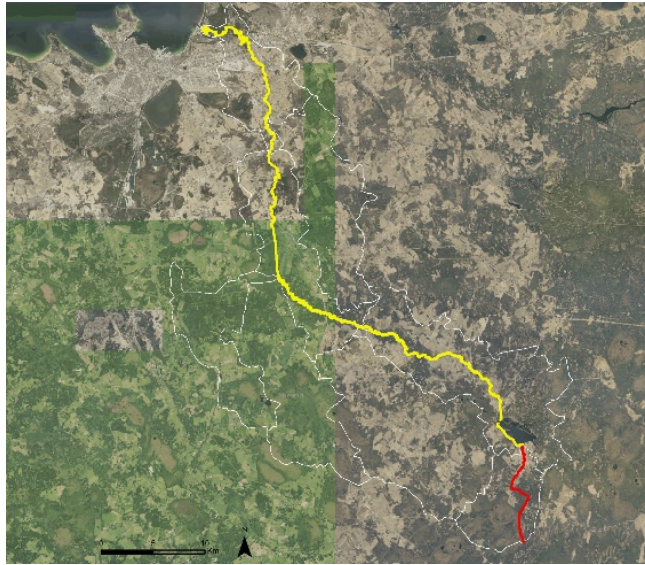


Peipsi Koostöö Keskus



EEA projekti 10-4.5.3/13/9630

Mere ja siseveekogude ökosüsteemi teenuste määramise ja kaardistamise metodoloogia väljatöötamine

ARUANNE

6. peatükk

Mere ja siseveekogude
ökosüsteemiteenuste kaardistamine

Koostajad

Siiri Römer
Miguel Villoslada
Janar Raet
Kalev Sepp

Tartu 2016

Projekti rahastajad:

Euroopa Majanduspiirkonna Finantsmehhanismi 2009–2014 programmi „Integreeritud sise- ja mereveekogude majandamine"



KESKKONNAMINISTEERIUM

Eesti Keskkonnaministeerium



KESKKONNAINVESTEERINGUTE
KESKUS

SA Keskkonnainvesteeringute Keskus

Projekti juhtpartner:



Aija Kosk, Eleri Seer, Margit Säre

Projekti partnerid:



Aimar Rakko, Ingmar Ott, Janar Raet, Kai Piirsoo, Kalev Sepp, Mart Külvik, Miguel Villoslada Pecina, Siiri Römer, Sirje Vilbaste



TALLINNA ÜLIKOOL

Elve Lode, Hannes Tõnisson, Jaanus Terasmaa, Liisa Puusepp



Helen Orav-Kotta, Jonne Kotta, Madli Kopti, Mihhail Fetissov, Robert Aps, Ilmar Kotta



KESKKONNAAGENTUUR

Anne Aan, Kadri Pääsukene, Katrin Väljataga, Kirke Narusk, Kristi Altoja, Lauri Klein



Evelin Urbel-Piirsalu, Sulev Nõmmann, Tea Nõmmann, Külli Freimann



Jiska van Dijk, Odd Terje Sandlund

Esikaane kaarti autor:

Miquel Villoslada

Teksti toimetaja:

Aija Kosk

Sisukord

6.1. Ökosüsteemiteenuste kaardistamine. Kirjanduse ülevaade	1
6.1.1. Ökosüsteemiteenuste hindamine ja kaardistamine	1
6.1.1.1. Andmestiku valimine ja kaardistatava ala määratlemine.....	3
6.1.1.2. Kaardistamise meetodikad	4
6.2. Kaardistamise meetodikate rakendamine pilootalade	8
6.2.1. Ökosüsteemiteenuste kaardistamise üldised põhimõtted.....	8
6.2.1.1. Pilootalad	8
6.2.1.2. Kaardistamise skaala, ühikud ja ajaline määratlus	8
6.2.1.3. Ökosüsteemiteenuste ja indikaatorite valimine.....	9
6.2.2. Kaardistamismetoodikate üldised põhimõtted.....	10
6.2.2.1. Pakkumise kaardistamine	11
6.2.2.2. Nõudluse kaardistamine.....	15
6.3. Kaardistamise meetodikate testimine. Tulemused ja soovitused.....	17
6.3.1. Ekspert hinnangu põhine kaardistamine	17
6.3.2. Biofüüsiline kaardistamine	20
6.3.2.1. Meetodika 1	20
6.3.2.2. Meetodika 2	23
6.3.3. Rahalise väärtuse kaardistamine.....	24
6.3.4. Nõudluse kaardistamine – PPGIS	26
6.3.5. Testimise kokkuvõte.....	27
Kasutatud kirjandus.....	29

Lisad

Lisa 6.1. Ekspert hinnangu põhine kaardistamine

Lisa 6.2. Biofüüsiline kaardistamine

Lisa 6.3. Rahalise väärtuse kaardistamine

6.1. Ökosüsteemiteenuste kaardistamine. Kirjanduse ülevaade

6.1.1. Ökosüsteemiteenuste hindamine ja kaardistamine

Ökosüsteemiteenuste (ÖST) hindamine tähendab ökosüsteemi (ÖS) poolt pakutavate väärtuste hindamist. ÖST puhul saab hinnata ning kaardistada ökoloogilisi (biofüüsilisi), sotsiaal-kultuurilisi ja rahalisi väärtusi (vt tabel 9.1).

