaal).



Joonis 7. Rädi puidust pukktuulik üheverstasel topograafilisel kaardil (vasakul) ja kaheverstasel topograafilisel kaardil (paremal) (Maa-ameti geoportaal).

Tuulikuid kanti Eesti põhikaardile veel aastal 2012 (joonis 8), hilisematele Eesti põhikaartidele enam tuulikut enam eraldi leppemärgina ei kantud. Tuuleveskid liigitatakse alates 2012. aastast vastava leppemärgiga muu rajatise alla, küll aga on Eesti põhikaardil olemas elektrituuliku leppemärk (Maa-ameti geoportaal).



Joonis 8. Angla tuulikud 2012. aasta Eesti põhikaardil (Maa-ameti geoportaal).

2.3 Pukktuulikud tänapäeval

Kuigi ajalooliselt on tuulikud hulgaliselt ilmestanud Lääne-Eesti maastikke, siis 21. sajandini on neist säilinud vaid vähesed. 2023. aasta seisuga on Eestis kultuurimälestisena arvele võetud 50 pukktuulikut või selle jäänust, millest üle poole asuvad Saaremaal (Kultuurimälestiste register, i.a). Võrdluseks leiti 2004. aastal Saaremaal läbi viidud välitöödel 160 tuulikut või tuuliku jäänust, 2009. aastal juba 185 (Sepp, 2005; Siim, 2009). Tänapäevani säilinud tuulikud reeglina enam vilja ei jahvata. Osad säilinud ja korrastatud tuulikutest on muutunud vaatamisväärsusteks, nagu näiteks Angla tuulikud, mis on üks Eestis paremini säilinud ja rohkem külastatud tuulikugruppe. Neli Angla tuulikutest on pööratava kerega pukktuulikud ja

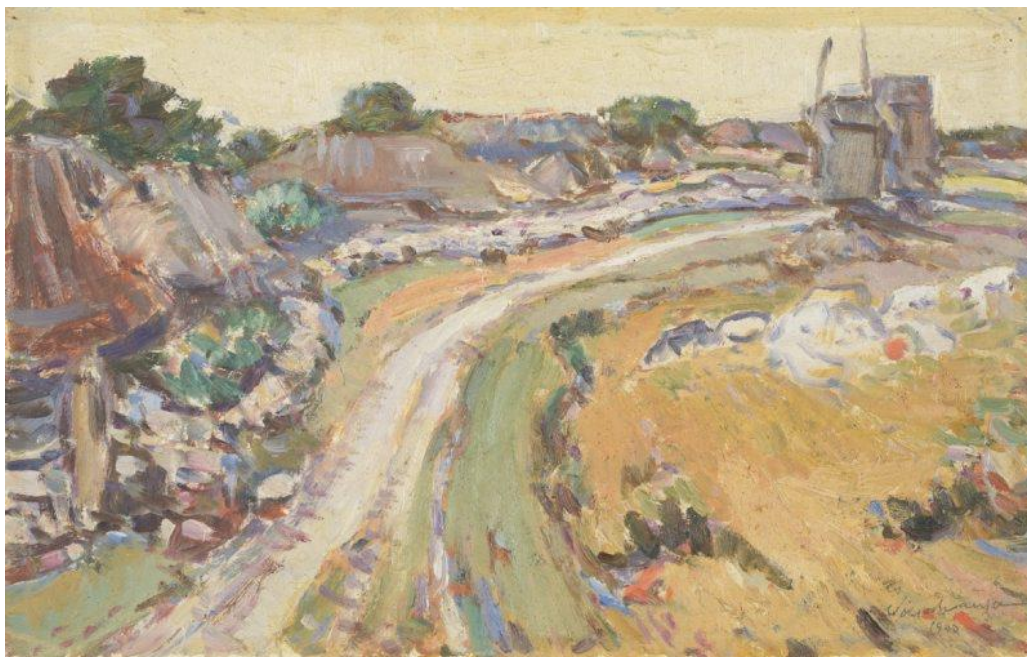
üks on hiljem ehitatud pööratava peaga kaheksatahuline Hollandi tuulik (Angla tuulikute koduleht, i.a). Uuel sajandil on huvi tuulikute taastamise vastu märgatavalt kasvanud – aastas taastatakse umbes üks tuulik (Bioneer, 2013). Taastatud tuulikud on leidnud endale kasutuse maastiku ilmestajate, söögikohtade või isegi majutuskohtadena (Ohessaare tuuliku koduleht, i.a). Üldiselt on kasvamas huvi taastada tuulikuid ehk Lääne-Eestile omaseid maastikuelemente, mis 20. sajandil hüljati ja suuresti lagunesid.

2.4 Pukktuulik Saaremaa ja Lääne-Eesti kuvandis

“Neli ane lenvad õheteise järge,
aga üks äi soa teisele lisemale.”

(Saaremaa mõistatus)

Ajalooliselt on tuuleveskid täitnud eestlaste elus tähtsat rolli, olles oluline vahend teravilja jõudmiseks toidulauale. Tänu oma olulisusele on tuulik saanud osaks Eesti maakultuuri pärandist (Juske, 2008). Tuulikud kui romantilised ja kergesti silmatorkavad maastikuelemendid seostuvad eestlastele esmajoones Saaremaaga. Saaremaa on läbi ajaloo olnud Eesti tuulikurikkaim maakond (Haagen, 2021). Nüüdisaja tuulikute arv Saaremaal ja nende ajalooline tähtsus on selgelt vastuolus (Sepp, 2005). Lisaks Saaremaale on ka Läänemaad vaadeldud kui tüüpilist pukktuulikute leiukohta (Laasi, 1939).



