

TALLINNA ÜLIKOOL

**Loodus- ja terviseteaduste instituut**

**Keskkonnakorralduse õppekava**

**Liis Bergmann**

**ÜLEUJUTUSED JA ÖKOSÜSTEEMITEENUSED  
AUDRU POLDRIL**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: PhD Reimo Ravis

Juhendaja: MSc Aija Kosk

Tallinn 2017

## Autori kinnitus

Mina, Liis Bergmann, kinnitan, et olen lõputöö

Autori nimi

teinud iseseisvalt ning seda ei ole keegi teine varem kaitsmiseks esitanud. Kõigi teiste autorite uurimistööde ja mujalt pärinevate andmete kasutamisel on allikale viidatud.

Annan Tallinna Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) oma lõputööd säilitada ja üldsusele kättesaadavaks teha Tallinna Ülikooli Akadeemilise Raamatukogu digihoidlas. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Töö autor: 23. mai 2017

Kuupäev,

allkiri

## Kaitsmisele lubatud

Juhendaja: 23. mai 2017

Kuupäev

Reimo Rivis

nimi

allkiri

Juhendaja: 23. mai 2017

Kuupäev

Aija Kosk

nimi

allkiri

Õppekava kuraator: 23. mai 2017

Kuupäev

Reimo Rivis

nimi

allkiri

Bakalaureusetöö on koostatud TLÜ LTI õppetööst. Selle hindamine positiivse hindegaga ei tähenda, et LTI vastutab töös kasutatud meetodite, saadud tulemuste ja tehtud järelduste eest.

# Annotatsioon

Üleujutused ja ökosüsteemiteenused Audru poldril. Liis Bergmann

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärkideks oli erinevate allikate ja Pärnumaa elanike arvamuste põhjal välja selgitada Audru poldri poolt pakutavad ökosüsteemiteenused ning võimalike üleujutuste modelleerimine erinevate üleujutustasemetel korral ja vastavate üleujutuste maht modelleerimisalal. Audru poldri poolt pakutavate ökosüsteemiteenuste väljaselgitamiseks viidi läbi ankeetküsitlus Pärnumaa elanike hulgas. Võimalike üleujutuste modelleerimiseks Audru poldri alal loodi kõrgusmodelid tarkvaraprogrammi ArcGis 10.2.2 abil.

Töö tulemusena selgus, et Audru polder pakub mitmeid ökosüsteemiteenuseid. Olulisemateks reguleerivateks teenusteks on vee mahutamine, kontroll üleujutuste üle ning üleliigsete toitainete säilitamine, taastamine ja eemaldamine. Tähtsamad tugiteenused on elupaikade pakkumine paljudele liikidele, toitainete säilitamine, taastamine, töötlemine ja omandamine ning orgaanilise aine kuhjumine. Peamised varustusteenused, mida Audru polder pakub, on pilliroog, hein ja karjatamine ning kultuuriteenusteks on linnuvaatlus, esteetilised väärtused ja loodusharidus. Üleujutused Audru poldril realiseeruvad siis, kui vesi tuleb maismaa poolt ehk tegemist on vooluvete või sademete üleujutusega. Juhul, kui kõik süsteemid Audru poldril on töökorras ja terved, hakkab merevesi peale tungima alles ca 200 cm isopinna korral, mis tähendab, et mereveetase peab olema valdavalt ca 250 cm juures. Audru jõe poolt ei saa üleujutus poldrialasid kuigivõrd mõjutada, sest üleujutus ei saaks nii kaugele tungida. Võimalik üleujutustase 200 cm juures ujutab üle 699,7 hektarilise ala ning võimalik üleujutustase 300 cm juures ujutab modelleerimisalal üle 834,7 hektarilise maa-ala.

Märksõnad: Audru polder, ökosüsteemiteenused, üleujutused, kõrgusmodelid, modelleerimine

# SISUKORD

Annotatsioon.....	2
SISSEJUHATUS .....	4
1. TUNTUMAD POLDRID EESTIS JA MAAILMAS .....	5
2. ÜLEUJUTUSED JA ÜLEUJUTUSRISK .....	8
2.1 Üleujutuste tüübid.....	9
2.2 Üleujutuselad Eestis.....	10
2.3 Suurim üleujutus Eestis viimase 15 aasta jooksul .....	11
3. ÜLEVAADE ÖKOSÜSTEEMITEENUSTEST.....	13
3.1 Ökosüsteemiteenuste kontseptsioon .....	13
3.2 Ökosüsteemiteenuste omadused .....	13
3.3 Ökosüsteemiteenuste klassifikatsioonid .....	14
3.4 Näiteid märgalade ökosüsteemiteenuste kohta Eestis ja mujal maailmas .....	16
4. MATERJAL JA METOODIKA .....	20
4.1 Audru polder .....	20
4.1.1 Audru poldri ajalugu.....	21
4.1.2 Audru polder tänapäeval .....	23
4.1.3 Audru poldri hoiuala, selle kaitsmine ja hooldamine .....	24
4.2 Metoodika .....	27
4.2.1 Ökosüsteemiteenuste määramine.....	27
4.2.2 Üleujutustasemete modelleerimine .....	27
5. TULEMUSED JA ANALÜÜS.....	30
5.1 Audru poldri poolt pakutavad ökosüsteemiteenused .....	30
5.2 Modelleeritud üleujutustasemed Audru poldril .....	36
KOKKUVÕTE .....	41
SUMMARY .....	43
KASUTATUD KIRJANDUS.....	44
LISAD.....	50

# SISSEJUHATUS

Maailmas on palju piirkondi, mida ähvardavad üleujutused kas sisemaa või mere poolt. Paljudes riikides on tulvavetega/üleujutustega kohanemine suureks probleemiks ning mitmel pool lausa kestmise ja arengu küsimus. Üleujutustega hakkama saamiseks on inimkond aegade jooksul välja mõelnud ning arendanud mitmesuguseid kaitsemeetmeid. Üks võimalus kaitsta madalaid rannikualasid üleujutuste eest, on rajada sinna poldreid.

Eesti suurimaid mereäärseid poldreid asub Liivi lahe põhjas Audrus. Audru polder, mida hakati rajama 1934. aastal (Kobras AS, 2015) selleks, et vähendada ala sõltuvust merest ning võimaldada intensiivsemat maaharimist, paikneb Pärnumaal Audru vallas Audru, Põldeotsa ja Valgeranna külades. Tänapäeval on Audru polder oluline eelkõige avamaastiku liikide elupaigana, sest alad on olulised nii lindude rändeaegsete peatuspaikadena kui ka pesitsusaladena. Audru polder kui ökosüsteem pakub mitmeid hüvesid, mis on inimeste heaoluks, majanduslikuks ning sotsiaalseks arenguks olulise tähtsusega. Neid hüvesid nimetatakse ökosüsteemiteenusteks. (Euroopa Liit, 2009)

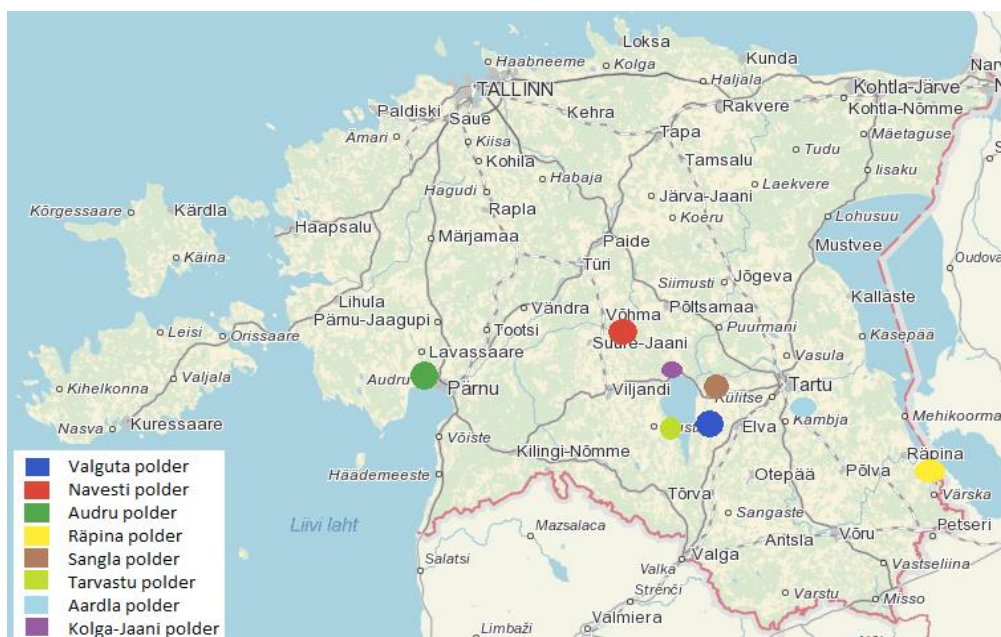
Käesolevas töös on peamiselt keskendunud Audru poldri poolt pakutavatele ökosüsteemiteenustele ja neid mõjutavatele üleujutustele. Bakalaureusetöö eesmärgiks on erinevate allikate ja Pärnumaa elanike arvamuste põhjal selgeks teha Audru poldri poolt pakutavad ökosüsteemiteenused ning võimalike üleujutuste modelleerimine ja maht sealsetel aladel. Töö eesmärgist lähtuvalt on püstitatud uurimisküsimused:

1. Millised on Audru poldri poolt pakutavad ökosüsteemiteenused?
2. Kui suur osa Audru poldrist on erinevat tüüpi ja erinevate üleujutustasemetega korral veega kaetud?
3. Millised maakattetüübid ja kui suures mahus on üleujutatud?

Kaugemaks eesmärgiks on magistritöö raames välja selgitada Audru poldri poolt pakutavate ökosüsteemiteenuste mahud ja nende muutused erinevate üleujutustasemetega korral ning rahalise väärtuse arvutamine.

# 1. TUNTUMAD POLDRID EESTIS JA MAAILMAS

Polder on mere või mõne muu veekogu eest kaitstud ja kuivendatud ala, mis on eraldatud naaberveekogust ning asub ümbritsevast alast madalamal. Seetõttu on veetaset poldri alal vajalik kontrollida. (Wandee, 2005) Eestis on rajatud läbi aegade mitmeid poldreid, mis valdavalt asuvad siseveekogude ääres, nagu näiteks Peipsi järve ja Võrtsjärve ääres. Suuremad poldrid Eestis on Tarvastu polder, Aardla polder, Audru polder, Kolga-Jaani polder, Navesti polder, Rápina polder, Sangla polder ja Valguta polder (Joonis 1). Enamik poldreid asub Tartumaal erinevates valdades, nagu näiteks Aardla polder, Sangla polder ja Valguta polder. Viljandimaal asuvad Kolga-Jaani polder, Tarvastu polder ja Navesti polder. Pärnumaal asub Audru polder, mis on esimene Eestisse rajatud polder. 1934. aastal alustati Audru poldri rajamist, eesmärgiga vältida üleujutusi Pärnu lahe rannikumaal (Kobras AS, 2015). Põlvemaal asub Rápina polder, mis on Eesti suurim maaparandusobjekt, mis rajati aastail 1967-1985 (Evestus, 2006).



**Joonis 1. Poldrid Eestis.**

Eesti poldritel on iseloomulik flora ja fauna. Poldrialadel võib kohata mitmeid kaitsealuseid ja ohustatud linnuliike, nagu näiteks erinevaid tildreid (*Tringa*), luikesid (*Cygnus*), rabahanesid (*Anser fabalis*), suur-laukhanesid (*Anser albifrons*), valgepõsk-laglesid (*Branta leucopsis*), rukkirääku (*Crex crex*), mitmeid erinevaid pardiliike, kiivitajaid (*Vanellus vanellus*), punaselg-õgijaid (*Lanius collurio*) jne. (Riigi Teataja, 2007)

Taimestik on üle Eesti olevatel poldritel varieeruv. Domineerivaks sugukonnaks on kõrrelised. Näiteks Räpina poldril on 2004. aastal läbiviidud inventuuri käigus leitud üle 200 soontaimeliigi ning kõrgemaid veetaimi üle 30 liigi. Võrreldes kogu Eesti flooraga on esinatud üle poole kõigist sugukondadest. (Leito, et al., 2004)

Holland on riik, mis asub kolme Euroopa jõe: Reini, Maasi ja Schelde jõgi, deltas (Van Schoubroeck & Kool, 2010). Madalmaad on tuntud selle poolest, et seal leidub poldreid rohkem kui üheski teises riigis. Poldrid on alla merepinda jäävad maatükid, mis on merelt tagasi võidetud ning mida ümbritsevad tammid. Hollandi poldrite maastiku tunneb ära selle poolest, et seal asuvad poldritele iseloomulikud sirged kuivenduskraavid ja kanalid, tammid ning tuulikud (Netherlands Architecture Institute, 2005). Madalmaade pindala on 41543 km<sup>2</sup> ning 2/5 kogu riigi aladest on tegelikkuses poldrid (Rowen, 2016) – alad, mis on merepinnast all pool. Selline maastik on ainulaadne, kuid väga haavatav. Hollandis on rohkem kui 3000 poldrit, mis on läbi aegade teinud läbi mitmeid muutusi ning poldrisüsteemide arendamine jätkub ka edaspidi, erinevate kaasnevate tegurite surve tõttu. Peamisteks teguriteks, mis avaldavad poldrite arengule suurt mõju on linnastumine, muutused põllumajanduse struktuuris ja vajadus vee säilitamise järel (Netherlands Architecture Institute, 2005).

1. veebruaril 1953. aastal leidis Hollandis aset viimane katastroofiline üleujutus, mille käigus jäi vee alla 162 000 ha maad ning umbes 1800 inimest kaotas elu. Selle õnnetuse tagajärjel võttis riik vastu otsuse rajada maailma suurim kaitsetamm, mis sulgeks riigi edelaosas kõik rannaalad, kuid jätaks vabaks Rotterdami ja Antwerpeni sadamate alad. (Rowen, 2016). Eelmisel sajandil ähvardasid nii jõgede üleujutused kui ka merevee taseme tõus Hollandis sageli suuri maa-alasid, kuni Holland ja Saksamaa täiustasid oma kuivendussüsteeme nii linnades kui ka maapiirkondades. Seetõttu muutus jõgede veerežiim vihmaperioodidel oluliselt ning suurem koormus langes kaitsetammidele. (Van Schoubroeck & Kool, 2010)

Madalmaade poldrisüsteemil on iseloomulik taimestik ja loomastik. Linnustik on poldrite aladel väga liigirikas. Seal kohtab mitmeid erinevaid pardiliike, erinevaid kurvitsalisi, nagu näiteks kiivitajaid, meriskeid (*Haematopus ostralegus*), mustsaba-viglesid (*Limosa limosa*) ja punajalg-tildreid (*Tringa tōtanus*) ning hallhaigruid (*Ardea cinerea*) (Van Schoubroeck & Kool, 2010). Selliseid linde leidub kohtades, kus on madal ja aeglaselt voolav vesi ning palju kalu ja putukaid. Taimedest kasvavad neil aladel hästi pajud, erinevad kõrrelised ja

taimed, kellele sobivad kasvukohaks soostunud alad ja madala veega piirkonnad (Van Schoubroeck & Kool, 2010).

## 2. ÜLEUJUTUSED JA ÜLEUJUTUSRISK

Üleujutus on loodusnähtus, mille tulemusena ujutab tulvavesi ajutiselt üle sellised maaalad, mis ei ole harilikult veega kaetud (Riigi Teataja, 1994). See hõlmab jõgede veetaseme tõusust, mägedest pärit tulvaveest ja ajutistest vooluveekogudest põhjustatud üleujutusi ning merevee taseme tõusust põhjustatud üleujutusi rannikualadel (Bloch, et al., 2012). Üleujutused on põhjustatud tavaliselt äärmuslike meteoroloogiliste ja hüdrooloogiliste mõjude kokkulangevusest, nagu näiteks sademed ja vood. Peale selle võivad üleujutused olla põhjustatud inimtegevusest. Halvasti planeeritud haljastuse rajamine lammidele võib põhjustada kinnisvara ja maade üleujutused. Lisaks võivad üleujutused olla põhjustatud ka näiteks tammi purunemisest.