Ökoloogiliste väärtuste puhul on hinnatavaks objektiks ökosüsteemi funktsioonide protsessid ja komponendid ehk ÖS võime pakkuda teenuseid (*Supply of ES*). Seda on võimalik hinnata ja kaardistada kasutades nii kvantitatiivseid kui ka eksperthinnangul põhinevaid meetodeid. Biofüüsiline hindamine põhineb indikaatoritel, mille puhul on võimalik vaadelda kvantitatiivseid biofüüsilisi väärtusi, nt seire andmeid, ruumandmeid jne. Biofüüsilist kaardistamist loetakse üheks usaldamisväärsemaks ÖST hindamise ja kaardistamise meetodiks, kuna tulemus on teaduslikus mõttes üks täpsematest (European Commission 2013). Juhul, kui kvantitatiivsed andmed pole saadaval, on võimalik ökoloogiliste väärtuste puhul lähtuda ka nt eksperthinnangust, kus ÖST pakkumist hindavad antud ala eksperdid. Biofüüsiliste andmete sidumine teiste andmetega (nt eksperthinnanguga) võimaldab kaardistada ÖST nõudlust, pakkumist ja rahalist väärtust (Burkhard et al. 2012). Võrreldes teiste meetodikatega on biofüüsiliste andmetelkaardistamine ajamahukam ning kallim.

Sotsiaal-kultuuriliste ökosüsteemiteenuste puhul hinnatakse ökosüsteemi võimet pakkuda (*Demand of ES*) ökosüsteemi hüvesid kindlal ajaperioodil. Antud juhul tähistab sõna „võime“ tegelikult kasutatavaid teenuseid (Burkhard et al. 2012). Sotsiaal-kultuuriliste väärtuste hindamisel ja kaardistamisel lähtutakse sihtrühma arvamusest konkreetse ala ÖST pakkumise kohta. Hindamiseks kasutatakse sotsiaalteaduslikke meetodeid, näiteks küsitlusuuringud, intervjuud, fookusgrupi arutelud ja huvirühmade kaasamine.

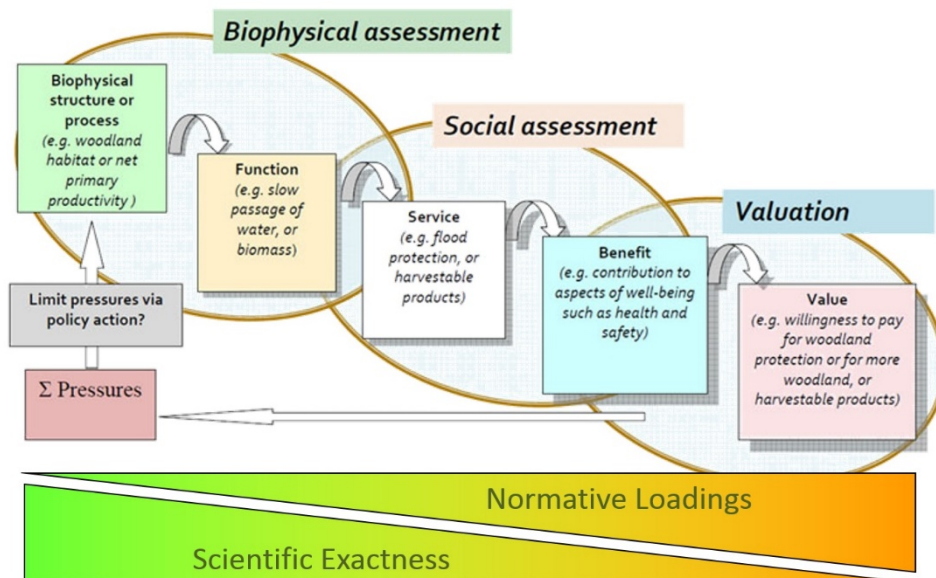
Rahaliste väärtuste hindamine baseerub majandusliku väärtuse hindamise tulemuste kaardistamisel. Ökosüsteemiteenustele on võimalik leida majanduslik väärtus, mis leitakse kas tulenevalt konkreetsetest turuhindadest või maksevalmiduse uuringust.

Tabel 6.1. Ökosüsteemiteenuste ökoloogiliste, sotsiaal-kultuuriliste ja rahaliste väärtuste karakteristikud (Jäppinen ja Heliölä 2015).