Joonis 9. Saaremaa maastik (Vöerahansu, 1940).

Soovälja (2004) järgi teeb Saaremaa välismaailma jaoks huviväärseks tema kuvand, mis on aastasadadega kujunenud just selliseks nagu ta on täna. Alustades viikingitest, kes tegid oma retkedel saarlastega vahetuskaupa ja täiendasid varusid, ning lõpetades baltisaksa maastikumaalidega dramaatilistest rannikutest, kadakapuhmastest ja tuulikutest. Kuigi Saaremaal leidsid 20. sajandil aset olulised muutused, siis need märkimisväärselt enam Saaremaa kuvandit ei muutnud. Olulised muutused olid rahvaarvu langus, sundkollektiviseerimine ning saare sõjalise otstarbe tõttu maakasutuse muutumine, peamiselt vähenes põllumajandusmaa osakaal ja kadusid pukktuulikud. Saaremaa oli ajalooliselt vaene, geograafiliselt eraldatud perifeeria. (Sooväli, 2004)

Hoolimata pukktuuliku levikust laialdasemalt Lääne-Eestis säilib pukktuulik Eesti piirkondadest enim Saaremaa kuvandis. Pukktuulik tundub kui üks Saaremaa sümboleid, mis kajastub suveniiridel, maalidel, veepudelitel ja laiemalt meedias. Võimalik, et oma geograafilise isoleerituse tõttu säiliski Saaremaal Mandri-Eestist kauem arhailine elulaad ja maastikupilt ning seeläbi püsis ka kuvand.

3. Materjal ja metoodika

Bakalaureusetöö praktiline osa koosnes mitmest osast. Esimeseks oli tuulikut tähistavate punktleppemärkide märkimine ajalooliselt kaardilt. Järgmisena kasutati klasteranalüüsi ja ajaloolist fotomaterjali, et tuulikuid tüübi järgi klassifitseerida. Tulemusena valmis kaart pukktuulikute ajaloolisest levilast. Praktilise osa eesmärgiks oli määrata pukktuulikute ajalooline levila ning pukktuulikute arv.

3.1 Tuulikute leidmine

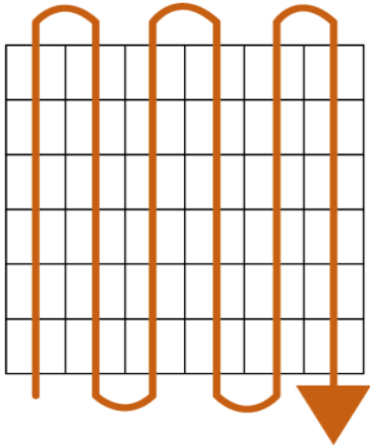
Bakalaureusetöö uurimispiirkonnaks oli Lääne-Eesti saared ja Mandri-Eesti kuni mõttelise jooneni ligikaudu 25° E, sest seal ida poole on leidunud vaid üksikuid pukktuulikuid. Vastavalt 2. peatükis antud ülevaatele tuulikute ajaloost järeldati, et tuulikute kõrgaeg oli pärisorjuse kaotamise ja auruveskite laialdasema kasutuselevõtu vahel. Et valida analüüsiks parim kaart, vaadeldi vanu kaarte Lääne-Eestist, millele on märgitud tuulikud eraldi leppemärgiga. Parim uurimispiirkonna katvus 20. sajandi algul oli üheverstasel topograafilisel kaardil, kuid tekkis küsimus tuuliku leppemärkide arvukuse kohta. Võrreldi üheverstast topograafilist kaarti Muhu saarel ühe vanema ja ühe noorema kaardiga. Vanemat kaarti ehk 1798. aastal koostatud Regulirungs Carte Mohn No.2 võrreldi 1894–1913 aastatel koostatud üheverstase kaardi ja 1935–1938 aastatel koostatud Eesti Vabariigi topograafilise ülevaatekaardiga (tabel 1) (Rahvusarhiiv; Maa-ameti geoportaal). Üheverstasel kaardil leidis enim tuuliku leppemärke. Tulemustest järeldati, et üheverstane topograafiline kaart on sobivaim tuulikute paiknemise ja leviku analüüsiks.

Tabel 1. Tuuliku leppemärkide arv Muhu külades (Rahvusarhiiv; Maa-ameti geoportaal).

| Kaart | Regulirungs Carte Mohn No.2 (1798) | Üheverstane topograafiline kaart (1894–1913) | Eesti Vabariigi topograafiline ülevaatekaart (1935–1938) |
|-----------|---------------------------------------|--|---|
| Küla | | | |
| Raegma | 1 | 3 | 0 |
| Siimisti | 0 | 5 | 2 |
| Liiva | 0 | 3 | 1 |
| Vahtraste | 3 | 2 | 1 |

Üheverstase kaardi koostasid aastatel 1894–1913 Vene Sõjaväe Topograafide Korpus. Kaardi mõõtkava on üks verst (1:42 000) (Eesti entsüklopeedia, 2003: 706). Tasub märkida, et tuuliku leppemärk üheverstasel kaardil võib tähistada nii pukktuulikut kui ka Hollandi tüüpi tuulikut. Antud töös uuritavat piirkonda katvad kaardilehed koostati aastatel 1900–1905.