Vastavalt üleujutuse puhkemise kiirusele jaotatakse üleujutused põhiliselt nelja gruppi: väga kiirelt tekkivad üleujutused ehk äkktulvad, tiheasustusalade üleujutused, poolpüsivad üleujutused ja aeglaselt tekkivad üleujutused. (Bloch, et al., 2012)

Üleujutused võivad põhjustada inimeste hukkumist ja ümberasumist ning kahjustada keskkonda, tõsiselt ohustada majanduse arengut ning laostada majandustegevust. Üleujutuste tagajärjed jagatakse kaheks: esmased tagajärjed ja teisesed tagajärjed (Päästeamet, 2013). Esmased tagajärjed on tõsisemad tagajärjed elutähtsate teenuste toimimisele ja varale (Päästeamet, 2013). Sellisel juhul on mõjutatud transport, elektrivarustus, joogiveevarustus ning kanalisatsioonisüsteemide toimimine. Transport võib olla mõjutatud näiteks laevaliikluse toimimise puhul, sadamates või maanteed ja teede läbitavusel. Elektrivarustus võib olla mõjutatud vajadusest elektriühendus katkestada selleks, et tagada ohutus. Joogiveevarustus ja kanalisatsioonisüsteemid võivad olla häiritud selle poolest, et üleujutuse vesi on tunginud süsteemidesse. Kanalisatsioonisüsteemid kannavad nakkusohtliku või reostunud vee laiali, mille tagajärjel satub see vesi joogivette või suplusveekogusse ning võib põhjustada epideemia vallandumise. Lisaks on raskendatud ka päästetööde ja avaliku korra tagamine ning kiirabi juurdepääs patsientideni, sest evakueerimise vajadus ja päästetööde hulk on nii mahukad. Teisesed tagajärjed tekivad, kui üleujutus mõjutab väga suurt hulka inimesi (Päästeamet, 2013). Kergemad tagajärjed avalduvad inimeste elulele ja tervisele ning looduskeskkonnale (Päästeamet, 2013). Sellistel juhtudel on väga oluline faktor õigeaegsetel teavitus- ja reageerimismeetmetel (Päästeamet, 2013), sest tänu nendele saab tagajärgi inimeste elule

ja tervisele kergendada, nende negatiivset mõju vähendada. Üleujutuste käigus tekivad peaaegu alati ka kütusereostused, mille tõttu võivad avalduda kahjud looduskeskkonnale. Looduskeskkonna kahjud tekivad ka juhul, kui üleujutus mõjutab kaitse all olevaid liike või Natura 2000 alasid (Päästeamet, 2013). Selleks, et vältida ja vähendada üleujutuste negatiivset mõju asjaomasel piirkonnas, on vaja koostada üleujutusrisi maandamise kavade. (Keskkonnaministeerium, 2007)

Üleujutusrisk on üleujutuse tõenäosus koos üleujutuse võimalike kahjulike tagajärgedega inimeste tervisele, keskkonnale, kultuuripärandile ja majandustegevusele. (Keskkonnaministeerium, 2007)

## 2.1 Üleujutuste tüübid

Eesti puhul saab üleujutused jagada mitmeteks eri tüüpideks: äkktulvad, sujuvalt kujunevad üleujutused, tiheasustusaladel sademeveeüleujutused, vihmaveest või lumesulaveest põhjustatud üleujutused väljaspool tiheasustusalasid, põhjavee üleujutused, järvede üleujutused, rannikumere üleujutused, avariidest põhjustatud üleujutused, teised inimtekkelised ja looduslikud üleujutused (Tabel 1). Äkktulvad on kiirelt tekkivad üleujutused, mis saavad alguse väiksemate jõgede ja ojade veetaseme tõusust (Päästeamet, 2013). Need on põhjustatud äkilisest tugevast vihmajärgest ning üleujutuse maksimum saavutatakse umbes 6 tunniga alates vihmajärgest algusest (Bloch, et al., 2012). Tiheasustusaladel aset leidvad sademeveeüleujutused on põhjustatud veekindlatelt aladelt kiiresti äravoolavast lumesula- või vihmaveest, mis on tavaliselt koostoimes tõrgetega sademeveekanalisatsiooniga (Bloch, et al., 2012). Vihmaveest või lumesulaveest põhjustatud üleujutused väljaspool tiheasustusalasid on alad, mille reljeef ei võimalda tekkiva vee kiiret äravoolamist ning vesi jääb pikemaks ajaks paigale (Keskkonnaministeerium, 2012). Sellised üleujutused võivad tekkida regulaarselt mõnedel linnastunud aladel, vihmaperioodide ajal isegi igapäevaselt (Bloch, et al., 2012). Põhjavee üleujutused on tingitud maapinnale jõudvast põhjaveest, järvede üleujutused tulenevad näiteks tuulesuunast ning rannikumere üleujutused saavad alguse merevee taseme tõusust (Päästeamet, 2013). Tavapäraselt kestab rannikumere üleujutus neli kuni kaheks tundi (Bloch, et al., 2012), kuid mõnedes piirkondades võtab see palju rohkem aega, kuni taastub tormieelne merevee tase. Avariidest tingitud üleujutused tekivad, kui üleujutust tõkestav rajatis puruneb (Päästeamet, 2013). Näiteks paisude või tammide purunemisest põhjustatud üleujutused.

**Tabel 1. Üleujutuste tüübid ja tekkepõhjused. Osaliselt põhineb: (Bloch, et al., 2012)**

Üleujutuse tüüp	Tekkimise põhjused		Puhkemise kiirus	Üleujutuse kestvus
	Looduslikud põhjused	Inimtekkelised põhjused		
Tiheasustusalade üleujutused	vooluveekogud, sademevesi, põhjavesi, merevesi	1) kanalisatsioonivõrgustik on liiga väikese mahtuvusega 2) halb pinnase läbilaskvus, vett mitte läbilaskvad alad 3) kehv sademevee kanalisatsioonisüsteem ja puudulik organiseerimine	varieeruv, oleneb põhjusest	mõnest tunnist kuni mitme päevani
Sademetest ja lumesulaveest tekkinud üleujutused	tugevad vihmajärgid, konvektiivsed äikesetormid, jääjärve vallandumine, maalihked, maavärinad	1) maakasutuse muutused 2) linnastumine 3) suurenenud pinnase erosiooni oht	varieeruv	varieeruv, sõltub eelnevatest tingimustest
Rannikumere üleujutused	maavärinad, veealused vulkaanipursked, ranniku erosioon, maa vajumine, merevee taseme tõus	1) rannikualade muutused/areng, 2) ranniku loodusliku taimestiku hävitamine	varieeruv, kuid tavaliselt päris kiire	tavaliselt lühikest aega, kuigi mõnikord võtab pikka aega enne kui taandub
Põhjavee üleujutused	suurvesi kombineeritud tugevate vihmadega, maapinnale jõudev põhjavesi	1) madalaks muudetud maastik 2) kokkupuude looduslike põhjaveekihtidega	tavaliselt aeglane	kestab kaua
Äkktulvad	konvektiivsed äikesetormid, jõed, meri, vooluveekogud, jääjärve vallandumine	1) vee tugikonstruktsioonide purunemine 2) puudulik torustike infrastruktuur	järsk, kiire	tavaliselt lühike, sageli vaid mõned tunnid
Poolpüsivad üleujutused	merevee taseme tõus, maapinna vajumine	1) torustike ülekoormus ja süsteemirikked 2) halb põhjavee juhtimine 3) halb linnaplaneering	tavaliselt aeglane	kestab kaua või on püsiv
Järvede üleujutused	pidev ja ühest suunast puhuv tuul, sademed	-	varieeruv	varieeruv, sõltub tuulest

## 2.2 Üleujutusosalad Eestis

Üleujutusohuga seotud olulisteks riskipiirkondadeks on määratud sellised alad, mis asuvad tiheasustusaladel ja kus on varem avaldunud üleujutuste kahjulik mõju. (Keskkonnaministeerium, 2012)

Eesti puhul on jaotatud üleujutuse riskipiirkonnad kaheks: Lääne-Eesti vesikond ja Ida-Eesti vesikond. Lääne-Eesti riskipiirkonda kuulub 15 piirkonda, milleks on Pärnu linn, Audru vald ja Papsaare küla tiheasustusala, Hanila vald ja Virtsu alevik, Haapsalu linn, Ridala vald ja Paralepa ning Uuemõisa alevik, Häädemeeste vald ja Häädemeeste alevik, Tahkuranna vald ja Võiste alevik, Kuressaare linn, Kaarma vald ja Nasva alevik, Kärkla linn, Järvakandi vald ja Järvakandi alev, Paide linn, Saue vald ja Maidla tiheasustusala, Maardu linn ning Tallinna linn, mille puhul on eraldi arvestatud veel Haabersti, Põhja-Tallinn, Kesklinn ja Pirita linnaosa. Ida-Eesti riskipiirkonda kuulub 5 piirkonda, milleks on Tartu linn, Haaslava vald ja Aardlapalu küla, Tähtvere vald ja Ilmatsalu alevik, Võru linn ning Kohtla-Järve linn. (Keskkonnaministeerium, 2014) Kõik eelnevalt nimetatud piirkonnad on kinnitatud 17. jaanuaril 2012 keskkonnaministri käskkirjaga nr.75.

### 2.3 Suurim üleujutus Eestis viimase 15 aasta jooksul

Suurte merevee üleujutuste põhjuseks on Eesti rannikualadel enamasti sügis-talvised edelatormid, mis tõstavad siin merevee taset 1-2 m keskmisest kõrgemale. Aastal 2005 leidis aset viimaste aastakümnete suurim ja purustusterohkeim orkaan Gudrun, mille tõttu said suuri kahjustusi Iirimaa, Šotimaa, Skandinaavia maad, Soome ja Eesti (Tõnisson, et al., 2009). Kõige hullemaid kahjustusi metsadele, elektri- ja telefoniliinidele said Taani, Norra, Rootsi ning Eesti, kus tormituule põhjustatud metsamurdude tõttu tuli metsa raiuda ligi miljoni kuupmeetri mahus (Suursaar, et al., 2006). Jaanuaritormi vältel, 7.-9. jaanuaril, hukkus kokku vähemalt 17 inimest, kellest üks oli eestlane. (Tõnisson, et al., 2009) Suurimaid kahjustusi varale tekitasid väga tugev tormituul ja ulatuslikud üleujutused rannikualadel. 8.-9. jaanuaril 2005. aastal põhjustas tormist tingitud mere veetaseme tõus Eestis erakordselt suure rannikualade üleujutuse, kus kõige rohkem kahju said Lääne-Eesti saared ja läänerannik, sealhulgas Pärnu linn, Kuressaare linn ja Haapsalu linn (Päästeamet, 2013). Eesti puhul said kõige suuremat rahalist kahju Pärnu, Haapsalu ja Kuressaare (Suursaar, et al., 2006). Orkaan Gudruni ajal tõusis veetase Pärnus 9. jaanuari hommikuks 275 cm üle kroonlinna nulli, mis oli ühtlasi ka ajaloo kõige kõrgem veetase (Haanpää, et al., 2005). Registreeritud 10 minuti keskmine tuulekiirus Pärnu meteoroloogiajaamas oli 18,4 m/s ja puhanguti oli tuulekiiruseks 30,8 m/s. Pärnu maakonnas oli elektriühendus katkenud 64% majapidamistest. (Suursaar, et al., 2006) Üleujutused kahjustasid Pärnumaal 775 majapidamist (Haanpää, et al., 2005). Lisaks said suuri kahjustusi mitmed spaad nagu näiteks „Tervis“, „Estonia“ ja „Sõprus“. Rahaliste kahjustuste suurus Pärnu maakonnas oli suurim üle Eesti, ligi 30 miljonit eurot. (Suursaar, et al., 2006)

Maa-ameti Geoportaali prognoosimudeli kohaselt oli Pärnu linna Raeküla linnaosas 2005. aasta jaanuarikuus üleujutus Lehola tänava joonest (Lisa 1) veidi kaugemale ulatunud. See mudel ei arvestanud teiste võimalike teguritega, mis tiheasustusala puhul tugevat mõju avaldavad. Näiteks pinnakate, mis selle piirkonna puhul on asfaltkate, tuule tugevus ja suund, lainetus jne. Selline mudel oli loodud ainult reaalselt maapinnakõrgust arvestades. Mõõda asfaldi liigub vesi lihtsamini ja kiiremini edasi. Tegelikult ulatus 2005. aasta jaanuaritorni üleujutus Merimetsa tänava jooneni (Postimees, 2005). Pärnu linna kesklinnas oli vastava mudeli kohaselt üleujutunud nii Vallikääru ümbrus kui ka sealpoolne osa Ringi tänavast, osa Munamäe alast, Pärnu jõe suudmeala (Lisa 2) ja Tammsaare puiestee (Lisa 3). Tegelikkuses ulatus üleujutus Ringi tänavani ja Tammsaare puiestee jooneni (Postimees, 2005). Vana-Pärnu linnaosas ulatus üleujutus vastava mudeli kohaselt peaaegu Luha tänava jooneni, kuid kohati ka üle Luha tänava ning Sauga jõe kaldad olid üleujutatud (Lisa 4). Tegelikkuses ulatus üleujutus Kesk tänava jooneni ja üle olid ujutatud ka Sauga jõe kaldad (Postimees, 2005).

## 3. ÜLEVAADE ÖKOSÜSTEEMITEENUSTEST

### 3.1 Ökosüsteemiteenuste kontseptsioon

Ökosüsteem on funktsionaalne süsteem, milles toitumissuhete kaudu seostunud organismid koos keskkonnatingimustega moodustavad isereguleeruva ja areneva terviku. (Masing, 1992)

Ökosüsteemiteenuste mõistet ja majandusliku väärtuse kontseptsiooni on hakatud käsitleda 1960. aastate keskpaigast ning täpsemalt alates 1970. aastate algusest (de Groot, et al., 2002). Ökosüsteemiteenused ehk ökosüsteemi hüved on teenused ja kaubad, mida ökosüsteem pakub inimestele (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Ökosüsteemide poolt pakutavad hüved on inimeste heaoluks ja majanduslikuks ning sotsiaalseks arenguks olulise tähtsusega (Euroopa Liit, 2009). Ökosüsteemiteenused võivad olla protsessid, olukorrad või kaubad, millega ökosüsteemid toetavad inimkonna elu Maal (Hanley & Barbier, 2009). Siia hulka kuuluvad näiteks toit, vesi, puit, mullateke, tolmeldamine, fotosüntees ja toitaineringlus.

Millenniumi ökosüsteemide hindamise aruande (2005) järgi on ökosüsteemiteenused väga mitmesugused keskkonnakaitsetelised, sotsiaalsed ja majanduslikud hüved, mida ökosüsteemid inimkonnale pakuvad. Ökosüsteemid pakuvad kaupu ja teenuseid, mis toetavad inimkonna heaolu, sest inimeste heaolu ei sõltu ainult materiaalistest asjadest, vaid ka puhtast elukeskkonnast ja tervisest, turvatundest, headest sotsiaalsetest suhetest ning vabadusest iseseisvalt valikuid teha ja tegutseda.

### 3.2 Ökosüsteemiteenuste omadused

Fisher et al. (2009) on toonud välja omadused, mille järgi saab ökosüsteemiteenuseid iseloomustada.

- 1) Avaliku hüve aspekt. Avaliku hüve puhul ei vähenda ühe inimese tarbimine teistele tarbimiseks jäävat kogust, see on mittevälistav hüve. Ökosüsteemiteenused avalike hüvedena on näiteks avalik park, puhas õhk, riigimets. Teised hüved jagatakse ühis-, klubi- ja erahüvedeks. Ühishüve korral piirab ühe inimese tarbimine teise inimese kättesaadavust sellele ökosüsteemiteenusele, näiteks joogivesi või kalavaru. Klubihüve võib olla näiteks erapark, kus juurdepääs sellele on piiratud, aga ühe

inimese tarbimine ei mõjuta teisi. Erahüved on üksteist välistavad ja konkureerivad ökosüsteemiteenused, näiteks toit.

- 2) Ruumiline ja ajaline määratlus. Ökosüsteemiteenused on ruumis heterogeensed ja arenevad aja jooksul. Seega saab osasid teenuseid kasutada *in situ* ja teiste teenuste mõju on globaalne. Ökosüsteemid pakuvad *in situ* teenuseid ja neid saab kasutada samas asupaigas. Laiasuunalisi teenuseid pakutakse ühes asukohas, aga neist saadav kasu laieneb ümbritsevale alale kindla suunata. Ühesuunalistest teenustest saab kasu kindel piirkond, kuhu mõju on suunatud.
- 3) Teenuste vastastikune sõltuvus. Üks ökosüsteemiteenus võib pakkuda mitu hüve. Üks ökosüsteemiteenus võib olla kahe või enama süsteemi talitluse produkt, samas kui üks süsteemi talitus võib panustada kahele või enamale teenusele. Näiteks kui säilitada mullakoostis, soodustame toitainete ringlust ja sellega kaasneva primaarproduktiooni jätkumist.
- 4) Ökosüsteemid ja nende toimimine on kompleksed. Ökosüsteemiteenused on väga raske mõõta ja nende teenuste hindamiseks puuduvad vajalikud teadmised.
- 5) Ökosüsteemi poolt pakutavad teenused määrab sellest saadav hüve. Hüve, millest ollakse huvitatud, määrab arusaama ökosüsteemiteenustest. Teenus võib olla vahetulemus või lõpptulemus sõltuvalt hüvest, mida tahetakse saada. Näiteks puhas joogivesi on hüve, mida inimesed otseselt tarbivad. See seisund on teenus, mida ökosüsteem pakub. Kui inimene läheb näiteks järve äärde kala püüdma, siis tema hüveks on kalapopulatsioon, vee seisund ja ümbruskond, mis on ökosüsteemiteenuseks.

### 3.3 Ökosüsteemiteenuste klassifikatsioonid

Ökosüsteemiteenuste klassifitseerimisel on välja pakutud erinevaid jaotusi erinevate autorite poolt. Praegu puudub ühtne süsteem, kuidas ökosüsteemiteenuseid määratleda. Rahvusvaheliselt on tuntud kolm erinevat ökosüsteemiteenuste klassifikatsiooni: MEA (*The Millennium Ecosystem Assessment*), TEEB (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*) ja CICES (*The Common International Classification of Ecosystem Services*). Igal klassifikatsioonil on omad eelised ja puudused, mis tulenevad sellest, millise konteksti järgi on need välja töötatud (Euroopa Komisjon, 2013).

Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni avaldatud Millenniumi ökosüsteemide hindamise aruande (2005) järgi jagatakse ökosüsteemiteenused nelja rühma: tugiteenused,

reguleerivad teenused, varustusteenused ja kultuuriteenused. Tugiteenused on näiteks aineringlus, mullateke, primaarproduktioon, reguleerivad teenused on näiteks kliimaregulatsioon, üleujutuste reguleerimine, tolmeldamine, varustusteenused on näiteks toit, puhas vesi, puit, kütused ja kultuuriteenused on teenused, millega loodus pakub esteetilist ja vaimset naudingut, lõõgastumiskohta ja on uute teaduslike teadmiste allikaks. Millenniumi ökosüsteemide hindamises osales 1300 teadlast ning hindamine toimus aastatel 2001-2005. Eesmärgiks oli hinnata ökosüsteemide muutuste tagajärgi inimeste heaolule ning luua teaduslik alus ökosüsteemide kaitse suurendamiseks ja säästva kasutamise rõhutamiseks.

Eesti märgalade poolt pakutavate tähtsamate ökosüsteemiteenuste (Lisa 5) väljatoomisel on tuginetud MEA klassifikatsioonile ja need on välja toonud Kai Kimmel (2009). Tähtsamad välja toodud varustusteenused on turvas, biomass ja toit (kalad). Turvast kasutatakse energia tootmiseks ja kasvusubstraatide koostises. Biomassi kasutatakse energia tootmiseks ja lisaks ka ehituses, näiteks rookatuste ehitamisel. Märgalad, kui reguleerivate teenuste pakkujad, reguleerivad kliimat, parandavad vee kvaliteeti ja transpordivad saasteaineid. Märgalad pakuvad ka kultuuriteenuseid, mis võimaldavad inimestel looduse keskel olles õppida ja puhata. Tähtsaimaks tugiteenuseks, mida märgalad pakuvad, on võime säilitada elurikkust. (Kimmel, 2009; Mitsch & Gosselink, 2000)

Aastal 2007 loodi ÜRO Keskkonnaprogrammi poolt teine rahvusvaheline klassifikatsioon - ökosüsteemide ja bioloogilise mitmekesisuse ökonoomika (TEEB), mille eesmärk oli uurida elurikkuse majanduslikku kasu. (Costanza, et al., 2014) Selline lähenemine aitab määrata ja hinnata ökosüsteemiteenuste väärtust. TEEB-i ökosüsteemiteenuste klassifikatsioon on sarnane MEA klassifikatsioonile, kuid erinevus seisneb selles, et välja on jäetud tugiteenused ning nende asemel on eraldi kategooriana elupaiga teenused, et rõhutada ökosüsteemide olulisust elukoha ja paljunemiskoha ning geenivaramu kaitsjana. TEEB (2010) on jaganud ökosüsteemiteenused nelja kategooriasse: varustusteenused, reguleerivad teenused, elupaiga teenused ja kultuuriteenused. Varustusteenused on toit, puit, puhas joogivesi ja ressursid ravimitele. Reguleerivad teenused on kliimaregulatsioon, vee isepuhastusvõime, erosiooni takistamine ja tolmeldamine. Elupaiga teenused on liikide elupaigad ja geenivaramu ning kultuuriteenused on rekreatsioon, turism, spirituaalsed kogemused, keskkonnaharidus ning esteetiline nauding.