Ökoloogilised väärtused (ÖST pakkumine)	Sotsiaal-kultuurilised väärtused (ÖST nõudlus)	Rahalised väärtused
1 Ökosüsteemi tähtsus <ul style="list-style-type: none">▪ Elu jätkusuutlikuse tagamine▪ Füsioloogilised vajadused (toit, puhas vesi, puhas õhk, vee regulatsioon jne)▪ Teised eluks vajalikud ÖS 2 Ökosüsteemi funktsioonid, protsessid, komponendid	1 Mittemateriaalsed, eksperimentaalsed väärtused <ul style="list-style-type: none">▪ Inimeste tajud (spirituaalsed, kognitiivsed, rekreatsioonilised, esteetilised kogemused)	1 Kasutusväärtus <ul style="list-style-type: none">▪ Otsene kasutus (tarbitavad ÖST, kultuurilised ÖST)▪ Kaudne kasutus (reguleerivad ÖST)

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ökosüsteemi parameetrid (kompleksus, mitmekesisus, haruldus, stabiilsus) ▪ Teenuse pakkumise terviklikkus (kogukonnad, populatsioonid, abiootilised komponendid, elupaiga tüübid) <p>3 Olemasolu väärtus</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ökosüsteemi taastuvus ▪ Põhiliste ökosüsteemide säilitamine ▪ Olemasolevate varude kaitse ▪ Miinimum standardite seadmine <p>4 Biofüüsilised meetmed väärtustena</p>	<p>2 Materiaalsed, moraalsed, spirituaalsed, esteetilised, terapeutilised väärtused</p> <p>3 Emotsionaalsed, sümboolsed väärtused</p> <p>4 Kunstilised, hariduslikud, teaduslikud väärtused</p> <p>5 Koha väärtus</p> <p>6 Pärandväärtus</p> <p>7 Kogukondlik väärtus</p> <p>8 Sotsiaalne ühtekuuluvus</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Võimalik väärtus (võimalik ÕS otsene ja kaudne kasutus tulevikus) <p>2 Mittekasutus väärtus</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Olemasolu väärtus ▪ Altruistlik väärtus ▪ Põlvkondadele pärandatav väärtus
---	---	---

Tabelist 6.1. selgub, et ÖST varustavate ja reguleerivate teenuste puhul on soovitatav hinnata biofüüsilisi parameetreid, kultuuriliste teenuste puhul aga pigem väärtushinnanguid (Kalvane *et al.* 2014). Sobiva meetodika valimine sõltub mitmetest asjaoludest: hinnatavast ökosüsteemiteenusest, algandmete olemasolust, aja ning rahaliste ressursside olemasolust, tellija soovidest jne. Peab arvestama, et meetodikad on üksteist täiendavad ning kaassõltuvad (Haines-Young ja Potschin 2010) ning nende teaduslik täpsus on erinev (vt joonis 6.1.).



Joonis 6.1. Ökosüsteemiteenuste hindamise kaskaad-mudel (Haines-Young ja Potschin 2010)

Ökosüsteemid pakuvad erinevaid teenuseid, mille hindamine ja kaardistamine on vajalik võtmetegurite (nt maa/mere kasutus), erinevate mõjurite (nt õhu saastatus, kliima muutused) ja nende vaheliste seoste mõistmiseks ning määratlemiseks ajas ja ruumis (Maes *et al.*, 2014). ÖST kaardistamine eeldab paindlikku lähenemist, kuna nende hindamine sõltub vajalike algandmete

olemasolust, andmestike ja nende ühikute omavahelisest ebakõlast, mistõttu tuleb hoolikalt arvestada, milliseid andmeid ning millistes ühikutes on võimalik omavahel üldse võrrelda ning kasutada. Niisugustest probleemidest ülesaamiseks on kaardistamise juures oluline ühendada vähem keerulised meetodid (nt eksperthinnangu- või maakatte põhised lähenemised) keerulisematega (nt indikaatorite põhised lähenemised).

Ökosüsteemiteenuste kaardistamise dokumentatsioon peaks sisaldama järgnevat (Kalvane *et al*, 2014):

- Kaardistatud ÖS
- ÖS tüüp lähtuvalt ökosüsteemi funktsioonist, potentsiaalset, voost, nõudlusest
- Pakutava teenuse määratlemine
- ÖS indikaatorid ja nende määratlemise ühikud (sh hulk, ala suurus, aeg)
- Kasutatud algmaterjalid (nt mudelid, mõõtmised, statistika, ekspert allikad)
- Kasutatud meetodika
- Ruumiandmed (skaala, ulatus, resolutsioon)
- Kaardistamise periood, aeg
- Uuringu eesmärk

6.1.1.1. Andmestiku valimine ja kaardistatava ala määratlemine

Üheks lihtsaimaks viisiks vajaliku informatsiooni saamisel on maakatte/maakasutus kaartide kasutamine (Burkhard *et al*, 2009; Kienast *et al*, 2009; Kalvane *et al*, 2014). Alusandmeid on võimalik saada ka topograafilistelt kaartidelt, kaugseire andmetest ja erinevatest uuringutest. Võimalik on kasutada CORINE maakatte andmestikku, mis on vabalt kättesaadav ja kujutab endast maakatte klasside (44 klassi) jaotust. CORINE andmed katavad 27 Euroopa riiki (sh Eesti) ning nende põhjal koostatud analüüse on lihtsam võrrelda, kuid probleemiks on suur üldistusaste.