Pukktuulikute ajaloolise leviku ja arvukuse analüüsimiseks loeti üheverstaselt topograafiliselt kaardilt kokku tuulikut tähistavad leppemärgid. Tuuliku leppemärkide kokkulugemiseks kasutati ArcGIS Pro programmi ja Maa-ameti geoportaali ajalooliste kaartide WMS teenust. Loodi uus punktobjektide kiht, millele hakati märkima tuuliku leppemärkide asukohti. Tuuliku leppemärgi asukohaks kaardil määrati leppemärgi keskpunkt. Uurimispiirkonda kujutavad kaardilehed vaadati läbi kaardilehtede kaupa (joonis 10).



Joonis 10. Tuuliku leppemärkide otsimise teekond kaardilehtedel.

Lisaks teostati mitmeid pistelisi kontrole, et leida esimesel korral märkamata jäänud tuulikute leppemärgid. Meetodika raskuseks oli kõikide leppemärkide leidmine kõikuva trükikvaliteedi tõttu, kohati sulandusid erinevad leppemärgid kokku (joonis 11). See oli ka põhjuseks, miks leppemärkide kokkulugemist ei olnud võimalik automatiseerida. Kokku leiti üheverstaselt topograafiliselt kaardilt 2453 tuuliku leppemärki. Hinnanguliselt jäi leidmata ligikaudu 2% tuuliku leppemärkidest.



Joonis 11. Raskesti märgatavad tuuliku leppemärgid üheverstasel topograafilisel kaardil (Maameti geoportaal).

3.2 Tuulikute klassifitseerimine

Kuna üheverstasel topograafilisel kaardil võis tuuliku leppemärk tähendada nii pukktuulikut, kui ka Hollandi tüüpi tuulikut, siis klassifitseeriti leitud tuulikud tüübi järgi (pukktuulik,

Hollandi tüüpi tuulik, teadmata tuulikutüüp). Tuulikute klassifitseerimiseks kasutati klasteranalüüsi ja fotode analüüsi meetodit, mille tulemused kombineeriti.

Tuulikute klassifitseerimiseks kasutati fotomaterjali, sest tihti ei tehtud kirjalikes allikates vahet pukktuulikutel ja Hollandi tüüpi tuulikutel. Pukktuulikute ja Hollandi tüüpi tuulikute eristamiseks kasutati Haageni (2021) tehtud fotosid, Talvingu (2005) kogutud fotomaterjali Eesti tuulikutest ning portaale Ajapaik ja Muis. Portaalist Ajapaik otsiti fotosid, mis olid kasutajate poolt sildistatud sildiga „windmill“. Portaalist Muis tuulikutest tehtud fotode leidmiseks kasutati otsingufraase „tuulik“, „pukktuulik“ ja „tuuleveski“. Lisaks kasutati otsingufraasidena külade nimesid, millest oli leitud tuuliku leppemärke. Meetodi nõrkuseks oli fotomaterjali vähesus. Võib arvata, et tuulikute rohkuse ja argisuse tõttu maastikupildis ei peetud nende pildistamist ja täpsemat dokumenteerimist oluliseks. Kokku klassifitseeriti fotode pealt 172 tuulikut, neist 100 olid pukktuulikud ja 72 Hollandi tüüpi tuulikud.

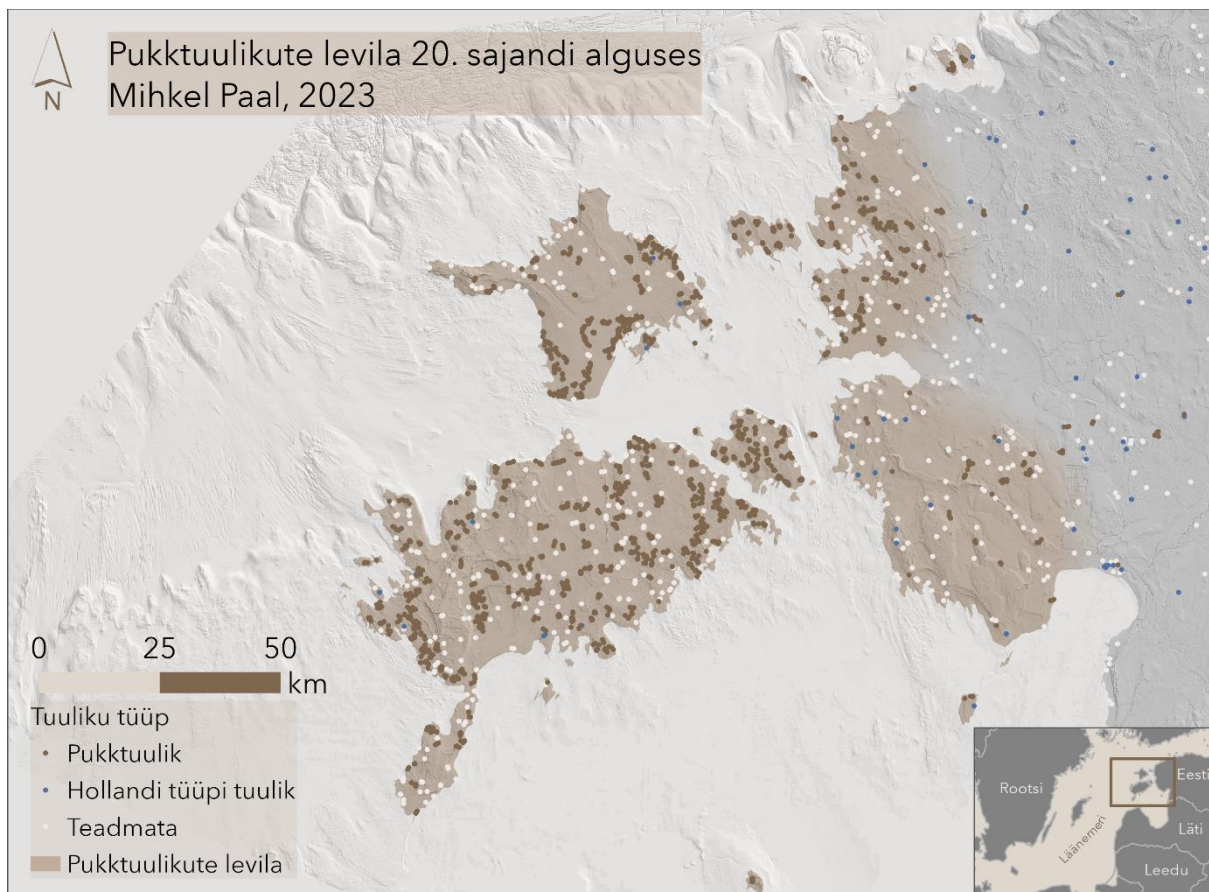
Kuna suuremast osast tuulikutest fotosid säilinud pole, siis tuulikute klassifitseerimiseks kasutati klasteranalüüsi meetodit. Mudel loodi järgnevatel eeldustel:

- 1) Pukktuulikud paiknesid ajalooliselt gruppidega külade servadel või tuulikumägedel (Laasi, 1939; Haagen, 2021).
- 2) Suuremad ja võimsamad Hollandi tuulikud ehitati enamasti mõisate poolt ja üksikutena (Juske, 2008; Haagen, 2021), suure jahvatusvõime tõttu ei tekkinud Hollandi tuulikutest tuulikugruppe.

Järeldati, et tihedalt koos paiknevad tuuliku leppemärgid ehk tuulikute grupid tähistavad tõenäoliselt pukktuulikuid. Pukktuulikute grupp defineeriti kui vähemalt kolm tuuliku leppemärki ühe kilomeetri raadiuses. Kasutades eelnevat mudelit kasutati tuulikute klassifitseerimiseks Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN) algoritmi. DBSCAN on klasteranalüüsi algoritm, mis grupeerib lähestikku paiknevaid andmepunkte, eristades seeläbi klastrid ja müra. DBSCAN valiti käesolevas uurimuses klasteranalüüsi algoritmiks, sest see töötab hästi erinevate andmepunktide tihedustega ja klasteri kujudega, suudab eristada müra (käesolevas töös üksikud tuulikud), võimaldab määrata minimaalse klasteri suuruse ja otsinguraadiuse (Ester *et. al*, 1996). DBSCAN algoritmile anti sisendiks üheverstaalt topograafiliselt kaardilt kokku loetud tuuliku leppemärkide kiht,

klasterdamise meetodiks valiti *defined distance* ehk tuuliku leppemärgist määratud kaugusest (üks kilomeeter) otsiti teisi tuulikuid, klaster loodi kui kilomeetri raadiuses leiti lisaks nullpunktis asuvale tuulikule vähemalt 2 tuuliku leppemärki. Klasteranalüüsi käigus leiti 1773 klastrisse ehk tuulikugruppi kuuluvat tuulikut, ülejäänud tuuliku leppemärkide tüübiks jäi „teadmata“. Klasteranalüüsi meetodi nõrkuseks oli üksikute pukktuulikute leidmine. Kui leidub üksik pukktuulik, millest määratud kauguses ei ole teisi tuulikuid, siis klastrit ei teki ja tuulik klassifitseerub mürana. Seepärast kombineeriti klasteranalüüsi meetodit fotode analüüsi meetodiga, et leida ka isoleeritud pukktuulikuid.

Eelnevate meetodite tulemused kombineeriti, et saada täpsem tulemus. Klasteranalüüsi tulemusena pukktuulikuks klassifitseeritud leppemärkidele lisati juurde fotode pealt klassifitseeritud tuulikud ning tulemusena loodi kaart tuulikutüüpidest Lääne-Eestis 20. sajandi algul (joonis 12).



Joonis 12. Pukktuulikute levila 20. sajandi alguses.

4. Tulemused ja arutelu

Kokku leiti uurimispiirkonnas aastatel 1900–1905 koostatud üheverstaselt topograafiliselt kaardilt 2453 tuuliku leppemärki. Hinnanguliselt jäi leidmata kuni 2% leppemärkidest. Saaremaalt leiti 1110 tuuliku leppemärki, Hiiumaalt 391 Muhu saarelt 173 ja Vormsilt 82. Tuulikute arvukuse võrdlemiseks erinevatel Eesti saartel arvutati tuulikute tihedused (tabel 2). Tuulikute tihedus oli suurim Vormsi saarel (0,88 tuulikut/km²) ja väikseim Hiiumaal (0,39 tuulikut/km²). Suur tuulikute paiknemise tihedus seletab tuuliku olulisust Lääne-Eesti kuvandis. 1897. aasta rahvaloenduse andmetel elas Kuressaare kreisis ehk ligikaudu tänase Saare maakonna aladel 60 263 inimest (Statistikaamet, i.a). Selgus, et 20. sajandi alguses oli Saare maakonnas ligikaudu üks tuulik iga 54 elaniku kohta.