Ökosüsteemide ja bioloogilise mitmekesisuse ökonoomika (TEEB) järgi on Barbier (2011) toonud välja märgalade poolt pakutavad ökosüsteemiteenused. Reguleerivateks teenusteks on ranniku kaitse, erosiooni takistamine, üleujutuste reguleerimine, vee isepuhastusvõime, süsiniku sidumine, kliimaregulatsioon. Varustusteenusteks on kiud (materjalid), toit ja veerežiim. Kultuuriteenusteks on rekreatsioon, turism, loodusharidus ning kultuurilised, spirituaalsed ja religioossed väärtused. Elupaiga teenusteks on unikaalne ja esteetiline maastik, sobilik elupaik mitmetele taime- ja loomaliikidele ning geenivaramu.

Euroopa Keskkonnaagentuur on kasutusele võtnud ja arendab Euroopa ökosüsteemide kaupade ja teenuste klassifikatsiooni (CICES). Ökosüsteemide poolt pakutavad teenused tulenevad elusorganismide tekitatud protsessidest või elusorganismide ja abiootiliste protsesside kombinatsioonidest. (Euroopa Komisjon, 2013) MEA klassifikatsiooni ja CICES-i klassifikatsiooni suurim erinevus on see, et CICES-i klassifikatsioonis puudub tugiteenuste klass, et vältida ökosüsteemiteenuste rahalise väärtuse topeltarvestamist. Lisaks on CICES-i klassifikatsioon formuleeritud suhteliselt avatult ja see võimaldab arvestada ka riigitasandil olevaid erinevusi ökosüsteemiteenustes. (Staub, et al., 2011) CICES (2017) on jaganud ökosüsteemiteenused kolme kategooriasse: varustusteenused, reguleerivad teenused ja kultuuriteenused (Lisa 3). Lisaks on igal kategoorial, selleks et kitsendada määratlust, alamkategooriad. Varustusteenused jagunevad kolmeks: toit, tooraine, energia. Reguleerivad teenused jagunevad samuti kolmeks: saasteregulatsioon, õhuringe, veeringe ja aineringe ning füüsikaliste, keemiliste ja bioloogiliste tingimuste säilitamine. Kultuuriteenused jagunevad kaheks: füüsikaliste ja intellektuaalsete võimete koostoimimine ökosüsteemide ja maastikega ning spirituaalsete ja sümbolsete võimete koostoimimine ökosüsteemide ja maastikega.

Euroopa ökosüsteemide klassifikatsiooni järgi pakuvad märgalad järgmisi teenuseid: Reguleerivad teenused: elutsükli säilitamine, elupaiga ja geenivaramu kaitsmine, vee- ja aineringe, üleujutuste eest kaitsmine, tulekahjude ennetamine ja kontroll nende üle ning füüsikaliste, keemiliste ja bioloogiliste tingimuste säilitamine. (Jacobs, et al., 2014)

### 3.4 Näiteid märgalade ökosüsteemiteenuste kohta Eestis ja mujal maailmas

Märgalad on alad, mis on alaliselt või ajutiselt veega üleujutatud (Ramsar Convention Secretariat, 2013). Märgalad on kõik pinnaveekogud ning veega küllastunud alad, nii looduslikud kui ka inimtekkelised, nii seis- kui ka vooluveelised, nii alalised kui ka

ajutised, nii mageda- kui ka riim- ja soolaveelised, sealhulgas merealad vee sügavuseni kuni 6 meetrit rannikust (Lode, 2013). Märgalade põhilisim tunnus on seisva vee olemasolu ja ainulaadne pinnas ning sellele omane taimestik. (Mitsch & Gosselink, 2000)

Ramsari konventsiooni (2011) kohaselt on märgalad inimestele olulised mitmetes eri valdkondades ning pakuvad järgnevat ökosüsteemiteenuseid: tulvavete tasandamine, põhjavee ressursside täiendamine, veekogude kaldajoone stabiliseerimine ja tormikahjustuste minimaliseerimine, setete ja toitainete säilitamine ning transport, loodusliku veekvaliteedi säilitamine, looduslik veepuhastamine, elurikkuse hoidmine ja suurendamine, märgala spetsiifiliste saaduste produtseerimine, kultuuriväärtuste mitmekesistamine, rekreatsiooni ja kultuuri mitmekesistamine ning kliimamuutustega kaasnevate mõjude minimaliseerimine ja kohanemine.

Kai Kimmel (2009) on Eestis esimene, kes on uurinud poollooduslike koosluste poolt pakutavaid ökosüsteemiteenuseid. Oma doktoritöös “Eesti märgalade ökosüsteemiteenused” on ta välja toonud, et rannaniidud on need poollooduslikud kooslused, mis pakuvad eelkõige tugiteenuseid võrreldes teiste pakutavate teenustega.

Merle Mägi (2014) oma magistriritöös “Kohalike elanike hoiakud Pärnu taastatava rannaniidu (ökosüsteemiteenuste) suhtes” on jõudnud järeldustele, et Pärnu linnas asuvad rannaniidud pakuvad kõige rohkem kultuuriteenuseid. Tema töös kasutatud küsitlusest on selgunud, et kõige rohkem hindavad inimesed just tervist toetavaid rekreatsioonilisi teenuseid. Täpsemalt on välja toodud, et linnaelanikud hindavad kõrgelt rannaniitu kui kohta, kus käia lõõgastumas, jalutamas ja niisama aega veetmas. Küsitlusele vastajatest enamus tõi välja, et tähtsaimad teenused Pärnu rannaniidul on inimeste heaolu ja sporti edendavad teenused ning esteetika. Oluliseks peeti ka vee, õhu ja kliima regulatsiooni ning elupaikade loomist.

Tauno Tilk (2015) on oma magistriritöö kirjutanud teemal “Matsalu rahvuspargi poollooduslike koosluste ökosüsteemi teenuste rahaline väärtus”. Autor on läbi viinud rannaniitude küsitluse ja jõudnud järeldustele, et Matsalu rannaniite ei peeta oluliseks varustusteenuseid pakkuvaks ökosüsteemiks. Küsitlusele vastajatest, keda oli kokku 53, 80% arvas, et Matsalu rannaniidud ei paku üldse varustusteenuseid või pakuvad neid vähesel määral. Luhaniitude küsitlusest, kus vastajaid oli 50, tuli välja, et suurem osa vastanutest ei pea luhaniite oluliseks varustusteenuseid pakkuvaks ökosüsteemiks. Vastanutest 55% arvas, et luhaniidud ei paku üldse varustavaid teenuseid või pakuvad

vähesel määral. Puisniitude küsitlusest, kus vastajaid oli samuti 50, tuli välja, et 66% vastajatest arvab, et puisniidud ei paku üldse varustavaid teenuseid või pakuvad ebaolulises koguses varustavaid teenuseid. Kõige olulisemateks varustusteenusteks peeti rannaniitudel loomastiku mehhaanilist energiat, luhaniitudel pinna- ja põhjavett joogiveeks ning tooraine geneetilist materjali ja puisniitude puhul samuti tooraine geneetilist materjali. Matsalu rannaniitude reguleerivate teenuste küsitluse tulemustest selgus, et 70% vastajatest arvab, et Matsalu rannaniidud ei paku üldse reguleerivaid teenuseid või pakuvad neid vähesel määral. Elupaikade säilimist käsitleva küsimuse puhul 73% vastajatest arvas, et Matsalu rannaniidud pakuvad seda väga olulisel määral ja 27% arvas, et olulisel määral. Luhaniitude puhul arvas 42% vastajatest, et luhaniidud pakuvad olulisel määral reguleerivaid teenuseid ja 22% vastajatest väga olulisel määral. Puisniitude puhul arvas 41% vastajatest, et reguleerivaid teenuseid pakutakse olulisel määral ja 13% väga olulisel määral. Kõige olulisemateks reguleerivateks teenusteks peeti rannaniitudel elupaikade säilimist, luhaniitudel veerežiimi regulatsiooni ning puisniitudel elupaikade säilimist. Matsalu rahvusparki kultuuriliste teenuste pakkumise küsitluses selgus, et 53% vastanutest peab Matsalu rannaniite oluliseks kultuuriteenuseid pakkuvaks ökosüsteemiks. Luhaniitude puhul arvas 39% vastajatest, et luhaniidud pakuvad olulisel määral kultuurilisi teenuseid ja 45% vastajatest väga olulisel määral. Sarnaselt ranna- ja luhaniitudega jõuti järeldusele, et ka puisniidud pakuvad olulisi kultuurilisi teenuseid. Vastajatest 32% arvas, et pakutakse olulisel määral ja 61% väga olulisel määral. Kõige olulisemaks kultuuriliseks teenuseks kõikide koosluste puhul peeti hariduslike ja teaduslike eesmärkide saavutamise võimalust ning poollooduslike kooslusi peetakse kõige enam kultuuriteenuseid pakkuvateks ökosüsteemideks.

Poldrite poolt pakutavaid ökosüsteemiteenuseid on määratud ka Belgias, Kruikeke poldril. Kruikeke's asub polder läbi linna jooksva Schelde jõe kaldal. Uuringute läbiviimisel on jõutud järeldustele, et poldri poolt pakutavad varustavad teenused on erinevad põllumajandustoodangud ja puit. Reguleerivateks teenusteks on poldril kliimaregulatsioon, süsiniku sidumine, veeregulatsioon, õhuregulatsioon, kaitse üleujutuste eest, settimine ja erosiooni pidurdamine. Kultuurilistest teenustest pakub polder rekreatsiooni võimalust ja elupaiga teenusteks on liikidele elupaikade säilitamine ja geenivaramu. (Boerema, et al., 2016)

Hollandi poldrite kohta näitavad uuringud, et poldrid pakuvad mitmeid ökosüsteemiteenuseid. Varustavad teenused on näiteks toit, joogivesi ja vesi, puit ning

energia. Reguleerivateks teenusteks on mulla viljakus, erosiooni takistamine, vee mahutavus, rannikute kaitse, kliimaregulatsioon linnades, vee isepuhastusvõime, kontroll kahjurite üle, reostuse kontrollimine ja süsiniku sidumine. Kultuuriteenusteks on rekreatsioon, looduse sümboolne väärtus ja pärandkooslused. (CBS, et al., 2015)

## 4. MATERJAL JA METOODIKA

### 4.1 Audru polder

Audru vald asub Lääne-Eesti madaliku ja Liivi lahe rannikumadaliku piirialal ning kuulub mererannikumadalike ja -saarte ning sisemaiste soostunud madalike maastikurajooni (Arold, 2005). Audru polder paikneb Pärnumaal Audru vallas Audru, Põldeotsa ja Valgeranna külades (Joonis 2). Selliseid piirkondi iseloomustavad liivased meretasandikud, kivirohked uhutud moreentasandikud, madalad luited, rannavallid ja nende vahelised madalamad alad. Audru poldril asub Audru poldri looduskaitseala.



#### Joonis 2. Audru poldri asukoht. Allikas: Maa-amet

Lääne-Eesti madalik (Joonis 3) on Eesti tasandikualadel kujunenutest kõige suurem ja mitmekesisemate loodusoludega maastikurajoon. Lääne-Eesti madalik hõlmab Väinamere rannikumaad Soome lahest Liivi laheni. Madalik on väga eripärane, sest sinna kuulub ligi 510 km rannavöönd, milles on esindatud kõik rannatüübid, mis Eestis esinevad. (Arold, 2005)



**Joonis 3. Lääne-Eesti madaliku ja Liivi lahe rannikumadaliku asukohad. (Eesti Instituut, 2009a)**

Mandri-Eesti kõige edelapoolsem rannikumadalik on Liivi lahe rannikumadalik (Joonis 3). Sellesse koosseisu kuuluvad veel rannikumeres asuvad Manilaid, Ruhnu, Kihnu ja mitmed teised väiksemad laiud. Liivi lahe rannikumadalik on kujunenud maakerkel ja rannajoone läände taandumisel ning selle ala maastikuline eripära tuleneb mere- ja tuuletekkeliste pinnavormide domineerimisest, millega kaasnevad lainetest uhutud moreenitasandikud ja sood (Arold, 2005). Madalas rannavööndis on pikki liivarandasid, nagu näiteks Pärnu rand, Valgeranna rand (Lisa 6) ja Kabli rand, kiviseid kamardunud moreenrandasid, nagu näiteks Tahkuranna rand, ja möllirandasid, nagu näiteks Lääne-Eesti madalikul asuvad Haapsalu lahe rannad. (Eesti Instituut, 2009b)

#### 4.1.1 Audru poldri ajalugu

Audru polder on rajatud Pärnu lahe põhjarannikule Lääne-Eesti madaliku ja Liivi lahe rannikumadaliku piirialale (Arold, 2005). See ala on tasane ja vee äravool alalt on nullilähedane. Enne 1930. aastaid asus selles piirkonnas soine ja perioodiliselt mere poolt üle ujutatud rannaniit, kus kasvatati heina. Selle piirkonna majandamine sõltus otseselt ilmastikutingimustest ning merevee tasemest. Audru poldri rajamine sai alguse aastal 1934 selleks, et vähendada ala sõltuvust merest ning võimaldada intensiivsemat maaharimist. Kui poldrit veel ei olnud, siis oli veetase rannaniidul sama, mis mereveetase. (Kobras AS, 2015)

Kõigepealt hakati rajama praeguse Audru poldri idapoolset osa. Tegemist oli avatud kuivendajate süsteemiga. Audru polder rajati täielikult aastatel 1967–1973. Audru poldri niisutus ning kuivendus olid tagatud poldriala põldudel võimsate kuivenduspumpadega. Poldrile rajati maa sisse ulatuslik drenaažisüsteem, mille abil koguti vesi kokku ning juhiti pumbajaama suunas. Audru poldri peapumbajaama ees asus kogumisbassein (Joonis 4), mille automatiseeritud kuivenduspumbad töötasid aastaringselt, välja arvatud põuaperioodidel. Kogumisbasseinist edasi pumbati vesi merre. (Kobras AS, 2015)



**Joonis 4. Pumbajaama kogumisbassein. (Autori foto, 2016 kevad)**

Audru poldri pumpade kasutamine muutus 1990. aastate alguses ebaregulaarseks tänu Nõukogude põllumajandussüsteemi lõppemisele ning energiaallikate nappusele. Selle tagajärjel lõpetati 1993. aastal poldripealne pumpamine täielikult, mis muutis kogu poldriala veerežiimi ning peaaegu täielikult lõppes ka põllumajandustegevus. Aastal 1997 rajati poldrile veelask (Joonis 5), et juhtida poldripealne vesi merre. Kui merevee tase oli madal, siis oli tagatud poldripealse vee äravool, aga kui merevee tase oli kõrge, siis kandis meri poldrile liiva ja muid setteid. Liiva ja muude setete kandumine poldrialale oli põhjustatud ka sellest, et veelasul puudus tagasivooluklapp. (Kobras AS, 2015)



**Joonis 5. Audru poldri veelask. (Autori foto, 2017 kevad)**

#### 4.1.2 Audru polder tänapäeval

Audru poldri kasutamine oma algselt ettenähtud viisil on praeguseks hetkeks lõppenud. Audru poldril asuv pumbajaam on amortiseerunud ning ei tööta enam. Väljalasu regulaatorkaev (Joonis 6), mis rajati 1997.aastal, ei ole samuti enam töökorras ning selle keermelatiga reguleeritavad kilbid on jäänud avatud asendisse. (Kobras AS, 2015)



**Joonis 6. Audru poldri regulaatorkaev pealtvaates. (Autori foto, 2017 kevad)**

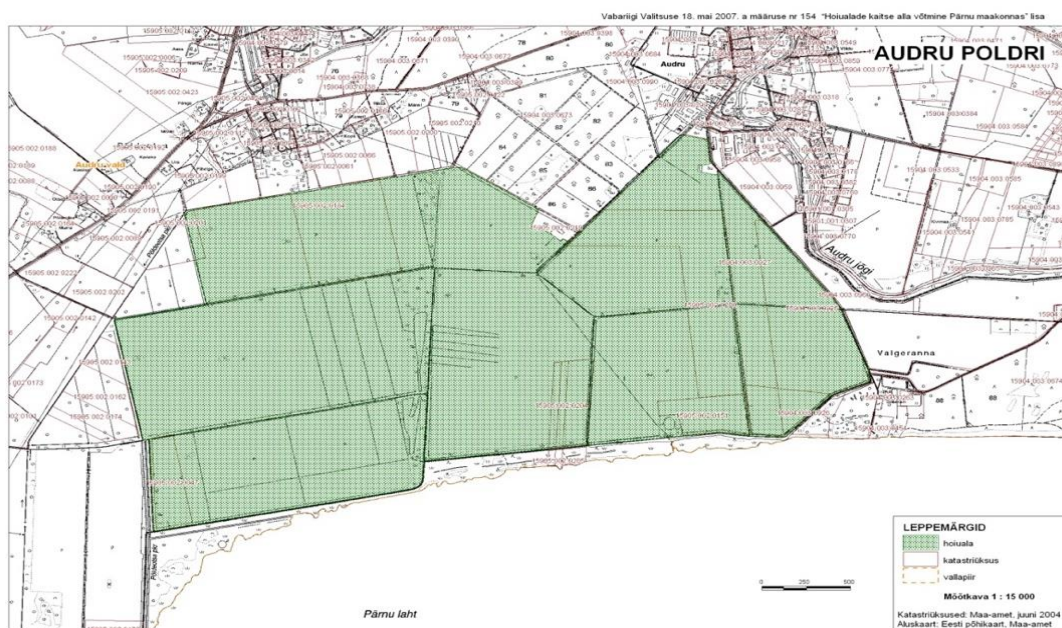
Poldril asuv peakollektor ja drenaazisüsteem on eeldatavasti töökorras, sest pärast väljalasu avamist, alaneb poldri veetase üsna kiiresti. Peakollektori töökorras olekut kinnitavad ka

poldril asuvate diverite mõõtetulemused (Kobras AS, 2015). Diverid on mõõteseadmed, mis on mõeldud veetasemete ja nende muutuste kindlaks tegemiseks.