Mitmekülgsemaks ÖST hindamiseks on vaja siduda kaardiandmestik teiste andmetega (nt inimtegevus, hüdroloogia, mullad, kliima jne) (Kalvane *et al*, 2014). Inimtegevus mõjutab näiteks maakasutust, reostust, liikide kadumist konkreetses piirkonnas. Inimtegevuse mõjusid on võimalik määratleda kasutades kvantitatiivseid ja kvalitatiivseid andmeid, kombineerides neid maakatte ja maakasutuse kaugseire andmetega (Burkhard *et al*, 2009; Burkhard *et al*, 2012).

Indikaatorite kaardistamisel on võimalik hinnata nii ÖST potentsiaali kui ka voogu eeldusel, et osad indikaatorid viitavad teenuse seisukorrale (kui „palju“ on teenust olemas) ning teised selle tootlikkusele (kui palju on võimalik kasutada jätkusuutlikult). Andmete valikul tuleb leida indikaatorid, mis toetaksid konkreetseid uurimisülesandeid ja eesmärke. Sobivate indikaatorite valimise protsess peab olema paindlik, indikaatorid peavad olema kõikehaaravad ja üheselt arusaadavad kõikidele lõppkasutajatele (van Oudenhoven *et al*, 2012; Burkhard *et al*, 2014). Samas, ÖST hindamiseks sobivaid indikaatoreid võib olla palju, kuid kaardistamiseks vajalikke alusandmeid võib olla kesiselt, mistõttu võib kaardistamiseks sobilike indikaatorite leidmine kujuneda keerulisemaks protsessiks, kui algselt võiks arvata.

Ökosüsteemiteenuste kaardistamisel on oluline määratleda, millisel ajalises ja ruumilises skaalas seda tehakse. Kaardistamine on võimalik nii kohalikul, riiklikul, kontinentaalsel ja globaalsel tasandil (Burkhard *et al*, 2014). Riiklikul tasandil kaardistamisel lähtutakse väiksemõõtkavalistest ja üldiselt

suure üldistusega andmetest ning seetõttu võib vajalik algandmete olemasolu või teadmised jääda piiratuks, kuna fookus on pigem eeldustel kui tegelikel täpsetel andmetel (Maes *et al*, 2012; Kalvane *et al*, 2014). Testala kaardistamisel on võimalik lähtuda detailsematest andmetest ning lähtuda nt kohalikust ekspertarvamusest ja kogukonna väärtustest.

Ajaline skaala võib olla (Kalvane *et al*, 2014):

- Lühiajaline skaala – sündmus
- Hooajaline skaala – saagikoristus, turismi hooaeg
- Iga-aastane skaala – aasta keskmised väärtused
- Keskmine skaala – dekaadid
- Pikaajaline skaala – põlvkonnad, sajandid

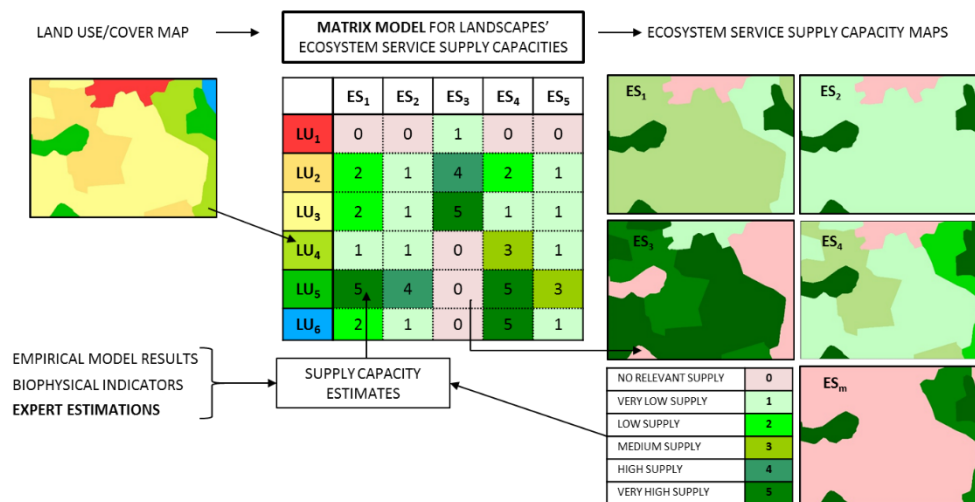
6.1.1.2. Kaardistamise meetodikad

Ekspert hinnangul põhinev kaardistamine

Ekspert hinnangul põhinevat meetodit peetakse kiireimaks viisiks vajaliku informatsiooni saamiseks. Lähtutakse konkreetsete inimeste teadmistest ja kogemustest kindla piirkonna kohta. Ekspert hinnang on lahendus kui soovitakse kindlat andmestiku kaardistada (Jacobs *et al*, 2015; Burkhard *et al*, 2009). Ekspert hinnangu kaardistamise aluseks on maatriks mudel.