Tabel 2. Tuulikute tihedus Eesti suurematel saartel (EELIS, i.a).

| | Tuulikute arv | Pindala (km ²) | Tuulikute tihedus (Tuulikuid/ km ²) |
|----------|---------------|----------------------------|---|
| Saaremaa | 1110 | 2673 | 0,41 |
| Hiiumaa | 391 | 989 | 0,39 |
| Muumaa | 173 | 198 | 0,87 |
| Vormsi | 82 | 93 | 0,88 |

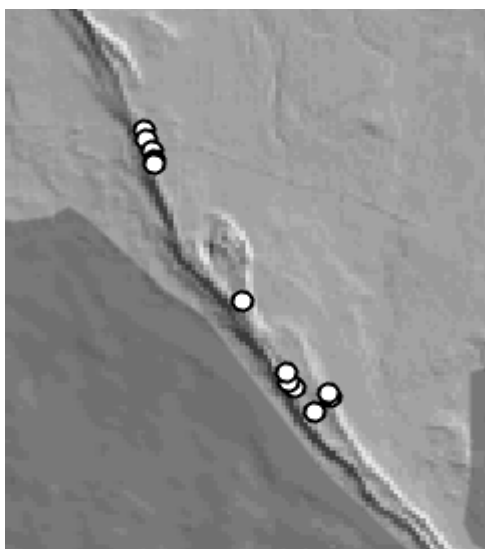
Klasteranalüüsi tulemusena klassifitseeriti 1773 tuuliku leppemärki pukktuulikuks. Fotode analüüsi tulemusena klassifitseeriti 100 pukktuulikut ja 72 Hollandi tüüpi tuulikut. Meetodite tulemuste kombineerimisel klassifitseeriti uuritava alal 1792 pukktuulikut ja 72 Hollandi tüüpi tuulikut, 589 tuuliku tüüp jäi välja selgitamata. Valdav enamus meetodika puuduste tõttu klassifitseerimata jäänud tuulikute on Lääne-Eestis ja saartel isoleeritud pukktuulikud. Tulemustest selgus, et pukktuulikute kõrgajal ehk 20. sajandi alguses jahvatasid Lääne-Eestis 1800–2300 pukktuulikut, millest ligikaudu pool ehk 1100 paiknesid Saaremaal. Kui võrreldi tulemust varasemate hinnangutega tuulikute arvule Saaremaal (tabel 3), siis selgus, et

tulemused on lähedal molinoloog Mihkel Koppeli ja Haageni hinnangutele (1250–1400 ja 1250 vastavalt) (Saarte hääl, 2011; Haagen, 2021). Järeldati, et töös kasutatava meetodikaga saadud tulemused on realistlikud.

Tabel 3. Varasemad arvulised pakkumised tuulikute arvule.

| Nimi | Aeg | Pakkumine |
|-----------------------------------|----------------------|---------------------|
| Horn (2015) | 19. sajandi keskel | 3600 Eestis |
| Haagen (2021) | 1890 | 1250 Saaremaal |
| Mihkel Koppel (Saarte hääl, 2011) | Tuulikute kõrgaeg | 1250–1400 Saaremaal |
| Talving (2005) | Mõni inimpõlv tagasi | 1000 Eestis |

Töö tulemuste põhjal valminud kaarti (joonis 12) vaadates saab aimu pukktuulikute ajaloolisest levilast. Selgus, et pukktuulikute levila ei ulatunud Mandri-Eesti rannikualadest oluliselt sisemaa poole. Pukktuulikud paiknesid hajaasustusega piirkondades üksi või kuni 10 liikmeliste gruppidega külade ümbruses. Erinevalt Hollandi tüüpi tuulikutest, mis paiknesid reeglina mõisate läheduses üksi, ehitasid talupojad oma pukktuuliku talu lähedale ning seetõttu saab kaardilt ka infot Lääne-Eesti rahvastiku paiknemise kohta 20. sajandi alguses. Tuuliku leppemärkide kihile aluspõhja reljeefi kihi lisades on näha, et tuulikud ehitati positiivsetele pinnavormidele (joonis 13). Ehitades pukktuulikud kõrgemale ümbritsevast maapinnast, puudest ja hoonetest tagati muidu suhteliselt madalatele pukktuulikutele avatus tuulele igast suunast.

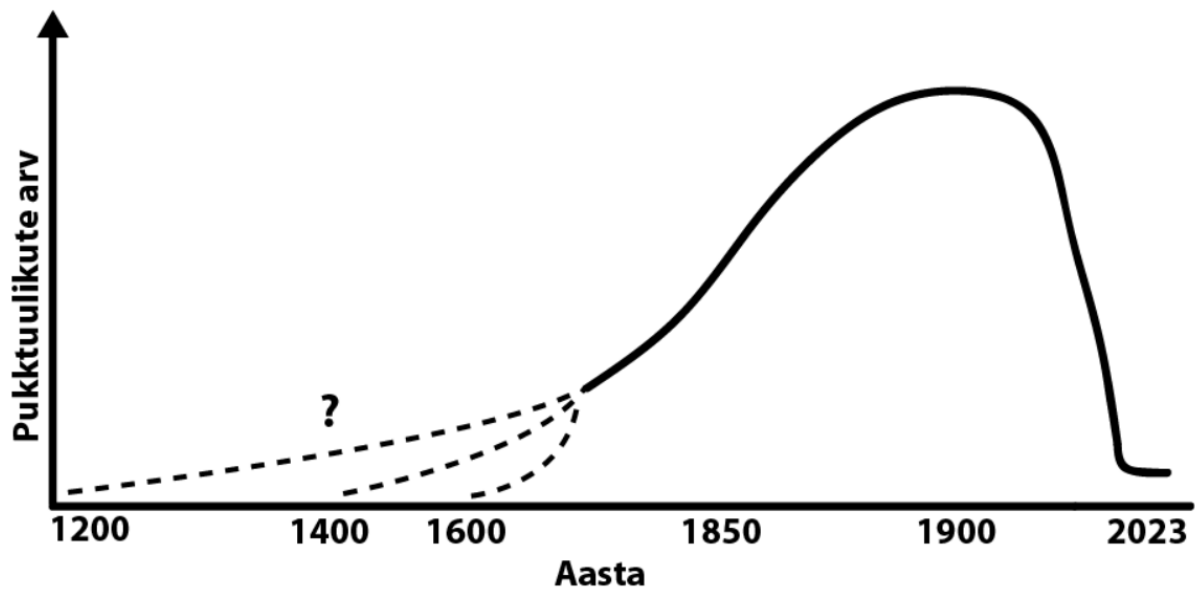


Joonis 13. Tuulikud ehitati positiivsetele pinnavormidele (Maa-ameti geoportaal).