Selleks, et poldri veetaset reguleerida, kasutatakse pumbajaama juures asuvat väljalasku. Väljalasu abil juhitakse vesi äravoolukanalisse ning sealt edasi Pärnu lahte. Selleks, et väljalask oleks avatud ja puhas, tuleb seda regulaarselt puhastada. Mere lainetus ja hoovused põhjustavad äravoolukanali ummistust kandes selle liiva ja muid setteid täis. Veetase poldril sõltub täielikult väljalasu avatusest ning praegune kuivendussüsteem kuivendab kogu poldri ala. (Kobras AS, 2015)

#### 4.1.3 Audru poldri hoiuala, selle kaitsmine ja hooldamine

Audru poldri hoiuala (Joonis 7) asub Pärnumaal Pärnu lahe põhjarannikul Audru vallas Põldeotsa ja Valgeranna küla maadel. See kuulub Pärnumaa väärtuslike maastike Audru ja Valgeranna piirkonda, mille väärtusteks on Audru külamaastik, Valgeranna liivarand ja Audru poldriala.



#### Joonis 7. Audru poldri hoiuala. (Riigi Teataja, 2007)

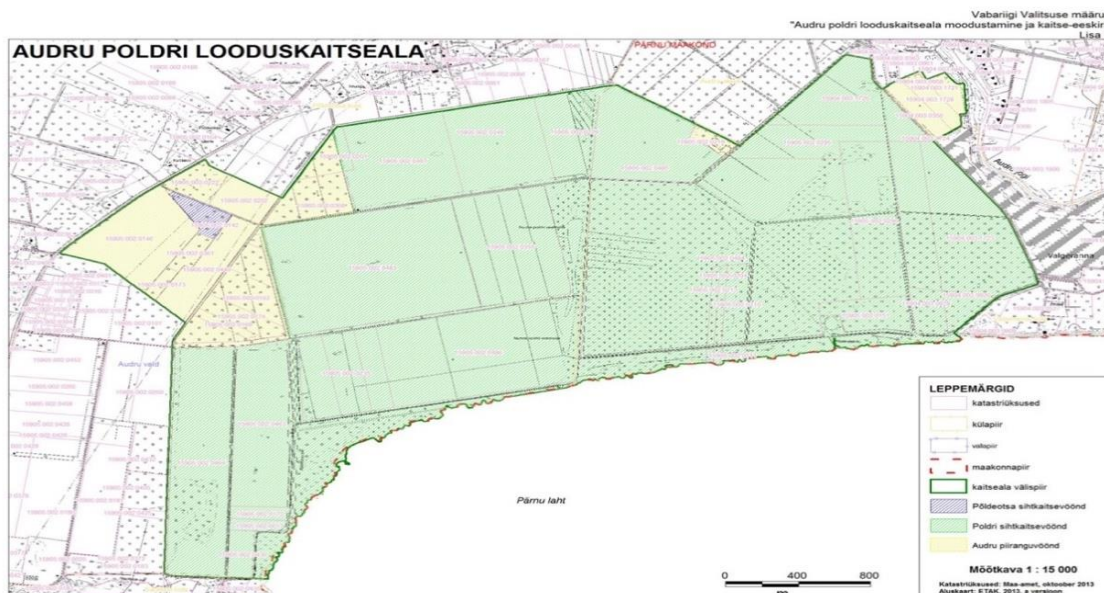
Audru polder on oluline eelkõige avamaastiku liikide elupaigana. Sealsed alad on olulised nii lindude rändeaegsete peatuspaikadena kui ka pesitsusaladena. Audru polder on mitmetele rändlindudele esimene kõrgekvaliteediline peatusala pärast Nemunase deltat Leedus ja Gotlandi rannikut Rootsis (Heath & Evans, 2000). Audru polder on rahvusvahelise tähtsusega linnuala (IBA) ja kuulub Pärnu lahe linnuala koosseisu

(Keskkonnaamet, 2013). Poldrialadel peatub regulaarselt 10% ja erandlikel aastatel isegi üle 50% läänepoolse rännutee populatsioonist. Peatuvate veelindude samaaegne üldarv on tavapäraselt 20 000 isendit. Liigilist koosseisu iseloomustades on näiteks laululuikesid tavapäraselt 300 isendit, valgepõsk-laglesid 3000 isendit, väikeluikesid 5000 isendit kui Pärnu laht on pikalt jääs ning 2000 isendit kui jääminek on enne põhirännet. (Kalamees, 2000) Lisaks sellele omab Audru polder ka olulist tähtsust põllumajandusliku avamaastiku poolest. Viimastel aastatel on avamaastiku elupaigad halvenenud, sest elupaigakvaliteet on langenud põllumajandustegevuse olulise vähenemise tõttu poldril pärast pumbajaama sulgemist ja asendamist otselüüsiga merre, mille tõttu ei ole tagatud vegetatsiooniperioodil, kui merevee tase on kõrge, vee ärajuhtimine põldudelt. (Keskkonnaamet, 2013)

Audru poldri hoiuala on moodustatud hoiuala lindude elupaikade kaitseks Vabariigi Valitsuse 18.mai 2007 aasta määrusega nr 154 "Hoiualade kaitse alla võtmine Pärnu maakonnas" (Riigi Teataja, 2007). Enne seda on Audru poldri hoiuala olnud kaitse all ajutiste piirangutega alana seoses Natura alade määramisega Vabariigi Valitsuse 5. augusti 2004 aasta korralduse nr 615-k „Euroopa Komisjonile esitatav Natura 2000 võrgustiku alade nimekiri“, mille lisa 1 punktis 1 alapunkti 45 järgi kuulub kaitseala Pärnu lahe linnuala EE0040346 koosseisu (Keskkonnaagentuur, 2004). Audru poldri hoiualal kehtib hoiuala üldine kaitsekord vastavalt looduskaitseaduse §-le 32-33.

Audru poldri looduskaitseala (Joonis 8) moodustamiseks on võetud kaitse alla Pärnu maakonnas Audru vallas Põldeotsa ja Valgeranna külas ning Audru alevikus asuv ala. Looduskaitseala täidab mitmeid kaitse-eesmärke. Üheks eesmärgiks on säilitada ja taastada ohustatud ja haruldaste linnuliikide elupaiku ning rändlindudele sobivaid peatumis- ja toitumisalasid (Riigi Teataja, 2014). Teiseks eesmärgiks on kaitsta liike, mida Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2009/147/EÜ loodusliku linnustiku kaitse kohta (ELT L 20, 26.01.2010, lk 7–25) nimetab (Riigi Teataja, 2014). Liigid, kelle elupaiku kaitstakse, on: väikeluik (*Cygnus columbianus bewickii*), laululuik (*Cygnus cygnus*), rabahani, suur-laukhani, valgepõsk-lagle, piilpart (*Anas crecca*), viupart (*Anas penelope*), sinikael-part (*Anas platyrhynchos*), soopart (*Anas acuta*), roo-loorkull (*Circus aeruginosus*), täpikhuik (*Porzana porzana*), rukkirääk, kiivitaja, niidurüdi (*Calidris alpina schinzii*), tutkas (*Philomachus pugnax*), mustsaba-vigle (*Limosa limosa*), tumetilder (*Tringa erythropus*), punajalg-tilder, mudatilder (*Tringa glareola*), heletilder (*Tringa nebularia*), väikekoovitaja (*Numenius phaeopus*), suurkoovitaja (*Numenius arquata*), rüüt (*Pluvialis apricaria*), punaselg-õgija, tuuletallaja (*Falco tinnunculus*) (Riigi Teataja, 2007). Audru poldri

looduskaitseala jaguneb vastavalt kaitsekorra eripärale ja majandustegevuse piiramise astmele kaheks sihtkaitsevööndiks ja üheks piiranguvööndiks. Sihtkaitsevöönd on kaitseala osa seal väljakujunenud või kujunevate koosluste ja liikide elupaikade säilitamiseks (Riigi Teataja, 2014). Sihtkaitsevöönditeks on Põldeotsa sihtkaitsevöönd ja poldri sihtkaitsevöönd (Joonis 8). Põldeotsa sihtkaitsevööndi kaitse-eesmärk on haruldase ja ohustatud liigi kaitse ja elupaiga soodsa seisundi säilitamine ning poldri sihtkaitsevööndi kaitse-eesmärk on kaitsta ohustatud ja haruldasi linnuliike, säilitada ja taastada nende elupaiku ning rändlindudele sobivaid peatumis- ja toitumisalaseid (Riigi Teataja, 2014). Piiranguvööndiks on Audru piiranguvöönd (Joonis 8). Piiranguvööndi kaitse-eesmärk on lindude peatumis- ja toitumisalade soodsa seisundi säilitamine ja kvaliteedi parandamine (Riigi Teataja, 2014).



### Joonis 8. Audru poldri looduskaitseala. (Riigi Teataja, 2014)

Audru poldril on vajalik tagada põllumajandustegevus ning seetõttu tuleb arvestada poldri üldiste hoolduspõhimõtetega. Audru poldri hoiualal (Joonis 7) toimub hooldustegevus kahel eri viisil. Esimeseks viisiks on poolloodusliku koosluse hooldamine karjatamise abil. Karjatamine on rannaniitude peamine kasutusviis, sest kui rannaniidud on õigesti kasutatud, siis on seal ka rikkalik söödataimede tootmine, mis muudab rannaniidu heaks looduslikuks karjamaaks (Lotman, 1996). Nendel rannaniitudel, mida pidevalt karjatatakse on pinnase soolsus suurem kui mittekarjatatavatel rannaniitudel (Rannap, et al., 2005). Teiseks viisiks on niite purustamine 456 ha suurusel alal (Keskkonnaamet, 2013). Niitmise stimuleeritakse taimede tootmise ja võimaldada kulustumise

vastu. Tänu niitmisele moodustub tasane rohukamar ning liigirikkus säilib või muutub suuremaks kui karjatamise puhul. Sellist hooldusviisi kasutatakse ka pilliroo vähendamiseks (Lotman, 1996).

## 4.2 Metoodika

### 4.2.1 Ökosüsteemiteenuste määramine

Audru poldri ökosüsteemiteenuste määramisel võeti aluseks MEA (2005) ökosüsteemiteenuste klassifikatsioon Eesti märgaladel Kai Kimmeli (2009) määratluse järgi (Lisa 5). Ökosüsteemiteenused on jaotatud nelja kategooriasse: varustusteenused, reguleerivad teenused, kultuuriteenused ja tugiteenused. Ökosüsteemiteenuste määramiseks koostati Audru poldri ökosüsteemiteenuste kohta küsitlus (Lisa 7), mis sisaldab küsimusi erinevate ökosüsteemiteenuste kohta. Ankeedis oli kokku kümme küsimust, millest pooled olid sisulised küsimused ning pooled sotsiaal-majandusliku olukorra kohta. Avatud küsimusi oli kokku kaks ning valikvastustega küsimusi kaheksa. Ökosüsteemiteenuste määramiseks Audru poldril viidi läbi küsitlus, milles avaldasid oma arvamust Pärnumaa elanikud, Keskkonnaameti Pärnu kontori töötajad ja Audru vallavalitsuse töötajad. Ankeedis paluti vastajatel märkida oma sugu, vanuseklass, millesse nad kuuluvad ning hinnata oma keskkonnateadlikkust ette antud valikute põhjal. Lisaks paluti avaldada ka oma tegevusala, milles domineerisid õpilased ja üliõpilased ning erinevad keskkonnaspetsialistid ja lisaks olid vastajad ka paljudel teistel erialadel töötavad inimesed (Tabel 2). Küsitluse täitjad pidid vastama, kas nad teavad midagi Audru poldrist ja milliseid ökosüsteemiteenuseid võiks Audru polder nende arvates erinevate kategooriate järgi pakkuda. Küsitlus viidi läbi erinevatest vanuseklassidest Pärnumaa elanike seas ja lisaks oli küsitlusele kaasatud Keskkonnaameti Pärnu kontor ning Audru vallavalitsus. Uuring viidi läbi 2017. aasta aprillikuus. Küsitlusele vastati interneti teel läbi Google Forms keskkonna ning andmeid hakati töötleva MS Excel 15.32 programmi abil, kus koostati ka graafikud saadud andmete põhjal.

### 4.2.2 Üleujutustasemete modelleerimine

Audru poldri hoiuala modelleerimise aluseks olid antud töös kõrgusmodelid. Kõrgusmodelid on loodud tarkavaraprogrammi ArcGis 10.2.2 abil Maa-ametist tellitud toorandmete põhjal. Audru poldrialade modelleerimisel viidi läbi järgmised tegevused:

- 1) toorandmete puhastamine

- 2) kõrgusmodeli loomine
- 3) üleujutusosalade modelleerimine
- 4) maakatte- ja elupaigatüüpide määramine

#### Audru poldri hoiuala toorandmete puhastamine

Maa-ametilt tellitud toorandmeid ehk LIDAR mõõtmistega (inglise keeles *Light Detection And Ranging*) saadud kõrguspunkte puhastati eelnevalt kasutades MS Excel-it. Toorandmed on klassifitseeritud järgmiselt: 1 – klassifitseerimata; 2 – maapind, mis ei sisaldu klassis 8; 5 – esimesed ja keskmised peegeldused (valdavalt puistud); 6 – Eesti topograafia andmekogu (ETAK) hoonete sisse langevad punktid; 7 – müra; 8 – maapinna hõrendatud punktid (plaaniline kaugus >20 või kõrgusvahemik +/-0,3); 14 – Eesti topograafia andmekogu (ETAK) veekogude sisse langevad algselt maapinnaks klassifitseeritud punktid. (Maa-amet, 2016a)

Selleks, et kätte saada maapinna punktid, kus klassifitseerimata on kõik punktid, mis jäävad maapinnast kõrgemale ja võivad iseloomustada taimestiku-, hoonete- või automaatse maapinna klassifitseerimise puudustest tulenevaid tegeliku reljeefi punkte, tuli filtreerida välja klassid 2 ja 8. Saadud andmed olid XYZ formaadis, mis on ASCII tekstifail, mille veergude struktuur oli originaalis järgmine: klass, x koordinaat, y koordinaat, z koordinaat, intensiivsuse väärtus, peegelduse tüüp. (Maa-amet, 2016a)

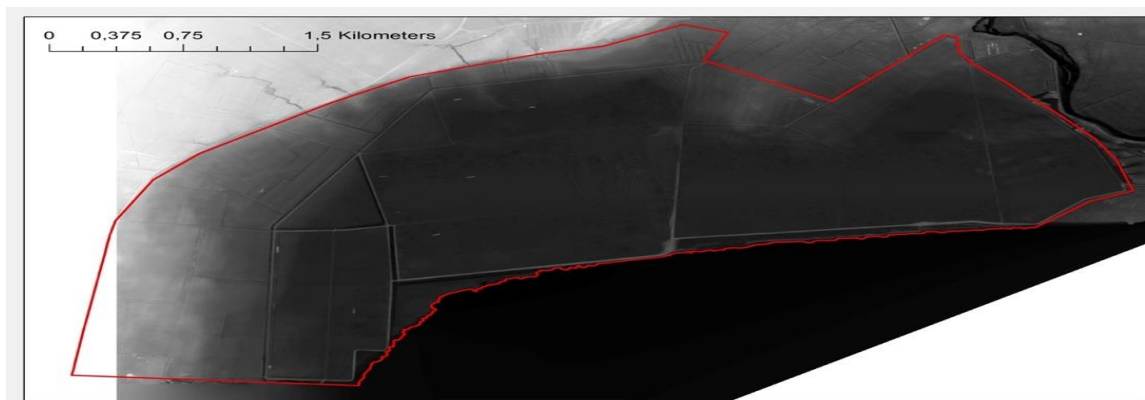
#### Audru poldri hoiuala kõrgusmodelite loomine

Kõrgusmodelid ehk DEMid (inglise keeles *Digital Elevation Models*) loodi ArcGis 10.2.2 tarkvara abil Maa-ametilt saadud LIDAR ehk aerolaserskaneerimise andmestiku põhjal. Loodud rasterkihi pikslite suuruseks oli 1x1 m. Audru poldri hoiuala kõrgusmodelite loomiseks kasutati 2014. aasta ülelennu andmeid. Skaneeritud kõrguspunktide keskmine tihedus maapinnal oli 0,45 punkti ruutmeetri kohta. (Maa-amet, 2016b) Üleujutusosalade välja selgitamiseks toimus modelleerimine kaheksas isopinnas: 125 cm, 150 cm, 175 cm, 200 cm, 225 cm, 250 cm, 275 cm ja 300 cm.

#### Audru poldri üleujutusosalade modelleerimine

Loodud kõrgusmodelite ehk DEMide põhjal teostati poldri üleujutusosalade modelleerimine. Modelleerimiseks kasutati ArcGis 10.2.2 tarkvara ja tehti päringud vastavate isopindadega,

et saada erineva mahuga üleujutuste korral teada, millised osad Audru poldrialadest on üleujutatud.

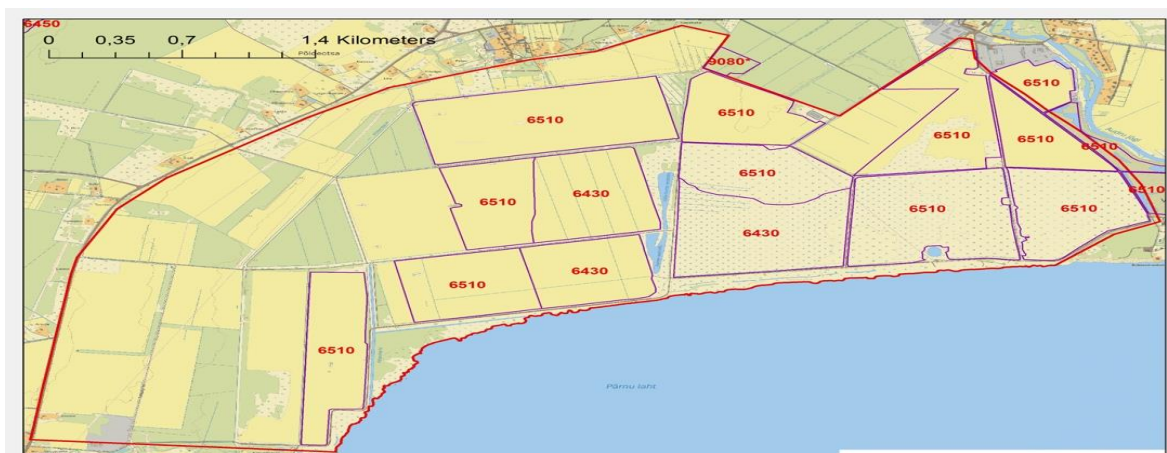


### **Joonis 9. Audru poldri modelleerimise aluseks olev ala (piiritletud punasega) DEM-l.**

Audru poldri modelleerimise aluseks olev ala (Joonis 9) on välja joonistatud visuaalselt (ortofotodelt) nähtavate kuivade alade ja märgade alade järgi selles piirkonnas. Lisaks on jälgitud ka poldri ääres paiknevat kõrget valli, mis on samuti modelleerimiseks sisse arvestatud. Modelleerimise ala sisse jääb terviklikult Audru poldri hoiuala (Joonis 7) ja selle pindala on 12,78 km<sup>2</sup>.