Maatriks mudel on lihtne, üheselt arusaadav ja sellega on võimalik kombineerida nii ekspert hinnanguid, kui ka erinevaid mudeleid ja statistilisi (möödetavaid) andmeid (Jacobs *et al*, 2015). Maatriksi puhul hindavad eksperdid eelnevalt kokkulepitud skaalal (enamasti vahemikus 0-5) mingi piirkonna võimet pakkuda ÖSTe. Saadud tulemuste põhjal saab luua kaarte (vt joonis 6.2). See meetod sobib rakendamiseks pigem riiklikul või kohalikul tasandil, kuna suuremal skaalal ei pruugi eristuda kohalikud ÖSTe heterogeensused erinevate maakatteklasside puhul (Stoll *et al*, 2015).

Maatriks mudelil on nii positiivseid kui ka negatiivseid külgi. Selle rakendamine on lihtne ja loogiline, kuid selle lihtsusega kaasneb oht olla liiga lihtne, ilma teadusliku põhjendatuseta. Nimetatud riski maandamiseks on pakutud mudeli usaldusväärsuse, ekspertide sobivuse ja teadusliku kvaliteedi kontrollimist (Jacobs *et al*, 2015).

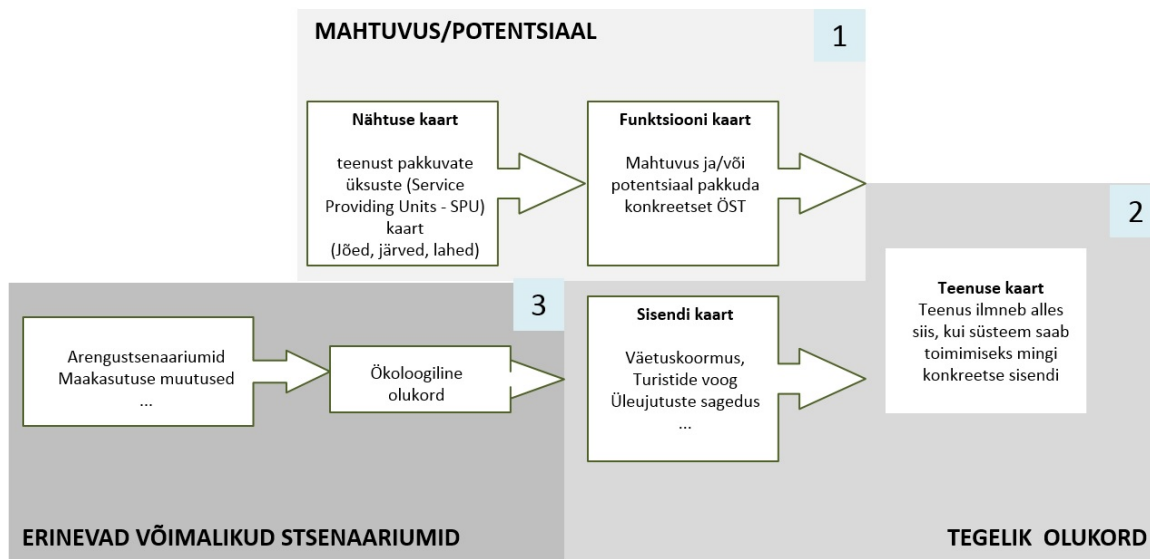


Joonis 6.2. Ekspert hinnangul põhineva maatriksi mudeli näidis (Jacobs *et al*, 2015)

Biofüüsiline kaardistamine

Ökosüsteemi biofüüsiliste väärtuste kaardistamise aluseks on selle määramine, mõõtmine ja hindamine eesmärgiga saada aru, kuidas ÖS toimib, milliseid liike selles leidub ja milliseid teenuseid see pakub (Sagoff, 2011). Kasutatavad indikaatorid ja nende määramise ühikud viitavad protsessi hulkadele (nt erosiooni regulatsioon) või koguväärtustele (nt kogu vee hulk) (Kalvane *et al*, 2014). Sobivate indikaatorite ja neid määratlevate sobivate algandmete leidmine on selle meetodi oluliseks algetapiks. ÖST pakkumine on seotud niinimetatud teenuse pakkumise üksustega, mis võib olla näiteks ökosüsteemis leiduvate organismide kogum (Vandewalle *et al*, 2009) või abiootilised ökosüsteemi komponendid (Syrbe ja Walz 2012).

Ökosüsteemiteenuste biofüüsilise hindamise puhul on võimalik lähtuda ÖST kaskaadi kontseptsioonist (de Groot *et al*, 2010; Haines-Young ja Potschin 2010; TEEB 2010; Maes *et al*, 2012). See lähenemine on paindlik ning võimaldab kasutajal valida, millisel detailsuse astmel töötada (vt joonis 6.3). Valik sõltub uuringu eesmärgist ning andmete ja ajalise ressursi olemasolust. Esimeses etapis luuakse kaart, mis väljendab ökosüsteemi mahtuvust/potentsiaali teenuseid pakkuda. Tegelik teenuse pakkumine väljendub juhul, kui sellele on kindel sisend. Selliste sisendite olemasolu on limiteerivaks asjaoluks tegeliku varustusteenuse kaardistamisel. Niisugune lähenemine võimaldab näidata sisendite erinevaid stsenaariume ja hinnata hilisemaid muutusi ÖST pakkumisel.