Pukktuulikute Eestisse jõudmise aja ja põhjuse osas ei ole täit selgust, tõenäoliselt jääb see 13. ja 16. sajandi vahele. Võib spekuloida, et pukktuuliku töid Eesti aladele esimesena rannarootslased, kes ligikaudu samas ajavahemikus Lääne-Eesti rannikualadele jõudsid. Pukktuulikud olid rannarootslaste jaoks iseloomulikud, millele viitab asjaolu, et 1704. aastal koostatud Lääne-Eesti kaardil (joonis 4) paikneb ainuke illustreeriv pukktuulik just Vormsi saarel (EAA.308.2.28, Rahvusarhiiv). Samuti leidub pukktuulikute levila kaarti (joonis 12) uurides ajalooliselt rannarootslaste poolt asustatud väikesaartel (Ruhnu, Vormsi, Pakri saared ja Osmussaar) pukktuulikuid. Rannarootslased võisid Rootsist Lääne-Eestisse elama asudes tuua endaga kaasa teadmised pukktuulikute ehitamisest, lisaks oli vabadel rannarootslastel rohkem õigusi kui Eesti pärisorjadel, mis andis neile vaba voli pukktuulikute ehitamiseks.

Pukktuuliku ehitamine oli Lääne-Eesti talupoegadele uhkuse ja ieseseisvuse märk. Ise oma vilja jahvatamine ja sõltumatus mõisast ja naabritest oli talupoegadele oluline, samuti nähti isiklikus tuulikus raha teenimise võimalust. Pukktuulikute arv Eestis kasvas aeglaselt kuni 19. sajandi keskpaigani, hakkas siis kiiremini kasvama ning saavutas haripunkti 20. sajandi alguseks, hiljem algas kiire arvukuse vähenemine tehnoloogia arengu ning sundkollektiviseerimise tõttu (joonis 13). Pukktuulikute lihtsa konstruktsiooni tõttu lagunesid need hoolduseta kiirelt ning seetõttu on tänapäeva Eestis maapiirkondades levinum näha paekivist Hollandi tüüpi tuulikute varemeid. Kuigi tänapäeval leidub Lääne-Eesti

maastikupildis veel vaid üksikuid pukktuulikuid, siis tuulik elab jõudsalt edasi Saaremaa kuvandis.



Joonis 13. Pukktuulikute arvukus Eestis.

Pukktuulikute ajalugu on suhteliselt väheuuritud, kuid Eesti taluarhitektuuri ja Lääne-Eesti kuvandi poolest oluline teema. Antud töös kasutati andmeallikana peamiselt üheverstast topograafilist kaarti ja klassifitseerimiseks klasteranalüüsi kombineerituna ajalooliste fotodega. Edasised uurimused võivad kasutada erinevaid ajaloolisi kaarte ja teistsugust meetodikat tuulikute klassifitseerimiseks. Huvitav oleks analüüsida kindlat tuulikugruppi või üksikuid tuulikuid läbi aja ja erinevate kaartide, samuti võib koos tuulikute paiknemisega analüüsida ka mõisate paiknemist.

5. Kokkuvõte

Eestis leiduvad tuuleveskid võib jagada ehituse järgi kaheks: väikesed pööratava kerega puidust pukktuulikud ja suuremad kivist või puidust Hollandi tüüpi tuulikud, millel saab tuulde pöörata ainult tuuliku pead. Läbi ajaloo oli Lääne-Eesti talupoegadel kohati võimalus ehitada endale isiklik pukktuulik, seevastu Mandri-Eesti talupojad olid sunnitud vilja jahvatama mõisale kuuluvate Hollandi tüüpi tuulikutega. 20. sajandi alguses vähenes pukktuulike kasutamine tehnoloogia arengu tõttu ning Nõukogude okupatsiooni ajal lagunes või lammutati suurem osa pukktuulikutest. Pukktuulik on tänapäeval lahutamatu osa Saaremaa kuvandist, mida peegeldab ka pukktuulike taastamine dekoratiivsel eesmärgil.