#### Maakatte- ja elupaigatüübid modelleerimisalal

Audru poldri aladel esinevad valdavalt kaks EL Loodusdirektiivi elupaigatüüpi: 6510 – aas-rebasesaba ja ürt-punanupuga madalikuniidud ning 6430 – niiskuslembesed serva-kõrgrohustud (Joonis 10) (Paal, 2007). Audru poldri modelleerimisala maakattetüübid jagunevad kuueks: roostik, rohuma, metsamaa, põllumaa, veekogu ja õueala.



### **Joonis 10. Elupaigatüübid Audru poldril. (Elupaigatüüpide pindobjektid pärinevad riiklikust andmebaasist)**

## 5. TULEMUSED JA ANALÜÜS

### 5.1 Audru poldri poolt pakutavad ökosüsteemiteenused

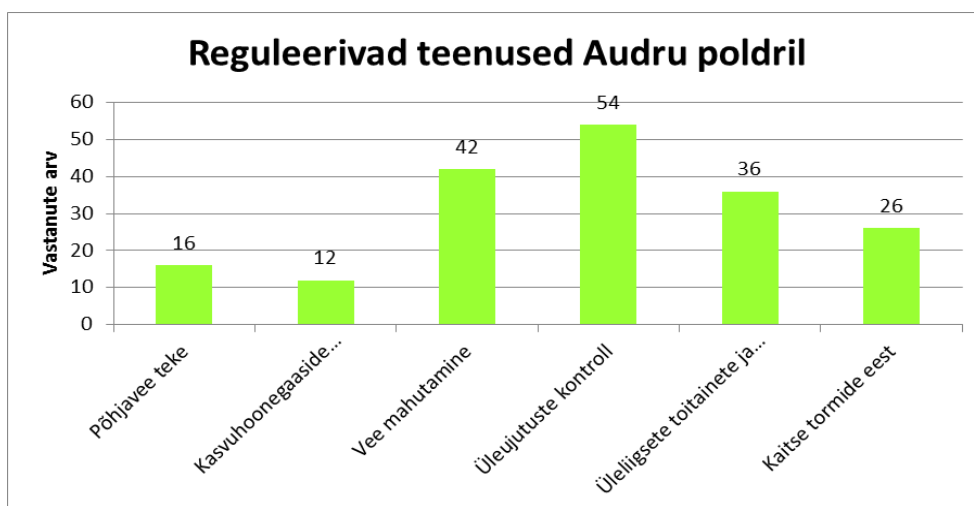
Ökosüsteemiteenuste määramiseks Audru poldril viidi läbi küsitlus, milles avaldasid oma arvamust Pärnumaa elanikud, Keskkonnaameti Pärnu kontori töötajad ja Audru vallavalitsuse töötajad. Ankeedis paluti vastajatel märkida oma sugu, vanuseklass, millesse nad kuuluvad ning hinnata oma keskkonnateadlikkust ette antud valikute põhjal. Lisaks paluti avaldada ka oma tegevusala, milles domineerisid õpilased ja üliõpilased ning erinevad keskkonnaspetsialistid ja lisaks olid vastajad ka paljudel teistel erialadel töötavad inimesed (Tabel 2). Piirkonniti oli kõige rohkem vastajaid Pärnu linnast, kokku 52 inimest, ja Audru vallast, kokku 17 vastajat. Kõige vähem vastajaid elab Are vallas, Vändra alevis ja Tori vallas (Lisa 8). Ankeedile vastajatelt küsiti, kas nad on varem kuulnud midagi Audru poldrist ja tulemused näitavad, et 56% vastanutest ei olnud midagi varem sellest kuulnud ning 44% vastajatest olid Audru poldrist juba varem teadlikud.

**Tabel 2. Küsitlusele vastanute sugu, vanuseklassid, keskkonnateadlikkus, tegevusalad ja vastajate arv.**

Sugu	Vastanute arv	Tegevusala	Vastanute arv
Mees	34	Õpilane	29
Naine	50	Üliõpilane	7
		Keskkonnaspetsialist	2
<b>Vanuseklassid</b>		Spetsialist	4
15. - 20. aastane	20	Maamees	1
21. - 28. aastane	33	MTÜ töötaja	1
29. - 35. aastane	8	Koguhoidja	1
36. - 47. aastane	14	Kodune	2
48. - 65. aastane	6	Pensionär	3
66. - ... aastane	3	Plekksepp	1
		Administraator	1
<b>Keskkonnateadlikkus</b>		Assistent	1
Kasin	15	Autoinsener	1
Keskmine	35	Autojuht	3
Hea	23	Ehitaja	1
Väga hea	11	Juhataja	1
		Kaitse planeerimise spetsialist	1
		Kaitsekorraldus spetsialist	1
		Kokk	1
		Maakler	1
		Maaler	1
		Meditsiinitöötaja	4
		<b>Vastajaid kokku:</b>	<b>84</b>

## Reguleerivad teenused Audru poldril

Reguleerivad teenused on teenused, mis mõjutavad kliimat, vee-, õhu- ja mullakvaliteeti, veevarusid, üleujutusi ja tolmeldamist. Vastajatelt küsiti, millised on nende arvates Audru poldri poolt pakutavad reguleerivad teenused ja ette olid antud vastusevariandid Kai Kimmeli (2009) märgalade ökosüsteemiteenuste klassifikatsiooni põhjal. Vastusevariantideks olid põhjavee teke, kasvuhoonegaaside regulatsioon, vee mahutamine, üleujutuste kontroll, üleliigsete toitainete säilitamine, taastamine ja eemaldamine ning kaitse tormide eest. Kõige enam pidasid vastajad reguleerivateks teenusteks Audru poldril vee mahutamist, üleujutuste kontrolli ja üleliigsete toitainete säilitamist, taastamist ja eemaldamist (Joonis 11). Vastusevarianti “Vee mahutamine” valiti 42 korral, “Üleujutuste kontroll” 54 korral ja “Üleliigsete toitainete säilitamine, taastamine ja eemaldamine” 36 korral.

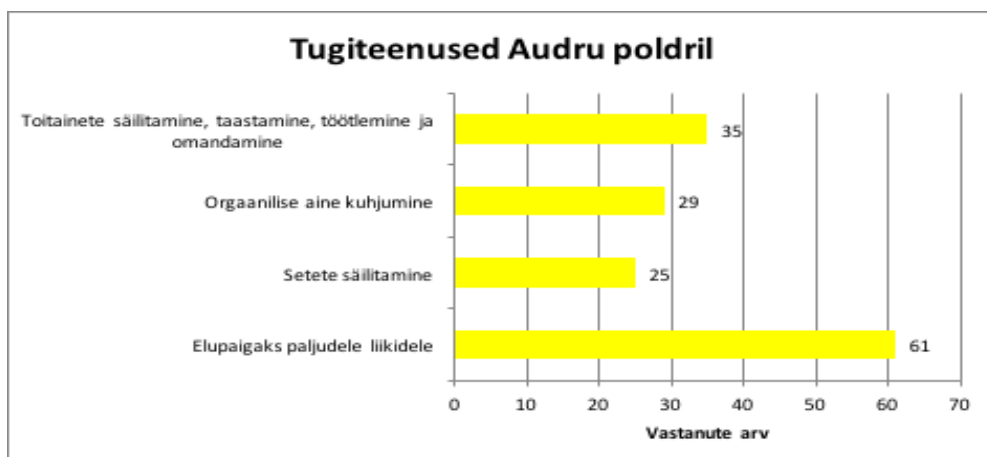


**Joonis 11. Reguleerivad teenused Audru poldril.**

## Tugiteenused Audru poldril

Tugiteenused on teenused, mis toetavad ökosüsteemi toimimist. Vastajatelt küsiti, millised on nende arvates Audru poldri poolt pakutavad tugiteenused ja ette olid antud vastusevariandid Kai Kimmeli (2009) märgalade ökosüsteemiteenuste klassifikatsiooni põhjal. Valikuteks olid elupaigaks paljudele liikidele, setete säilitamine, orgaanilise aine kuhjumine ning toitainete säilitamine, taastamine, töötlemine ja omandamine. Kõige enam, 61 korral, peeti Audru poldri tugiteenuseks elupaikade pakkumist paljudele liikidele (Joonis 12). Seejärel pakuti 35 korral tugiteenuseks vastusevarianti “Toitainete säilitamine,

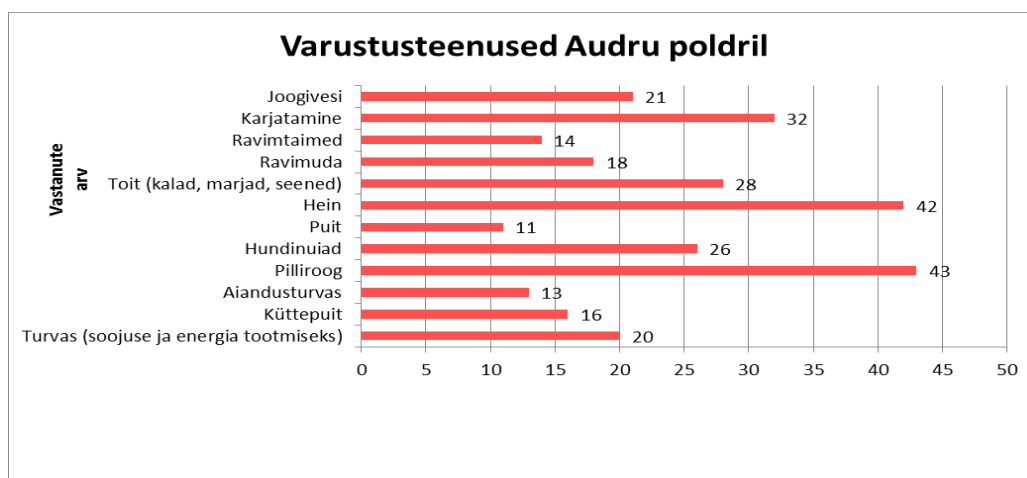
taastamine, töötlemine ja omandamine” ning 29 korral varianti “Orgaanilise aine kuhjumine”.



**Joonis 12. Tugiteenused Audru poldril.**

### Varustusteenused Audru poldril

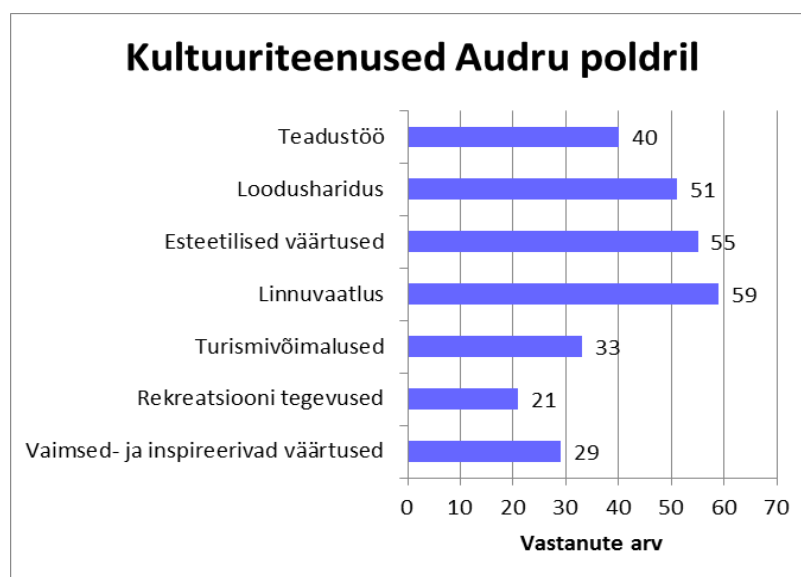
Varustusteenused on teenused, mida inimene saab ökosüsteemilt näiteks vee, toidu, puidu jm materjalidena. Vastajatelt küsiti, millised on nende arvates Audru poldri poolt pakutavad varustusteenused ja ette olid antud vastusevariandid Kai Kimmeli (2009) märgalade ökosüsteemiteenuste klassifikatsiooni põhjal. Vastusevariandid olid järgmised: joogivesi, karjatamine, ravimtaimed, ravimuda, toit (kalad, marjad, seened), hein, puit, hundinuiad, pilliroog, aiandusturvas, küttepuit ning turvas (soojuse ja energia tootmiseks). Küsitlusele vastanud pakkusid varustusteenusteks Audru poldril kõige enam pilliroogu (43 korral) ja heina (42 korral). Seejärel pakuti 32 korral varustusteenusena ka karjatamist (Joonis13).



**Joonis 13. Varustusteenused Audru poldril.**

## Kultuuriteenused Audru poldril

Kultuuriteenused on teenused, millega loodus pakub esteetilist ja vaimset naudingut, mis on lõõgastumise koht ja uute teaduslike teadmiste allikas. Vastajatelt küsiti, millised on nende arvates Audru poldri poolt pakutavad kultuuriteenused ja ette olid antud vastusevariandid Kai Kimmeli (2009) märgalade ökosüsteemiteenuste klassifikatsiooni põhjal. Valikuteks olid teadustöö, loodusharidus, esteetilised väärtused, linnuvaatlus, turismivõimalused, rekreatsiooni tegevused ning vaimsed- ja inspireerivad väärtused. Audru poldri kultuuriteenusteks peeti kõige enam linnuvaatlust (59 korral), esteetilisi väärtuseid (55 korral) ja loodusharidust (51 korral) (Joonis 14).



### **Joonis 14. Kultuuriteenused Audru poldril.**

Küsitlusele vastanutest 40% olid mehed, kes arvasid, et Audru polder pakub reguleerivatest teenustest kõige enam üleujutuste kontrolli, vee mahutamist ja üleliigsete toitainete säilitamist, taastamist ja eemaldamist. Vastanutest 60% olid naised ning nende arvamused kattusid meeste omadega. Varustusteenuste korral pakkusid mehed, et kõige olulisem teenus, mida Audru polder pakub, on pilliroog. Järgnesid vastusevariantidest hundinuiad ja hein, mida pakuti varustusteenusteks kümnel korral. Naiste vastustele tuginedes on olulisemaks varustusteenuseks hein, seejärel pilliroog ja karjatamine. Tugiteenustest saab meeste vastuste põhjal esile tuua, et Audru polder on elupaigaks paljudele liikidel, mida valiti 23 korral. Seejärel toitainete säilitamine, taastamine, töötlemine ja omandamine ning orgaanilise aine kuhjumine. Naiste vastusevariante analüüsid tulid välja samad tulemused, kuid orgaanilise aine kuhjumine ja setete

säilitamine said sama palju kordi valitud. Küsitlusankeedile vastanud mehed leidsid, et Audru polder on oluline kultuuriteenuste pakkuja ning kõige olulisema teenusena hinnati esteetilisi väärtuseid, järgnesid linnuvaatlus ja loodusharidus. Küsitlusele vastanud naised hindasid kõige olulisemaks kultuuriteenuseks linnuvaatlust ning seejärel said sama palju kordi valitud loodusharidus ja esteetilised väärtused.

Väga hea keskkonnateadlikkusega vastajad pakkusid kõige olulisemaks reguleerivaks teenuseks üleujutuste kontrolli ning järgnesid valikuvariantidest vee mahutamine ja üleliigsete toitainete säilitamine, taastamine ja eemaldamine. Tugiteenusteks pakuti kõige enam elupaigaks paljudele liikidele, seejärel setete säilitamine ning toitainete säilitamine, taastamine, töötlemine ja omandamine. Varustusteenustest tulid esile hein, karjatamine ja pilliroog. Kultuuriteenuseks valiti kõige rohkem kordi linnuvaatlust, seejärel esteetilised väärtused. Loodusharidus ning vaimsed- ja inspireerivad väärtused said valitud võrdsetel kordadel. Vastajad, kes hindasid oma keskkonnateadlikkust tasemel hea, pakkusid reguleerivatest teenustest kõige enam üleujutuste kontrolli. Järgnesid valikud vee mahutamine ning üleliigsete toitainete säilitamine, taastamine ja eemaldamine. Tugiteenustest hinnati kõige olulisemaks vastusevarianti "Elupaigaks paljudele liikidele". Seejärel toitainete säilitamine, taastamine, töötlemine ja omandamine ning orgaanilise aine kuhjumine. Olulisemateks varustusteenusteks pakuti heina, pilliroogu, hundinuiasid ja toitu. Kultuuriteenustest saab esile tuua linnuvaatluse, esteetilised väärtused ja teadustöö ning loodushariduse. Küsitlusele vastanud, kes hindavad oma keskkonnateadlikkust keskmiseks, leidsid, et olulisemad reguleerivad teenused Audru poldril on üleujutuste kontroll, vee mahutamine, üleliigsete toitainete säilitamine, taastamine ja eemaldamine ning kaitse tormide eest. Tähtsamateks tugiteenusteks peetakse elupaiga pakkumist paljudele liikidele ning toitainete säilitamist, taastamist ja eemaldamist. Setete säilitamine ja orgaanilise aine kuhjumine said võrdsetel kordadel valitud. Varustusteenustest olulisemateks peetakse pilliroogu, heina ja toitu ning kultuuriteenustest esteetilisi väärtuseid, linnuvaatlust ja loodusharidust. Kasina keskkonnateadlikkusega vastajate arvates pakub Audru polder reguleerivatest teenustest eelkõige kontrolli üleujutuste üle, vee mahutamist, põhjavee teket ning üleliigsete toitainete säilitamist, taastamist ja eemaldamist. Tugiteenustest pakub polder vastajate arvates kõige enam elupaika paljudele liikidele. Järgnevad vastusevariandid orgaanilise aine kuhjumine ning toitainete säilitamine, taastamine, töötlemine ja omandamine. Pakutavatest varustusteenustest

olulisemad on pilliroog, hein, hundinuiad, turvas ja toit ning kultuuriteenustest saab esile tuua linnuvaatluse, loodushariduse ja esteetilised väärtused.