Joonis 6.3. Kontseptuaalne biofüüsilise hindamise raamistik Maes *et al*, (2012) põhjal.

Sotsiaalteaduslikud uuringud

Sotsiaal-kultuuriliste väärtuste hindamisel on fookuses (kohalike) inimeste nägemus ja vajadused ÖST järele (Sayer ja Campbell 2004; Lynam *et al*, 2007; Cowling *et al*, 2008; Reed 2008). Selle meetodi rakendamisel on esmaseks ülesandeks määratleda õigesti huvirühm/huvirühmad. Eristatakse nelja huvirühma (Demeyer ja Turkelboom 2014):

- Huvirühmad, kes otseselt saavad kasu;
- Huvirühmad, kellele on negatiivne mõju;
- Huvirühmad, kes otseselt mõjutavad ökosüsteemi ja selle teenuseid (nt maaomanikud, maavara haldajad);
- Huvirühmad, kes kaudselt mõjutavad ökosüsteemi ja selle teenuseid (omavalitsused, jt organisatsioonid).

Huvirühmadega viiakse läbi küsitlused, intervjuud, kaardistamine või muu sarnane aramusvahetus. Kaardistamiseks kasutatakse näiteks PPGISi (*Public Participation GIS*) erinevaid versioone (Jäppinen ja Heliölä 2015), mis kujutavad endast interaktiivset küsitlusplatvormi andmete kogumiseks, analüüsimiseks ning kaardistamiseks. Analooesed platvormid on veel SolVES (*Social Values for Ecosystem Services*) mudel, Maptionnaire jne. Sobiva lahenduse valimine sõltub uuringu eesmärgist ning suures osas ka rahalistest võimalustest, kuna üldjuhul võib platvormide kasutuse litsents olla küllaltki kulukas.

Nende meetodite probleemiks on kvalitatiivsete andmete (näiteks küsitlustulemuste) üleviimine konkreetseteks mõõdetavateks väärtusteks. Seetõttu tuleb lähtuvalt püstitatud eesmärgist olla võimalikult täpne juba uuringu planeerimisel, et vältida hilisemaid vigu.

Rahalise väärtuse kaardistamine

Rahalise väärtuse hindamisel on võimalik kvalitatiivseid ja kvantitatiivseid andmed ümber arvestada rahalisteks väärtusteks ja kaardistatakse seda, kuidas need väärtused geograafilises mõttes

varieeruvad. Rahalise väärtuse kaardistamiseks on välja töötatud mitmeid kaardistamise vahendeid, näiteks: InVest tööriist, ARIES (*Artificial Intelligence for Ecosystem Services*) modellerimise platvorm, TESSA (*Toolkit for Ecosystem Site-based Assessment*). Sõltuvalt kogemustest, valitud rahalise väärtuse hindamise meetodist ning uuringu eesmärkidest on rahalise väärtuse hindamise ja nende tulemuste kaardistamise võimalused üpriski mitmekesised. Sobivate lahenduste valik sõltub uuringu eesmärkidest ning eeldatavatest tulemustest.

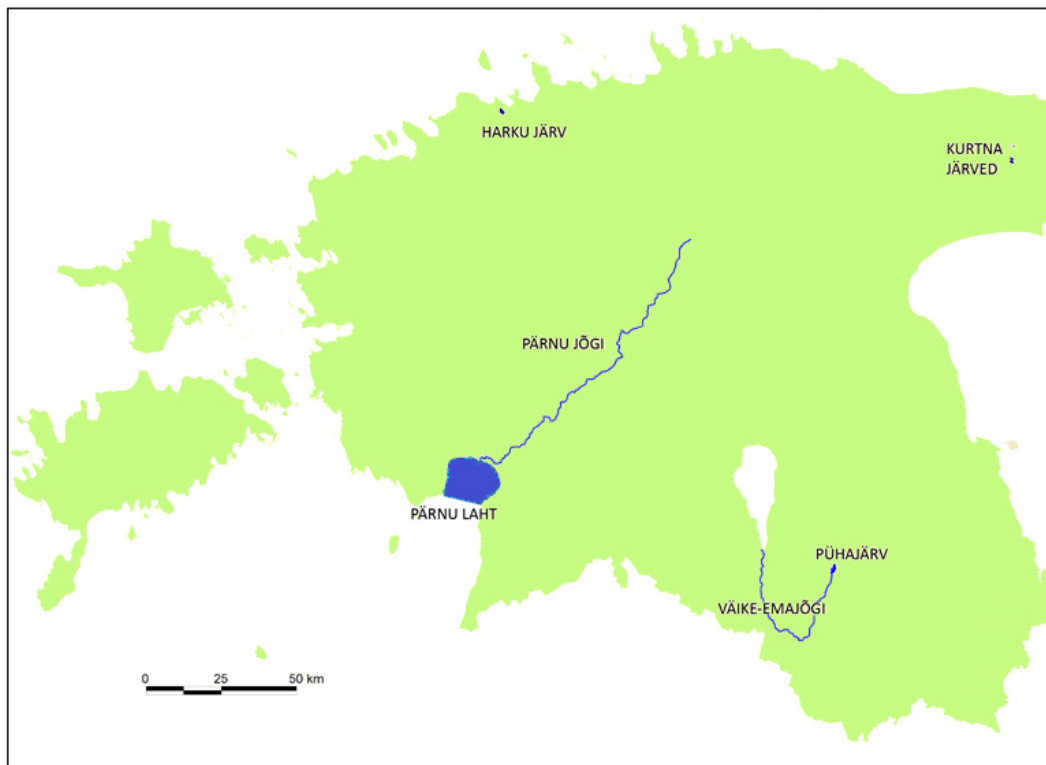
6.2. Kaardistamise meetodikate rakendamine pilootalade