Bakalaureusetöö eesmärgiks oli Lääne-Eesti pukktuulike ajaloolise arvu ja levila kindlaks tegemine kasutades selleks ajalooliste kaartide analüüsi meetodit. Bakalaureusetöös analüüsiti pukktuuliku kui talupoja iseseisvuse sümboli ja maastikul silmapaistva hoonetüübi levikut tema kõrgajal ehk 20. sajandi alguses. Üheverstaselt topograafiliselt kaardilt loeti kokku Lääne-Eestis tuulikuid tähistavad leppemärgid. Kokku leiti uuritaval alal üheverstaselt topograafiliselt kaardilt (kaardistatud 1900–1905) 2453 tuuliku leppemärki. Seejärel kombineeriti klasteranalüüsi meetodit DBSCAN algoritmiga ja ajalooliste fotode järgi klassifitseerimise meetodit, et eristada leppemärkidest pukktuulikud ja Hollandi tüüpi tuulikud. Klasteranalüüsi tarbeks defineeriti pukktuulike grupp kui vähemalt kolm tuuliku leppemärki ühe kilomeetri raadiuses. Klasteranalüüsi tulemusena klassifitseeriti 1773 tuuliku leppemärki pukktuulikuks. Fotode analüüsi tulemusena klassifitseeriti 100 pukktuulikut ja 72 Hollandi tüüpi tuulikut. Meetodite tulemuste kombineerimisel klassifitseeriti uuritaval alal 1792 pukktuulikut ja 72 Hollandi tüüpi tuulikut, 589 tuuliku tüüp jäi välja selgitamata. Valdav enamus meetodika puuduste tõttu klassifitseerimata tuulikutest on isoleeritud pukktuulikud.

Töös anti hinnang, et pukktuulike kõrgajal ehk 20. sajandi alguses leidis Lääne-Eestis 1800–2300 pukktuulikut, millest üle poole paiknesid Saaremaal. Leiti, et tuuleveskid ehitati positiivsetele pinnavormidele ning kuni 10-liikmeliste gruppidena külade ümbrusesse. Ajalooliste kaartide analüüsi tulemusena loodi kaart tuulikutüüpidest Lääne-Eestis 20. sajandi alguses. Tulemustest järeldati, et isikliku pukktuuliku ehitamine oli iseloomulik Lääne-Eesti rannikualadele ja saartele, oluliselt sisemaa poole pukktuulike levila ei ulatunud.

Pukktuulikute ajalugu on suhteliselt väheuuritud, kuid Eesti taluarhitektuuri ja Lääne-Eesti kuvandi poolest oluline teema. Antud töös kasutati andmeallikana peamiselt üheverstast topograafilist kaarti ja klassifitseerimiseks klasteranalüüsi kombineerituna ajalooliste fotodega. Edasised uurimused võivad kasutada erinevaid ajaloolisi kaarte ja teistsugust meetodikat tuulikute klassifitseerimiseks, samuti võib koos tuulikute paiknemisega analüüsida ka mõisate paiknemist.

The distribution and spread of post mills of Estonia

Mihkel Paal

Summary

The windmills of Estonia can be split into two main categories: small wooden post mills, which sit on a post, allowing the body of the mill to be rotated into the wind and larger wooden or stone Dutch-style mills, where only the head of the mill is rotated into the wind. Throughout the history Western-Estonian peasants were at times permitted to build their own personal post mills, whereas the peasants on the mainland were not allowed to do so, relying on their landlords Dutch-style mill instead. At the start of the 20th century the use of post mills for grinding flour decreased rapidly due to advancements in technology. During the Soviet occupation, most post mills dilapidated or were demolished. Today the post mill is an integral part of the image of Saaremaa island, reflected by the growing interest in restoring post mills as decorative landscape elements.

This thesis analysed the post mill as an easily recognisable landscape element and a symbol of independence for the peasant, at the height of its use in the beginning of the 20th century. The aim of this thesis was to map the extent of the post mill and give an estimate to the total number of post mills. All symbols signifying post mills in Western-Estonia (west of 25°) were marked by hand on a historical topographical map produced between 1900–1905, in total 2453 symbols were found. Next, cluster analysis and historical photos were used to classify the windmills into post mills and Dutch-style mills. A group of post mills was defined as at least three post mill symbols in one kilometer radius. As a result of the cluster analysis, 1773 post mills were found. An additional 100 post mills and 72 Dutch-style mills were classified using historical photos. The results of the cluster analysis and classification by historical photos were combined. In total 1792 post mills and 72 Dutch-style mills were found, 589 windmills were left unclassified due to limitations of used methods.

It was determined that around 1800 to 2300 post mills were operating in Western Estonia at the beginning of 20th century, of which more than half were located on the island of Saaremaa. A map detailing the extent of the post mill at the beginning of the 20th century was produced.

It was determined that building post mills for personal use was characteristic for Western-Estonian coastal areas and the islands. Owning a personal post mill was a symbol of independence and wealth for the 19th century Western-Estonian peasant.

The history of post mills in Estonia is not well studied, yet the topic is important from the standpoint of Estonian vernacular architecture and the overall image of Western Estonia. Future research on this topic could focus on using different methods to classify windmills or analyse the distribution of manors in addition to the windmills.

Kasutatud kirjandus

Angla tuulikute koduleht, i.a. Kasutatud: 23.10.2022, <http://www.anglatuulik.eu/>.

Bioneer, 2013. Tuulikud olid Saaremaa talupoegade iseolemise sümboliks. Kasutatud: 23.10.2022, <https://bioneer.ee/tuulikud-olid-saaremaa-talupoegade-iseolemise-s%C3%BCmboliks-0>.

EELIS, i.a. Kasutatud: 19.05.2023, <https://infoleht.keskkonnainfo.ee/>.

Eesti entsüklopeedia 12. köide Eesti A-Ü, 2003. Üheverstane topograafiline kaart.

Eneby pa Nuckön i Wiken, 1700. EAA.1.2.C-IV-253. Rahvusarhiiv. Kasutatud: 15.03.2023, <https://shorturl.at/cjUY3>.

Ester, M., Kriegel, H.P., Sander, J., Xu, X., 1996. A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. In Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. AAAI Press, 226–231.

Fuchs, V., 1971. Vanad Eesti pukktuulikud. Kirjastus Valgus.