Audru poldri alad pakuvad mitmeid erinevaid ökosüsteemiteenuseid. Küsitlusele vastanute arvamuste põhjal saab väita, et kõige enam pakub Audru polder just erinevaid kultuuriteenuseid nagu linnuvaatlus, esteetilised väärtused, loodusharidus ja teadustöö, turismivõimalused, rekreatsiooni tegevused ning vaimsed- ja inspireerivad väärtused. Sarnased tulemused on saanud ka Merle Mägi (2014) oma magistr töö tulemustena. Autor on välja toonud, et Pärnu rannaniidud pakuvad kõige enam kultuuriteenuseid, millest kõige rohkem hindavad Pärnu elanikud tervist toetavaid rekreatsioonilisi teenuseid nagu lõõgastumine, jalutamine ja looduses ajaviitmine ning heaolu ja sporti edendavaid teenuseid. Tauno Tilk (2015) on jõudnud oma magistr töö järeldestele, et poollooduslikud kooslused, nagu rannaniidud, luhaniidud ja puisniidud, pakuvad samuti kõige rohkem ja väga olulisel määral kultuurilisi teenuseid. Sarnasused Audru poldri poolt pakutavate kultuuriliste teenustega on ka Belgia ja Hollandi poldritel. Kultuuriteenustena pakuvad Belgia poldrid kõige rohkem rekreatsiooniteenuseid ning Hollandi poldrid rekreatsiooniteenuseid ja looduse väärtuseid.

Audru poldri varustavad teenused on Pärnumaa elanike arvates teisel kohal pakutavatest ökosüsteemiteenustest. Poldrialad pakuvad olulisel määral pilliroogu, mida on võimalik kasutada rookatu ehitamisel, ja heina. Lisaks saab tulemuste põhjal järeldada, et oluline roll on varustusteenuste hulgast ka karjatamisel, toidul, hundinuiadel ja joogiveel. Tauno Tilk (2015) on oma magistr töö tulemusteni, millest tulenevalt Matsalu poollooduslikud kooslused ei ole olulised varustusteenuste pakkujad. Tema küsitluste tulemuste põhjal saab pakutavate varustusteenustena välja tuua loomastiku mehhaanilise energia, pinna- ja põhjavesi joogiveena ning tooraine geneetilise materjali. Seega saab öelda, et Audru polder pakub rohkemal määral mitmesuguseid varustavaid teenuseid võrreldes Matsalu looduskaitseala poollooduslike kooslustega. Võrreldes Audru poldrit Hollandi ja Belgia poldritega, saab öelda, et nimetatud poldrid pakuvad mõningaid sarnaseid varustusteenuseid, milleks on toit, joogivesi, põllumajandustoodangud ning puit.

Küsitlusele vastajate arvamuste põhjal võib öelda, et Audru polder pakub ka mitmeid reguleerivaid teenuseid, kuid mitte nii olulisel määral kui kultuurilisi ja varustavaid teenuseid. Kõige enam pakub Audru polder reguleerivatest teenustest kontrolli üleujutuste üle ning teisele kohale jääb vee mahutamine. Tauno Tilk (2015) on oma magistr töö

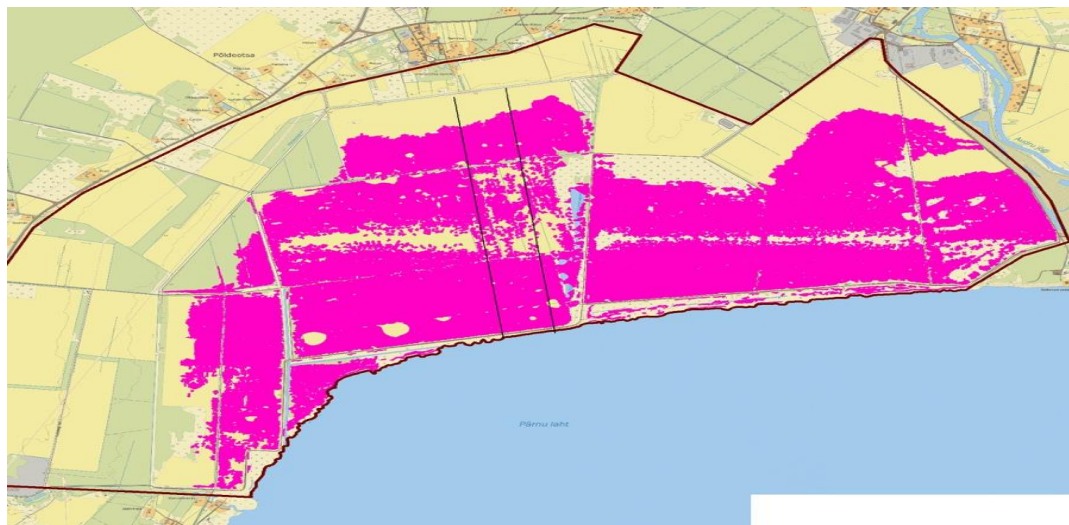
jõudnud järeldusele, et rannaniidud pakuvad üsna olulisel määral mitmeid reguleerivaid teenuseid, kuid võrreldes Audru poldri poolt pakutavate teenustega on need väga erinevad ning olulisemad teiste teenuste suhtes. Hollandi ja Belgia poldritega on Audru poldri reguleerivatel teenustel mitmeid sarnaseid jooni nagu näiteks vee mahutamine, kontroll üleujutuste üle, kaitse tormide eest ning toitainete säilitamine.

Audru polder pakub küsitlusele vastanute arvates kõige vähem võrreldes teiste teenustega tugiteenuseid. Kõige olulisemaks pakutavaks tugiteenuseks peetakse elupaiga pakkumist paljudele erinevatele liikidele. Belgias läbiviidud ökosüsteemiteenuste uuringus Kruike poldril on jõutud sarnastele tulemustele nagu antud töös. Lisaks on Kruike polder ka oluline geenivaramu säilitaja, mida antud töö küsitluse tulemustes välja ei tulnud. Suur erinevus käesoleval bakalaureusetööl on Kai Kimmel (2009) doktoritöoga. Kai Kimmel on oma doktoritöös jõudnud järeldustele, et rannaniidud pakuvad eelkõige just tugiteenuseid, kuid antud töö tulemuste põhjal saab väita vaid vastupidist.

## 5.2 Modelleeritud üleujutustasemed Audru poldril

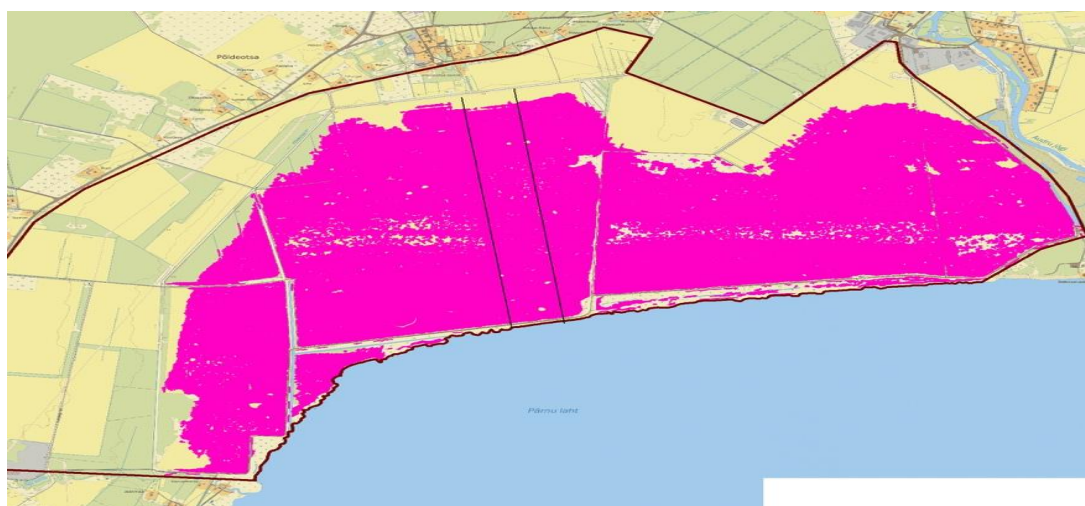
Üleujutusosalade välja selgitamiseks modelleeriti Audru poldri ala kaheksa isopinnana erinevatel üleujutuste kõrgustel kõrgusmudeli järgi. Üleujutused realiseeruvad siis, kui vesi tuleb maismaa poolt ehk tegemist on vooluvete või sademete üleujutusega. Juhul, kui kõik süsteemid Audru poldril on korras ja terved, hakkab merevesi peale tungima alles ca 200 cm isopinna korral, see tähendab, et mereveetase peab olema ca 250 cm juures. Samas on maastikus kindlasti neid kohti, kus poldrialale satub vett ka madalama meretaseme korral. Samuti tuleb arvestada, et Pärnu lahes kaasneb kõrgema veetasemega kindlasti ka üsna kõrge lainetus, mis omakorda soodustab vee sattumist tammitagustele aladele. Audru jõe poolt ei saa üleujutus poldrialasid kuigivõrd mõjutada, sest üleujutus (mööda jõge ülesvoolu) ei saaks nii kaugele peale tungida. Audru poldri merepoolne teetamm on Valgeranna poolses servas 3,1 – 3,3 meetrit merepinnast ning supelranna poolses servas on lõike, mis jäävad 2,5 – 3,0 meetri vahele. Läänepoolne tammilõik, mis on paralleelne merega ning merele lähemal, on samuti 3,1 – 3,3 meetrit merepinnast, kuid paarikümne meetrisel lõigul jääb kõrgus merepinnast vahemikku 2,75 – 3,0 meetrit. Audru poldri pumbajaama väljavoolu lähiümbruses on kõrgus merepinna suhtes veidi madalam. Poldriala lõunapoolses küljes jäävad tammilõigud suures osas alla 3 meetri, sealhulgas ka 2,75 – 3,0 meetrit kõrget teed on ca 500 meetrit, 2,5 – 2,75 meetri kõrgust teed on ca 300 meetrit ning ca 100 meetrit teed jääb kõrgusvahemikku 2,25 – 2,5 meetrit merepinnast. Kui

puuduksid takistused, siis hakkaks kolmandik kraavidest üle ajama 1,5 meetri pealt ja teine kolmandik lisanduks 2,0 meetri pealt. Ühegi kraavi valli kõrgus ei ületa 2,7 – 2,9 meetrit, välja arvatud põhjapoolses osas ning seega ei tule alla 2 meetrit merevesi poldrialale sisse.



#### **Joonis 15. Võimalik üleujutustase 125 cm juures.**

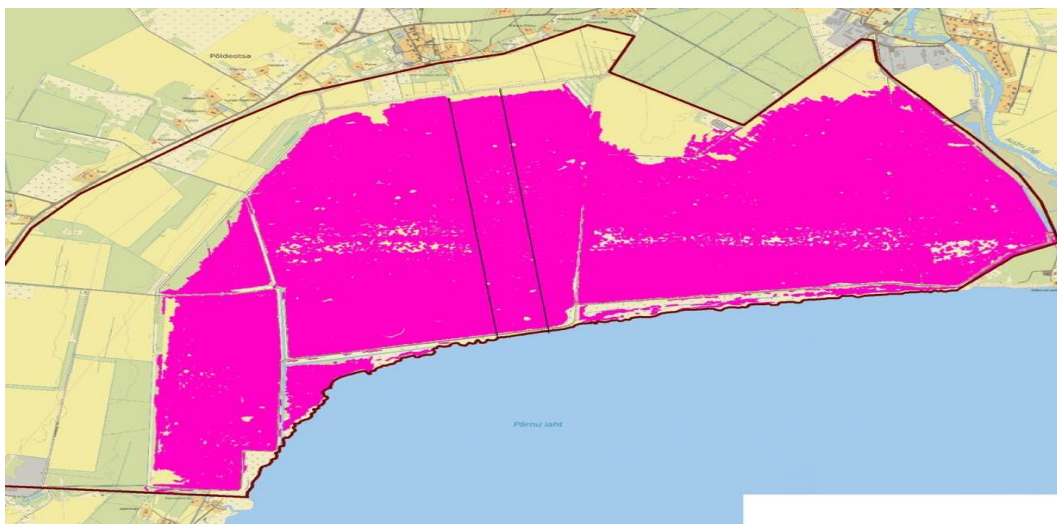
Audru poldri põhjaks oleva ala (Joonis 9) järgi on modelleeritud võimalik üleujutustase 125 cm juures (Joonis 15). Selline üleujutus realiseerub maismaa poolt sademevete või vooluvete üleujutuse korral. Sellise üleujutustaseme korral jääb vee alla 82,9 ha roostikku, 91,4 ha rohumaad, 17 ha metsamaad, 264,6 ha ning 2,7 ha veepinda. Kokku on üleujutatud 458,6 ha maa-ala.



#### **Joonis 16. Võimalik üleujutustase 150 cm juures.**

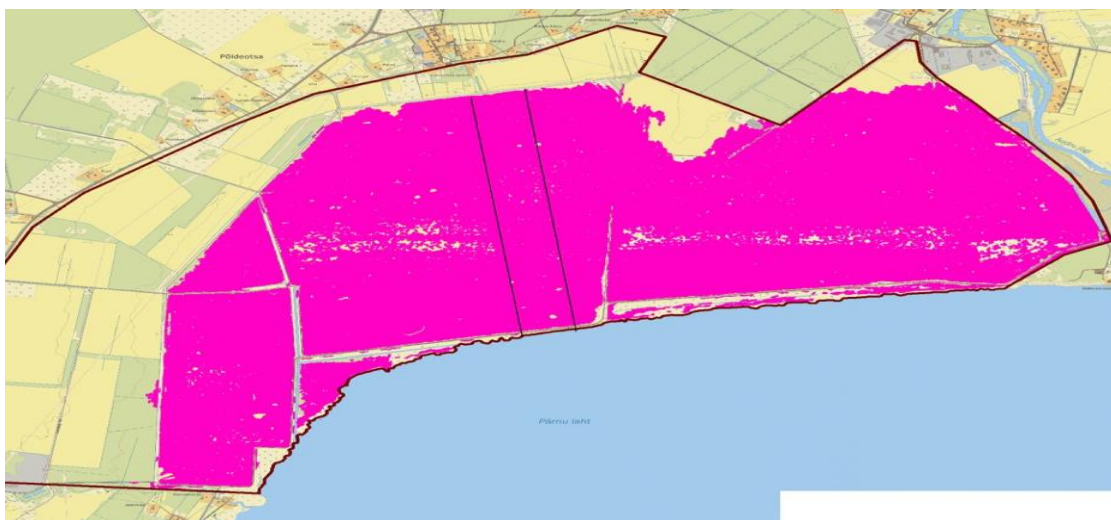
Audru poldri põhjaks oleva ala (Joonis 9) järgi on modelleeritud võimalik üleujutustase 150 cm juures (Joonis 16). Selline üleujutus realiseerub samuti maismaa poolt ning üle on

ujutatud 92,9 ha roostikku, 115,5 ha rohumaad, 37,9 ha metsamaad, 352 ha põllumaad ning 5,2 ha veepinda. Kogu poldrialast on vee all sellise üleujutustaseme korral 603,5 ha ala.



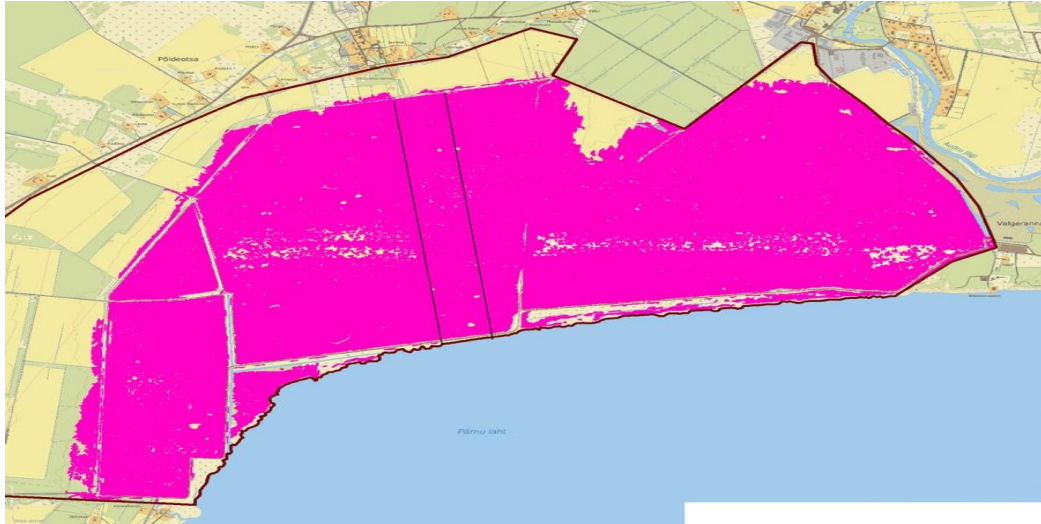
**Joonis 17. Võimalik üleujutustase 175 cm juures.**

Audru poldri põhjaks oleva ala (Joonis 9) järgi on modelleeritud võimalik üleujutustase 175 cm juures (Joonis 17). Selline üleujutus realiseerub samuti maismaa poolt ning sellisel juhul on üleujutatud 94,8 ha roostikku, 122,9 ha rohumaad, 51,8 ha metsamaad, 390,4 ha põllumaad, 5,2 ha veepinda ja 0,02 ha õueala. Üleujutuse kogupindalaks on 665,1 ha.



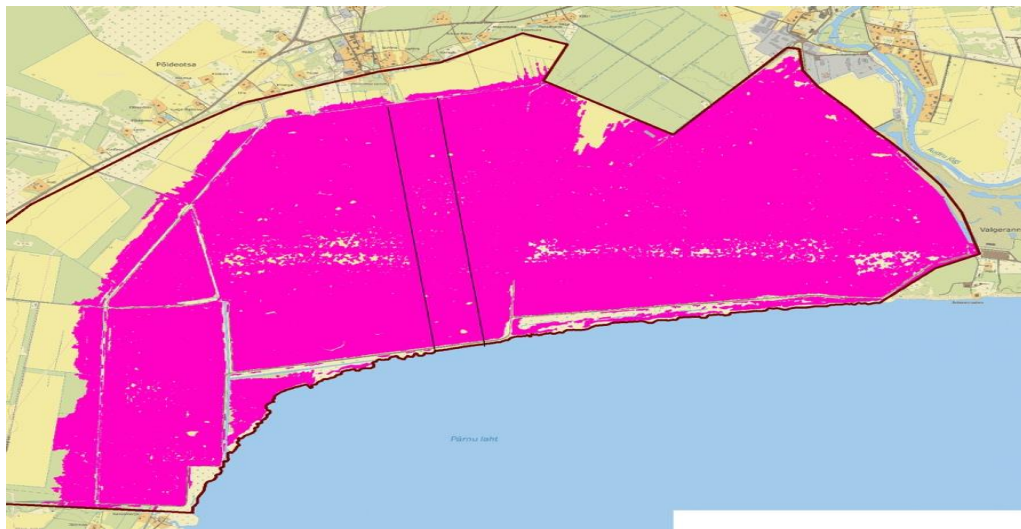
**Joonis 18. Võimalik üleujutustase 200 cm juures.**

Audru poldri põhjaks oleva ala (Joonis 9) järgi on modelleeritud võimalik üleujutustase 200 cm juures (Joonis 18). Selline üleujutus realiseerub nii maismaa kui ka mere poolt ning sellisel juhul on üleujutatud 96 ha roostikku, 125,1 ha rohumaad, 60,1 ha metsamaad, 413 ha põllumaad, 5,2 ha veepinda ja 0,3 ha õueala, mille kogupindala on 699,7 hektarit.