6.2.1. Ökosüsteemiteenuste kaardistamise üldised põhimõtted

6.2.1.1. Pilootalad

Käesoleva uuringu raames katsetatakse ÖST kaardistamise meetodikaid jõgede, järvede ja rannikumere OS puhul. Pilootalad on järgmised (vt joonis 6.4):

Jõed	Pärnu jõgi, Väike-Emajõgi, Pirita jõgi
Järved	Kurtna järved (Kuradijärv, Valgejärv, Konsu järv), Harku järv, Pühajärv
Rannikumeri	Pärnu laht

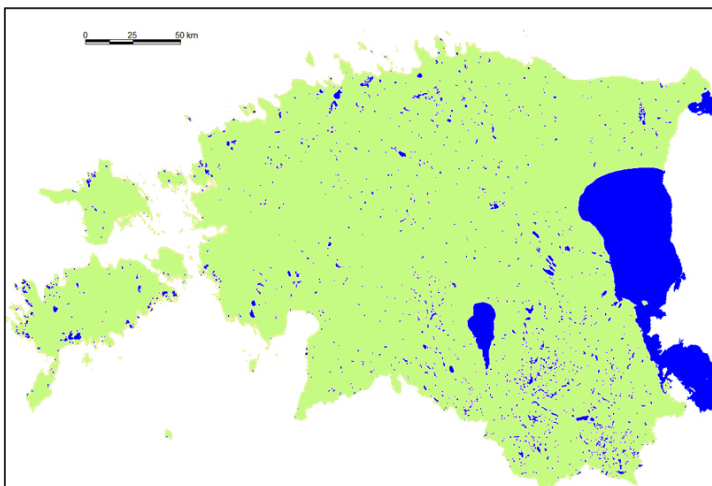


Joonis 9.4. Pilootalade asukohad

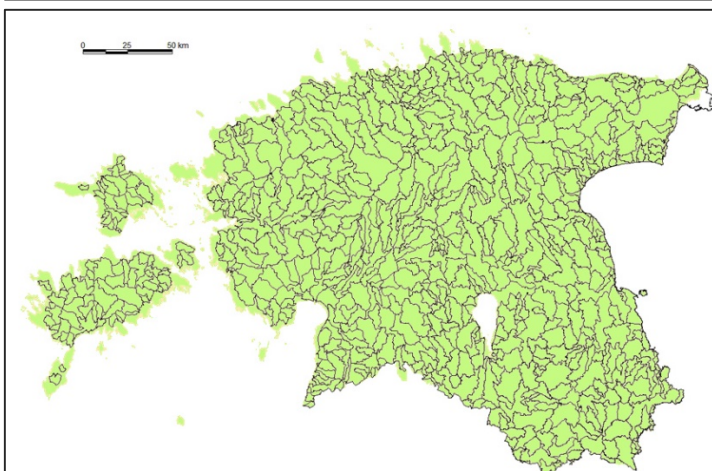
6.2.1.2. Kaardistamise skaala, ühikud ja ajaline määratlus

Käesoleva uuringu raames koostatakse kaardid regionaalse tasandi. Ajaline skaala arvestab aasta keskmisi väärtusi. Kaardistamise üksuseks (*SPU*) on veekogum. Järvede puhul on ÖST kaardistamise üksus pindala ja/või valgala (vt joonis 6.5.), jõgede puhul on selleks valgala, jõesäng või alamvalgala (vt joonis 6.6.) ja rannikumere puhul (puhvriga) rannajoon või rannikumere pind (vt joonis 6.7.) vastavalt veepoliitika raamdirektiivile (VRD).