Geographisk Charta öfwer Provincien Ösell, med dhe där intill Gränzande Orter, 1704. EAA.308.2.28, Rahvusarhiiv. Kasutatud: 15.03.2023, <https://shorturl.at/ouxFW>.

Haagen, K., 2021. Eesti tuuleveskite lugu. Postimees kirjastus.

Hollandi tuulik, 1957. EVMF1:349, Eesti Vabaõhumuuseum SA. Kasutatud: 02.05.2023, <http://www.muis.ee/et/museaalview/3244455>.

Horn, K., 2015. Windmills in Estonia, Finland and Sweden – Sustainable Heritage report No. 7. Kasutatud: 22.05.2023, https://www.sustainableheritage.eu/wp-content/uploads/SustainableHeritage_ReportNo7_ISBN978-952-7075-01-2.pdf

Hupel, A., W., 1789. Topographische Nachrichten Von Lief- und Ehstland.

Juske, A., Raesaar, P., 2008. Tuulikud läbi aegade. Tallinn.

Kangilaski, E., 1985. Ehitus ja Arhitektuur 1985, nr.1/2: Koguva küla rahvaarhitektuur, 47.

Karte von dem Strandheuschlägen gehörigen zu dem Gütern Pargel, 1666. EAA.858.2.1924, Rahvusarhiiv. Kasutatud: 16.03.2023, <https://shorturl.at/dENV8>.

Karte von dem St. Johannische Kirchspiele belegen Insel Kõinastu, 17. sajandi lõpp. EAA.2072.3.347, Rahvusarhiiv. Kasutatud: 03.03.2023, <https://shorturl.at/dgj39>.

Kultuurimälestiste register, i.a. Kasutatud: 16.03.2022, <https://register.muinas.ee/>.

Kuressaare linnuse plaan, 1645. EAA.5393.1.4, Rahvusarhiiv. Kasutatud: 03.03.2023, <https://shorturl.at/lsB02>.

Laasi, A., 1939. Läänemaa rahvastik, asulastik ja liiklemine. Eesti kirjanduse selts, Tartu. Kasutatud: 04.03.2023, <https://www.etera.ee/zoom/11261/view?page=3&p=separate&search=&view=0,0,2124,3413>.

Loel, R., 2011. Saaremaa tuulikud lähevad kaitse alla. Saarte hääl. Kasutatud: 23.10.2022, <https://arhiiv.saartehaal.ee/2011/11/11/saaremaa-tuulikud-lahevad-kaitse-alla/>.

Maa-ameti geoportaal, i.a. Kasutatud: 05.03.2023, <https://geoportaal.maaamet.ee/>.

Ohessaare tuuliku koduleht, i.a. Kasutatud: 16.03.2022, <https://www.saaremaatuulik.ee/>.

Pukktuulik Hiiumaal, 1940. HKM Fp 900:134 F 4499, Hiiumaa muuseumid SA. Kasutatud: 02.05.2023, <https://www.muis.ee/museaalview/2120765>.

Regulirungs Carte Mohn No.2, 1798. EAA.2072.3.357, Rahvusarhiiv. Kasutatud: 03.03.2023, <https://shorturl.at/oIT28>.

Saaremaa loodusturism, i.a. Tuulikud. Kasutatud: 23.10.2022, <http://www.saaremaanaturetourism.eu/Tuulikud>.

Saaremaa, vaade tuulikutele, i.a. TLM F 9794:713, Tallinna linnamuuseum. Kasutatud: 02.05.2023, <https://www.muis.ee/museaalView/2899846>.

Saarte Hääl, 2011. Tuulikute mõõdistuspraktika Saaremaal. Kasutatud: 19.05.2023, <https://saartehaal.postimees.ee/6621567/tuulikute-moodistuspraktika-saaremaal>.

Sepp, T., 2005. Saaremaa tuulikute inventeerimine – Muinsuskaitse 2004 aastaraamat. Toim. Leelo Välja. Printwerk: 52. Kasutatud: 23.10.2022, https://www.muinsuskaitseamet.ee/sites/default/files/content-editors/trykised/muinsuskaitse_aastaraamat_2004-compressed.pdf.

Shepherd, D., G., 1990. Historical development of the windmill. United States. Kasutatud: 22.02.2023, <https://doi.org/10.2172/6342767>.

Siim, K., 2009. Saaremaa tuulikute eksperthinnangud mälestise tunnuste väljaselgitamiseks ja ettepanekud riikliku kaitse alla võtmiseks. Kasutatud: 23.10.2022, <https://register.muinas.ee/ftp/MKA%20inventeerimine/Saaremaa.Tuulikud.pdf>.

Sooväli, H., 2004. Saaremaa waltz. Landscape imagery of Saaremaa Island in the 20th century. Doktoritöö: University of Tartu.

Statistikaamet, i.a. Rahvastik maakondades ja linnades, 1897. Kasutatud: 17.05.2023, <https://www.stat.ee/et/rahvastik-maakondades-ja-linnades-1897>.

Talving, H., 2005. Eesti tuulikud: Vanu fotosid aastaist 1867-1944. Kirjastus Tänapäev.

Toomessalu, A., 1952. Saaremaa Tuulikud. Käsikiri. Etnograafiline arhiiv.

Võerahansu, J., 1940. Saaremaa maastik. EKM j 14884 M 4587, Eesti kunstimuuseum SA. Kasutatud: 02.05.2023, <https://www.muis.ee/museaalView/1448223>.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Mihkel Paal,

1. Annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Pukktuulikute paiknemine ja levik Eestis“, mille juhendaja on Taavi Pae, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, alates 02.05.2023 kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile. 4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Mihkel Paal

28.05.2023