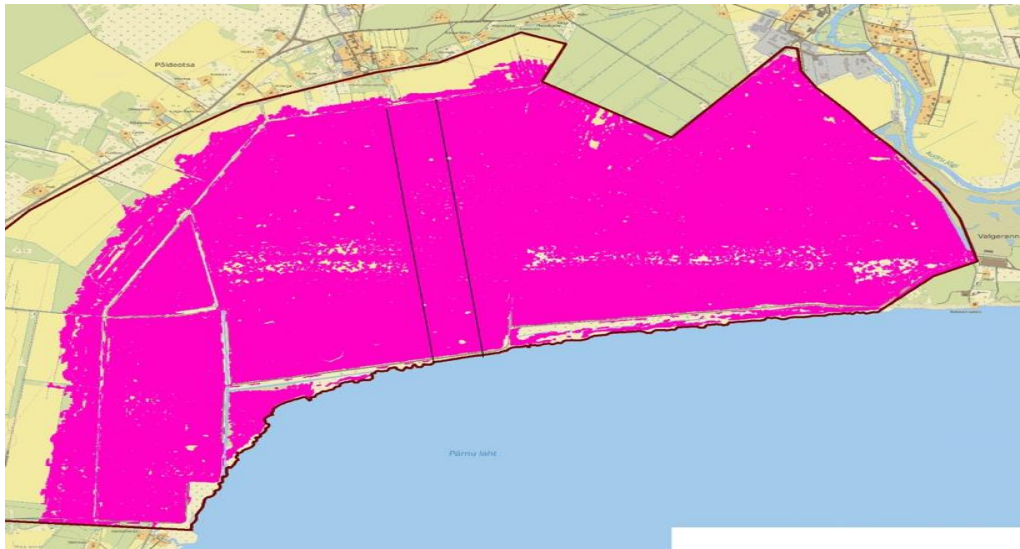
**Joonis 19. Võimalik üleujutustase 225 cm juures.**

Audru poldri põhjaks oleva ala (Joonis 9) järgi on modelleeritud võimalik üleujutustase 225 cm juures (Joonis 19). Selline üleujutus realiseerub samuti maismaa ja mere poolt ning sellisel juhul on üleujutatud 96,7 ha roostikku, 126,2 ha rohumaad, 75 ha metsamaad, 431,3 ha põllumaad, 5,2 ha veepinda ja 0,9 ha õueala. Kogu uurimisala ulatuses on vee all 735,3 hektariline maa-ala.



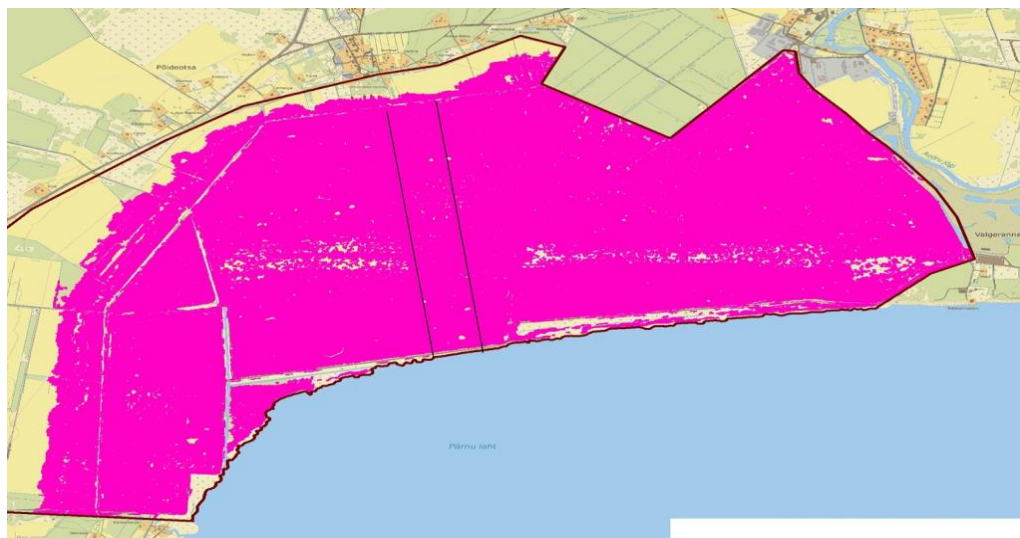
**Joonis 20. Võimalik üleujutustase 250 cm juures.**

Audru poldri põhjaks oleva ala (Joonis 9) järgi on modelleeritud võimalik üleujutustase 250 cm juures (Joonis 20). Selline üleujutus realiseerub samuti maismaa ja mere poolt ning sellisel juhul on üleujutatud 97,2 ha roostikku, 126,7 ha rohumaad, 87 ha metsamaad, 459,3 ha põllumaad, 5,2 ha veepinda ja 1,4 ha õueala. Üleujutuse pindala on 776,8 hektarit.



**Joonis 21. Võimalik üleujutustase 275 cm juures.**

Audru poldri põhjaks oleva ala (Joonis 9) järgi on modelleeritud võimalik üleujutustase 275 cm juures (Joonis 21). Selline üleujutus realiseerub samuti maismaa ja mere poolt ning sellisel juhul on üleujutatud 97,6 ha roostikku, 127,1 ha rohumaad, 98,3 ha metsamaad, 478,2 ha põllumaad, 5,2 ha veepinda ja 1,4 ha õueala. Vee alla jääb 807,8 hektarine maa-ala.



**Joonis 22. Võimalik üleujutustase 300 cm juures.**

Audru poldri põhjaks oleva ala (Joonis 9) järgi on modelleeritud võimalik üleujutustase 300 cm juures (Joonis 22). Selline üleujutus realiseerub samuti maismaa ja mere poolt ning sellisel juhul on üleujutatud 98,7 ha roostikku, 128,1 ha rohumaad, 104,4 ha metsamaad, 496,8 ha põllumaad, 5,2 ha veepinda ja 1,5 ha õueala. Modelleerimisala pindalast on veega kaetud 834,7 hektariline ala.

# KOKKUVÕTE

Ökosüsteemid pakuvad inimeste heaoluks, majanduslikuks ning sotsiaalseks arenguks olulise tähtsusega hüvesid. Bakalaureusetöö eesmärkideks oli välja selgitada Pärnumaa elanike arvamuste põhjal Audru poldri poolt pakutavad ökosüsteemiteenused ning modelleerida võimalikud üleujutused erinevate üleujutustasemetega korral ja hinnata, millised maakattetüübid ja kui suures mahus saavad üleujutatud. Audru poldri ökosüsteemiteenuste määramisel võeti aluseks MEA (2005) ökosüsteemiteenuste klassifikatsioon Eesti märgaladel Kai Kimmeli (2009) määratluse järgi. Võimalike üleujutustasemetega modelleerimiseks kasutati kõrgusmudeleid, mis loodi tarkavaraprogrammi ArcGis 10.2.2 abil Maa-ametist tellitud toorandmete põhjal.

Lähtudes püstitatud eesmärkidest olid töö põhijäreldused järgnevad:

- Audru poldri ala pakub mitmeid erinevaid ökosüsteemiteenuseid. Reguleerivatest teenustest olulisemad on vee mahutamine, kontroll üleujutuste üle ning üleliigsete toitainete säilitamine, taastamine ja eemaldamine. Tähtsamateks tugiteenusteks on elupaikade pakkumine paljudele liikidele, toitainete säilitamine, taastamine, töötlemine ja omandamine ning orgaanilise aine kuhjumine. Peamised varustusteened, mida Audru polder pakub, on pilliroog, hein ja karjatamine ning kultuuriteenusteks on linnuvaatlus, esteetilised väärtused ja loodusharidus.
- Võimalik 125 cm üleujutustase realiseerub, kui vesi tuleb maismaa poolt ehk tegemist on vooluvete/sademete üleujutusega ning poldrialast saab veega kaetud 458,6 hektariline maa-ala. Maakattetüüpidest on üleujutatud roostik, rohumaa, metsamaa ja vaba veepind. Võimaliku 175 cm üleujutustaseme realiseerumisel on poldrialast veega kaetud 665,1 hektariline maa-ala. Üleujutatud on sellisel juhul roostik, rohumaa, metsamaa, vaba veepind ja osa õuealast. Võimalik 200 cm üleujutustase realiseerub, kui lisaks maismaa poolt tulevale veele hakkab rolli mängima ka mere poolt tulev vesi. Sellisel juhul on Audru poldri alast üleujutatud 699,7 hektarit. Võimaliku modelleeritud 300 cm üleujutustaseme korral saab poldrialast veega kaetud 834,7 hektariline maa-ala.

Kaugemaks eesmärgiks on magistritöö raames välja selgitada Audru poldri poolt pakutavate ökosüsteemiteenuste mahud ja nende muutused erinevate üleujutusastemete korral ning rahalise väärtuse arvutamine.

Autor tänab oma juhendajaid Reimo Rivist ja Aija Koske mitmekülgse abi eest. Samuti tänab autor kõiki Keskkonnaameti Pärnu kontori ja Audru Vallavalitsuse töötajaid, kes leidsid aega ökosüsteemiteenuste määramise küsitlusele vastamiseks ning kõiki Pärnumaa elanikke, kes küsitlusankeedile vastasid.

# SUMMARY

Floods and ecosystem services in Audru polder. Liis Bergmann

Ecosystems provide people with a wide range of valuable goods and services – ecosystem services. The main goal of this thesis was to identify the ecosystem services of Audru polder based on opinions of Pärnu county's residents and modelling of possible flooding and their capacity in this area. To identify the ecosystem services of Audru polder, a questionnaire survey with Pärnu county's residents were carried out. The questionnaire survey was answered by 84 people from different age groups. For modelling the possible flooding in Audru polder's area software ArcGis 10.2.2 was used.

The main conclusions of the bachelor's thesis were following:

- Audru polder's area provides many different ecosystem services. More important regulating services are water regulation, natural hazard regulation, maintaining, restoring and eliminating of excess nutrients. The main supporting services in Audru polder are nutrient cycling, the accumulation of organic matter, habitat for many species. More important provisioning services of Audru polder are reed, hay and grazing. The cultural services of Audru polder are aesthetic values, educational values and birdwatching.
- Possible 125 cm flood level reveals if water comes from land, it means there is a pluvial and overland flood and 458,6 ha of Audru polder's area is flooded. Flooded land covers are reed, grassland, forest and water surface. If possible 175 cm flood level reveals then 665,1 ha of Audru polder's area is flooded. In that case reed, grassland, forest, water surface and yard are flooded. Possible 200 cm flood level reveals if in addition the water starts to come from the sea. In that case 699,7 ha of Audru polder's area is flooded. If the flood level is 300 cm then 834,7 ha of Audru polder's area is flooded.

# KASUTATUD KIRJANDUS

- Arold, I. (2005). *Eesti maastikud*. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Barbier, E. B. (2011). Wetlands as natural assets. *Hydrological Sciences Journal*, 56(8), lk 1360-1373.
- Bloch, R., Lamond, J., & Jha, A. K. (2012). *Cities and Flooding. A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21st Century*. Washington: The World Bank.
- Boerema, A., der Biest, K. V., & Meire, P. (2016). *Ecosystem Services: Towards integrated marine infrastructure project optimisation*. Wilrijk: Ecosystem management research group.
- CBS, PBL, & Wageningen, U. (06. 10 2015. a.). *Compendium voor de Leefomgeving*. Kasutamise kuupäev: 10. 04 2017. a., allikas Ecosystem goods and services in the Netherlands, 2013: <http://www.clo.nl/node/20874>
- CICES. (2017). *CICES Version 4.3*.
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., . . . Turner, R. K. (05 2014. a.). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26, lk 152-158.
- de Groot, R. S., Wilson, M. A., & Boumans, R. M. (06 2002. a.). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41(3), lk 393-408.
- Eesti Instituut. (9. 10 2009a. a.). *Estonica*. Kasutamise kuupäev: 30. 03 2017. a., allikas Lääne-Eesti madalikud: [http://www.estonica.org/et/Loodus/L%C3%A4%C3%A4ne-Eesti\\_tasandikud/L%C3%A4%C3%A4ne-Eesti\\_madalikud/](http://www.estonica.org/et/Loodus/L%C3%A4%C3%A4ne-Eesti_tasandikud/L%C3%A4%C3%A4ne-Eesti_madalikud/)
- Eesti Instituut. (9. 10 2009b. a.). *Estonica*. Kasutamise kuupäev: 30. 03 2017. a., allikas Moreenrannad, rannikuluitestikud ja viirsavitasandikud: [http://www.estonica.org/et/Loodus/L%C3%A4%C3%A4ne-Eesti\\_tasandikud/Moreenrannad,\\_rannikuluitestikud\\_ja\\_viirsavitasandikud/](http://www.estonica.org/et/Loodus/L%C3%A4%C3%A4ne-Eesti_tasandikud/Moreenrannad,_rannikuluitestikud_ja_viirsavitasandikud/)

- Euroopa Komisjon. (04 2013. a.). *Euroopa Liit*. Allikas: Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: [http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem\\_assessment/pdf/MAESWorkingPaper2013.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem_assessment/pdf/MAESWorkingPaper2013.pdf)
- Euroopa Liit. (09 2009. a.). *Euroopa komisjon*. Kasutamise kuupäev: 23. 03 2017. a., allikas Ökosüsteemi kaubad ja teenused: [http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Ecosystems%20goods%20and%20Services/Ecosystem\\_ET.pdf](http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Ecosystems%20goods%20and%20Services/Ecosystem_ET.pdf)
- Evestus, T. (2006). *Keskkonnaministeerium*. Kasutamise kuupäev: 11. 05 2017. a., allikas Räpina poldri hoiuala kaitsekorralduskava aastateks 2006-2014: [http://www.rapinapolder.envir.ee/dokumendid/Poldri\\_KKK\\_loplik.pdf](http://www.rapinapolder.envir.ee/dokumendid/Poldri_KKK_loplik.pdf)
- Fisher, B., Turner, R. K., & Morling, P. (15. 01 2009. a.). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68(3), lk 643-653.
- Haanpää, S., Lehtonen, S., Peltonen, L., & Talockaite, E. (06 2005. a.). *ASTRA projekt*. Kasutamise kuupäev: 19. 04 2017. a., allikas Impacts of winter storm Gudrun of 7th-9th January 2005 and measures taken in Baltic Sea Region: [http://www.astra-project.org/sites/download/ASTRA\\_WSS\\_report\\_final.pdf](http://www.astra-project.org/sites/download/ASTRA_WSS_report_final.pdf)
- Hanley, N., & Barbier, E. B. (2009). *Pricing Nature: Cost-Benefit Analysis and Environmental Policy*. Northampton: Edward Elgar Publishing.
- Heath, M. F., & Evans, M. I. (2000). *Important Bird Areas in Europe: Priority sites for conservation. Volume 1. Northern Europe*. Cambridge: BirdLife International.
- Jacobs, S., Dendoncker, N., & Keune, H. (2014). *Ecosystem Services. Global Issues. Local Practices*. Elsevier.
- Kalamees, A. (2000). *Tähtsad linnualad Eestis*. Tartu: Eesti Loodusfoto.
- Keskkonnaagentuur. (30. 04 2004. a.). *Eesti Looduse Infosüsteem - Keskkonnaregister*. Kasutamise kuupäev: 20. 04 2017. a., allikas Rahvusvahelise tähtsusega alade andmete kuvamine: [http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=5;68547593;est;eelisand;=&comp=objresult=rahvala&obj\\_id=1040275374](http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?state=5;68547593;est;eelisand;=&comp=objresult=rahvala&obj_id=1040275374)

- Keskkonnaamet. (2013). *Keskkonnaagentuur*. Kasutamise kuupäev: 3. 04 2017. a., allikas Audru poldri hoiuala kaitsekorralduskava 2013-2017: <http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/GetFile.aspx?fail=1056841333>
- Keskkonnaministeerium. (23. 10 2007. a.). *Envir*. Kasutamise kuupäev: 23. 03 2017. a., allikas EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU DIREKTIIV 2007/60/EÜ üleujutusriski hindamise ja maandamise kohta: <http://www.envir.ee/sites/default/files/yleujutusedirektiiv.pdf>
- Keskkonnaministeerium. (7. 01 2012. a.). *Keskkonnaministeerium*. Kasutamise kuupäev: 10. 04 2017. a., allikas Üleujutusohuga seotud riskide esialgne hinnang: <http://www.envir.ee/sites/default/files/yleujutusohuesialgnehinnang.pdf>
- Keskkonnaministeerium. (2014). *Keskkonnaministeerium*. Kasutamise kuupäev: 20. 04 2017. a., allikas Üleujutusohupiirkonna ja üleujutusohuga seotud riskipiirkonna kaardid: <http://www.envir.ee/sites/default/files/kokkuvote.pdf>
- Kimmel, K. (2009). *Ecosystem services of Estonian wetlands*. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Kobras AS. (2015). *Keskkonnaamet*. Kasutamise kuupäev: 24. 03 2017. a., allikas Audru poldri hoiuala veerežiimi uuring. Lõpparuanne: [http://www.keskkonnaamet.ee/public/Audru\\_poldri\\_hoiuala\\_veereziimi\\_uuring\\_Ke\\_A\\_kodukale.pdf](http://www.keskkonnaamet.ee/public/Audru_poldri_hoiuala_veereziimi_uuring_Ke_A_kodukale.pdf)
- Leito, A., Kinks, R., & Evestus, T. (2004). Räpina poldri linnuhoiuala 2004. a. inventuuride kokkuvõte.
- Lode, E. (2013). Märgalade tähtsus ühiskonnale.
- Lotman, A. (02 1996. a.). *Eesti Roheline Liikumine*. Kasutamise kuupäev: 27. 04 2017. a., allikas Rannaniidud: <http://roheline.ee/userfiles/file/publikatsioonid/rannaniidud.html>
- Mägi, M. (2014). *Pärnu*. Kasutamise kuupäev: 09. 04 2017. a., allikas Kohalike elanike hoiakud Pärnu taastatava rannaniidu (ökosüsteemiteenuste) suhtes: [http://www.parnu.ee/failid/uuringud/MA\\_rannaniidud.pdf](http://www.parnu.ee/failid/uuringud/MA_rannaniidud.pdf)

- Maa-amet. (28. 10 2016a. a.). *Maa-ameti Geoportaal*. Kasutamise kuupäev: 21. 03 2017. a., allikas Aerolaserskaneerimise kõrguspunktid: <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Andmed-ja-kaardid/Topograafilised-andmed/Korgusandmed/LiDAR-korguspunktid-p499.html>
- Maa-amet. (12. 12 2016b. a.). *Maa-ameti Geoportaal*. Kasutamise kuupäev: 21. 03 2017. a., allikas Ortofotod aastate ja objektide kaupa: [http://geoportaal.maaamet.ee/index.php?lang\\_id=1&page\\_id=27](http://geoportaal.maaamet.ee/index.php?lang_id=1&page_id=27)
- Masing, V. (1992). *Ökoloogialeksikon*. Tallinn, Eesti: Entsüklopeediakirjastus.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington: Island Press.
- Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (2000). *Wetlands* (3 tr.). New York: John Wiley & Sons.
- Netherlands Architecture Institute. (7. 09 2005. a.). *Netherlands Architecture Institute*. Kasutamise kuupäev: 7. 04 2017. a., allikas Polders. The scene of land and water: <http://static.nai.nl/polders/e/index.html>
- Päästeamet. (2013). *Hädaolukorra riskianalüüs. Üleujutus tiheasustusalal*. Kasutamise kuupäev: 4. 05 2017. a., allikas Hädaolukorra riskianalüüs. Raskete tagajärgedega torm.: [https://www.audru.ee/documents/1707726/9285942/LISA5\\_RA\\_Yleujutus\\_tiheasustusalal.pdf/e69e14cc-a253-4bf9-be32-91bcfde878b9](https://www.audru.ee/documents/1707726/9285942/LISA5_RA_Yleujutus_tiheasustusalal.pdf/e69e14cc-a253-4bf9-be32-91bcfde878b9)
- Paal, J. (2007). *Loodusdirektiivi elupaigatüüpide käsiraamat* (2 tr.). Tallinn: Auratrükk.
- Postimees. (09. 01 2005. a.). *Postimees*. Allikas: Pärnus on üleujutus kuni kesklinnani: <http://www.postimees.ee/1453769/paernus-on-ueleujutus-kuni-kesklinnani>
- Ramsar Convention Secretariat. (2011). *Wetland ecosystem services*. Kasutamise kuupäev: 27. 03 2017. a., allikas Wetland Ecosystem Services - an introduction: [http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/services\\_00\\_e.pdf](http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/services_00_e.pdf)
- Ramsar Convention Secretariat. (2013). *The Ramsar Convention Manual*. Kasutamise kuupäev: 27. 03 2017. a., allikas The Ramsar Convention Manual: A Guide to the Convention on Wetlands: <http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/manual6-2013-e.pdf>

- Rannap, R., Briggs, L., Lotman, K., Lepik, I., & Rannap, V. (2005). *Rannaniitude hooldus*. Tallinn: Eesti Vabariigi Keskkonnaministeerium.
- Riigi Teataja. (16. 06 1994. a.). *Veeseadus*. Kasutamise kuupäev: 17. 04 2017. a., allikas Riigi Teataja: <https://www.riigiteataja.ee/akt/VeeS>
- Riigi Teataja. (18. 05 2007. a.). *Riigi Teataja*. Kasutamise kuupäev: 18. 04 2017. a., allikas Hoiualade kaitse alla võtmine Pärnu maakonnas: <https://www.riigiteataja.ee/akt/12832247>
- Riigi Teataja. (10. 10 2014. a.). *Riigi Teataja*. Kasutamise kuupäev: 3. 05 2017. a., allikas Audru poldri looduskaitseala moodustamine ja kaitse-eeskiri: <https://www.riigiteataja.ee/akt/115102014004>
- Rowen, H. H. (2016). Netherlands. *Encyclopedia Britannica*.
- Staub, C., Ott, W., Heusi, F., Klingler, G., Jenny, A., Häcki, M., & Hauser, A. (2011). *Indicators for Ecosystem Goods and Services*. Bern: Federal Office for the Environment.
- Suursaar, Ü., Kullas, T., Otsmann, M., Saaremäe, I., Kuik, J., & Merilain, M. (24. Aprill 2006. a.). Cyclone Gudrun in January 2005 and modelling its hydrodynamic consequences in the Estonian coastal waters. *Boreal environment research*, lk 143-159.
- TEEB. (09 2010. a.). *TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity*. Kasutamise kuupäev: 27. 03 2017. a., allikas TEEB- The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Local and Regional Policy Makers: [http://www.teebweb.org/media/2010/09/TEEB\\_D2\\_Local\\_Policy-Makers\\_Report-Eng.pdf](http://www.teebweb.org/media/2010/09/TEEB_D2_Local_Policy-Makers_Report-Eng.pdf)
- Tilk, T. (2015). *Eesti Maaülikooli digitaalarhiiv*. Kasutamise kuupäev: 10. 04 2017. a., allikas Matsalu rahvusparki poollooduslike koosluste ökosüsteemi teenuste rahaline väärtus: [https://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/2036/Tauno\\_Tilk\\_2015MA\\_MH\\_Täisteks.pdf?sequence=1](https://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/2036/Tauno_Tilk_2015MA_MH_Täisteks.pdf?sequence=1)

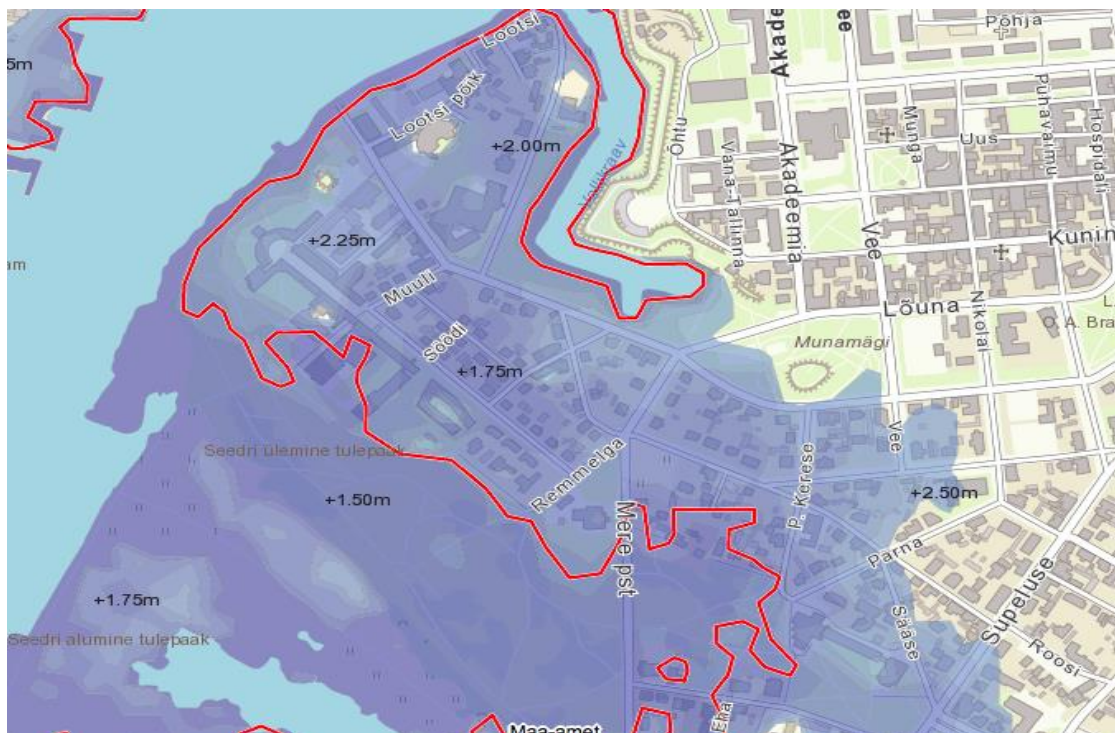
Tõnisson, H., Kont, A., Palginõmm, V., Jaagus, J., Orviku, K., Ravis, R., Ratas, U., Suursaar, Ü. (2009). 2005. aasta jaanuaritormiga (Gudrun) kaasnenud üleujutuse tagajärjed loodusele ja ühiskonnale Eesti rannikul. rmt: A. Kont, & H. Tõnisson, *Kliimamuutuse mõju Eesti rannikule* (lk 90-129). Tallinn: Tallinna Ülikooli Kirjastus.

Van Schoubroeck, F., & Kool, H. (2010). The remarkable history of polder systems in The Netherlands. Tiel, Netherlands.

Wandee, P. (2005). *Optimization of water management in polder areas: Some examples for the temperate humid and the humid tropical zone*. London, United Kingdom: Taylor & Francis Group.



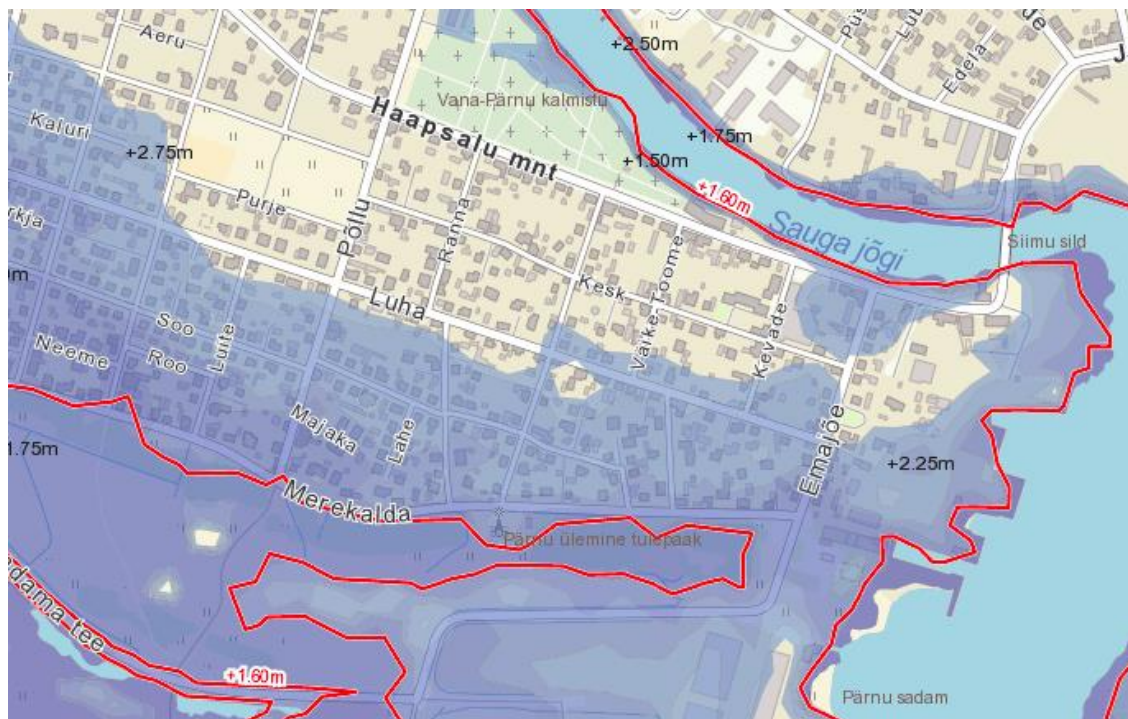
**Lisa 2.** Proгноositud üleujutus Ringi tänava piirkonnas. Allikas: Maa-amet



**Lisa 3.** Prognositud üleujutus Tammsaare puiestee piirkonnas. Allikas: Maa-amet



Lisa 4. Prognositud üleujutus Vana-Pärnu linnaosas. Allikas: Maa-amet



**Lisa 5. Eesti märgalade peamised ökosüsteemiteenused. (Kimmel, 2009)**

<b>TEENUSED</b>	<b>ALA TEENUSED</b>	<b>SAGEDAMINI KOHATAV</b>
<b>Varustusteenused</b>		
Kütus	Turvas (soojuse ja energia tootmiseks), küttepuit	Turbaraba
Kiud (materjalid)	Aiandusturvas, pilliroog, hundinui, puit, hein	Turbaraba, roostik, lammi- ja rannaniidud
Toit	Kalad, marjad	Rannikumeri, järved, jõed, turbaraba
Biokeemilised tooted	Turvas keemiatööstuses, ravimuda, ravimtaimed	Turbaraba
Maa	Karjatamine	Rannaniidud
Magevesi	Joogivesi	Mõned jõed
<b>Reguleerivad teenused</b>		
Kliimaregulatsioon	Kasvuhoonegaaside regulatsioon	Turbaraba
Veerežiim	Põhjavee teke, vee mahutamine	Turbaraba, jõed, järved
Reostuse tõrje	Üleliigsete toitainete ja saasteainete säilitamine, taastamine ja eemaldus	Turbarabad, jõed
Looduslikud ohud	Üleujutuste kontroll, tormi kaitse	Lammi- ja rannaniidud
<b>Kultuuriteenused</b>		
Vaimsed- ja inspireerivad väärtused	Heaolu ja isiklikud tunded	Kõikjal, eriti sood ja rannaniidud
Rekreatsioon	Turismivõimalused ja rekreatsiooni tegevused, linnuvaatlus	Kõikjal, eriti turbarabad, lammi- ja rannaniidud
Esteetilised väärtused	Looduse väärtustamine	Kõik märgalad
Loodusharidus	Ametlik ja mitteametlik haridus ja väljaõpe	Kõik märgalad
Teadustöö	Setted	Turbarabad, järved
<b>Tugiteenused</b>		
Elurikkus	Elupaigad liikidele	Kõik märgalad
Mullateke	Setete säilimine ja orgaanilise aine kuhjumine	Kõik märgalad
Toitaineringe	Toitainete säilitamine, taastamine, töötlemine ja omandamine	Kõik märgalad

**Lisa 6.** Valgeranna rand. (Autori foto, 2016 kevad)



## Lisa 7. Küsitlus “Audru poldri poolt pakutavad ökosüsteemiteenused”

Lugupeetud vastaja!

Mina olen Liis Bergmann ja ma õpin Tallinna Ülikoolis keskkonnakorralduse erialal ning seoses oma bakalaureuse tööga sooviksin, et Te vastaksite minu küsimustikule, mis on teemal “Audru poldri poolt pakutavad ökosüsteemiteenused”. Küsitluse eesmärk on teada saada, millised on arusaamad Audru poldril pakutavatest ökosüsteemiteenustest.

Ökosüsteem on funktsionaalne süsteem, milles toitumissuhete kaudu seostunud organismid koos keskkonnatingimustega moodustavad isereguleeruva ja areneva terviku. Ökosüsteemiteenused ehk ökosüsteemi hüved on teenused ja kaubad, mida ökosüsteem pakub inimestele, ühiskonnale ja majandusele. Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni avaldatud Millenniumi ökosüsteemide hindamise aruande (2005) järgi jagatakse ökosüsteemiteenused nelja rühma: tugiteenused, reguleerivad teenused, varustusteenused ja kultuuriteenused. Tugiteenused on näiteks aineringlus, mullateke, primaarproduktioon, reguleerivad teenused on näiteks kliimaregulatsioon, ülejutuste reguleerimine, tolmeldamine, varustusteenused on näiteks toit, puhas vesi, puit, kütused ja kultuuriteenused on teenused, millega loodus pakub esteetilist ja vaimset naudingut, lõõgastumiskohta ja on uute teaduslike teadmiste allikaks.

Küsitluse täitmine võtab aega umbes 5-10 minutit ja see on anonüümne ning vastuseid kasutatakse bakalaureusetöö kirjutamisel.

Olen Teile väga tänulik, kui leiате aega küsimustele vastamiseks.

Liis Bergmann

### 1. Vanus

- 15.-20. aastane
- 21.-28. aastane
- 29.-35. aastane
- 36.-47. aastane
- 48.-65. aastane
- 66.-... aastane

### 2. Sugu

- Mees
- Naine

### 3. Tegevusala (õpilane, keskkonnaspetsialist, KOV-I maakorraldaja, raamatupidaja, vms)

.....

### 4. Kuidas hindate oma keskkonnateadlikkust?

- Kasin
- Keskmine
- Hea
- Väga hea

### 5. Millises piirkonnas Te Pärnu maakonnas elate?

.....

6. Kas olete kuulnud midagi Audru poldrist?

- Jah
- Ei

7. Valige all järgnevast loetelust, millised on Teie arvates Audru poldri poolt pakutavad reguleerivad teenused?

- Kasvuhoonegaaside regulatsioon
- Põhjavee teke
- Vee mahutamine
- Üleliigsete toitainete ja saasteainete säilitamine, taastamine ja eemaldamine
- Üleujutuste kontroll
- Kaitse tormide eest

8. Valige all järgnevast loetelust, millised on Teie arvates Audru poldri poolt pakutavad tugiteenused?

- Elupaigaks paljudele liikidele
- Setete säilitamine
- Orgaanilise aine kuhjumine
- Toitainete säilitamine, taastamine, töötlemine ja omandamine

9. Valige all järgnevast loetelust, millised on Teie arvates Audru poldri poolt pakutavad varustusteenused?

- Turvas (soojuse ja energia tootmiseks)
- Küttepuit
- Aiandusturvas
- Pilliroog
- Hundinuiad
- Puit
- Hein
- Toit (kalad, marjad, seened)
- Ravimuda
- Ravimtaimed
- Karjatamine
- Joogivesi

10. Valige all järgnevast loetelust, millised on Teie arvates Audru poldri poolt pakutavad kultuuriteenused?

- Vaimsed- ja inspireerivad väärtused (heaolu ja isiklikud tunded)
- Rekreatsiooni tegevused
- Turismivõimalused
- Linnuvaatlus
- Esteetilised väärtused (looduse väärtustamine)
- Loodusharidus (ametlik ja mitteametlik haridus ja väljaõpe)
- Teadustöö (setted)

Tänan, et leidsite aega küsimustikule vastamiseks. Teie vastused on minu bakalaureusetöö kirjutamisel väga olulised.

**Lisa 8.** Küsitlusele vastajate jaotus piirkonniti.