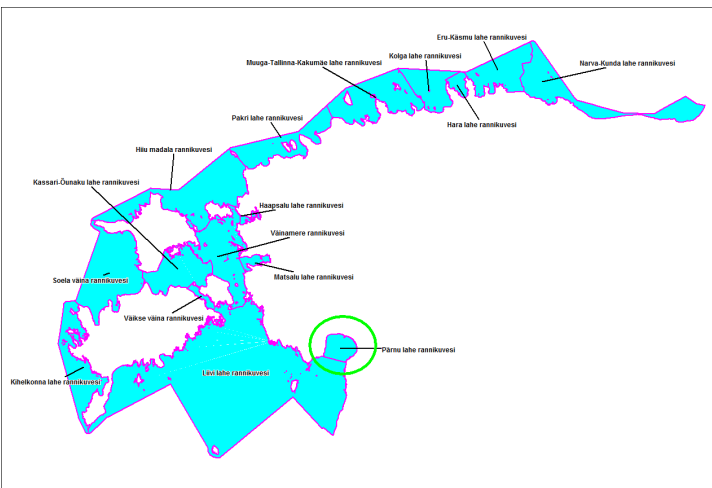
Joonis 6.5. Ülevaade Eesti järvede veekogumitest



Joonis 6.6. Ülevaade Eesti jõgede veekogumitest

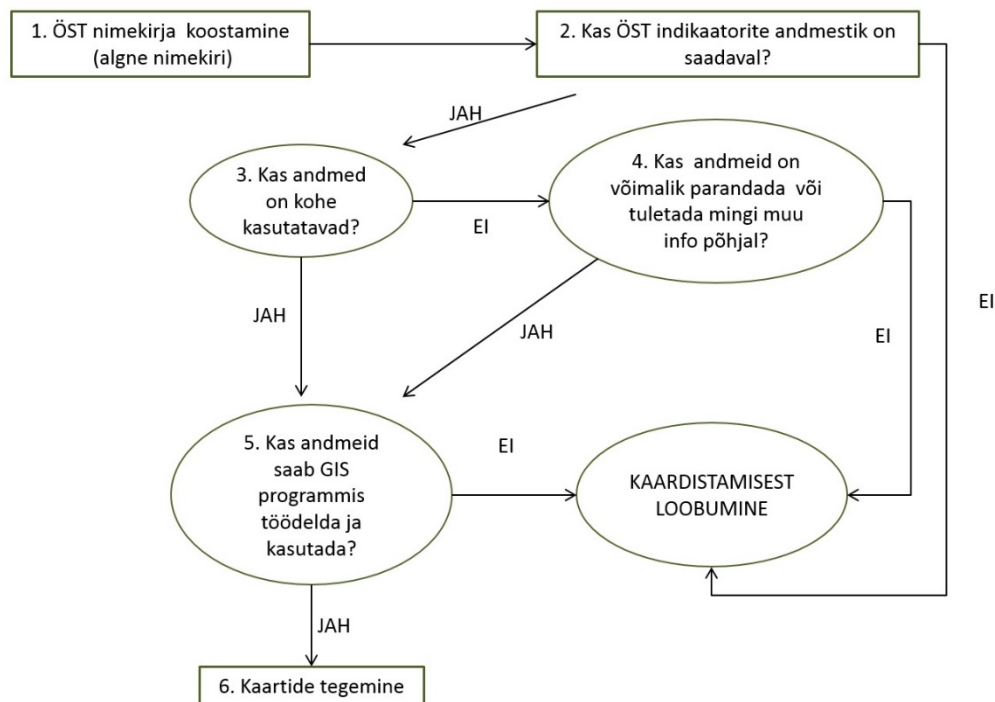


Joonis 6.7. Ülevaade Eesti rannikumere veekogumitest



6.2.1.3. Ökosüsteemiteenuste ja indikaatorite valimine

Ökosüsteemiteenuste hindamise üheks peamiseks probleemiks on sobivate ja vajalike andmete puudumine. Kaardistamiseks sobiva ÖST ja seda iseloomustavate indikaatorite valimisel kasutatakse joonisel 6.8. esitatud protsessi, mis on kohandatud Medcalf *et al*, (2012) järgi.



Joonis 6.8. Ökosüsteemiteenuste ja indikaatorite valikukriteeriumid

Esimeses etapis valitakse ekspertide arvamusele tuginedes esialgne ÖST nimekiri ja hinnatakse vajalike andmete olemasolu. Üldjuhul, kui ruumilised andmed on olemas, on need erinevates skaalades, formaadis, täpsusastmes, resolutsioonis. Harva on kõik vajalikud kihid ja andmed juba eelnevalt ühel GIS kaardikihil. Mõningatel juhtudel on võimalik andmeid tuletada või parandada mingi muu info põhjal. Teistel juhtudel on vaja kombineerida erinevaid andmekihte. Iga kaardistatava ÖST puhul tuleb arvestada, kaardistamiseks vajalike andmete ühtlustamist. On palju faktoreid, mis määravad, kas valitud andmeid on võimalik GIS programmis kasutada ja töödelda. Nendeks on näiteks andmete geograafiline katvus, andmete ajaline kattuvus jne.

Ökosüsteemiteenuste kaardistamiseks vajalike indikaatorite valimisel lähtutakse lisaks eelkirjeldatule:

- Ökosüsteemiteenuse hindamiseks koostatud indikaatorite nimekirjast;
- Ökosüsteemiteenuse asukohast/eripäradest;
- Andmete olemasolust ja kättesaadavusest;
- Andmete mõõdetavusest ja ühildatavusest (sh mõõtühikud);
- Andmete uudsusest/uuenevusest;
- Andmete seotusest strateegiliste dokumentidega;
- Andmete kattuvusest erinevatel aladel.

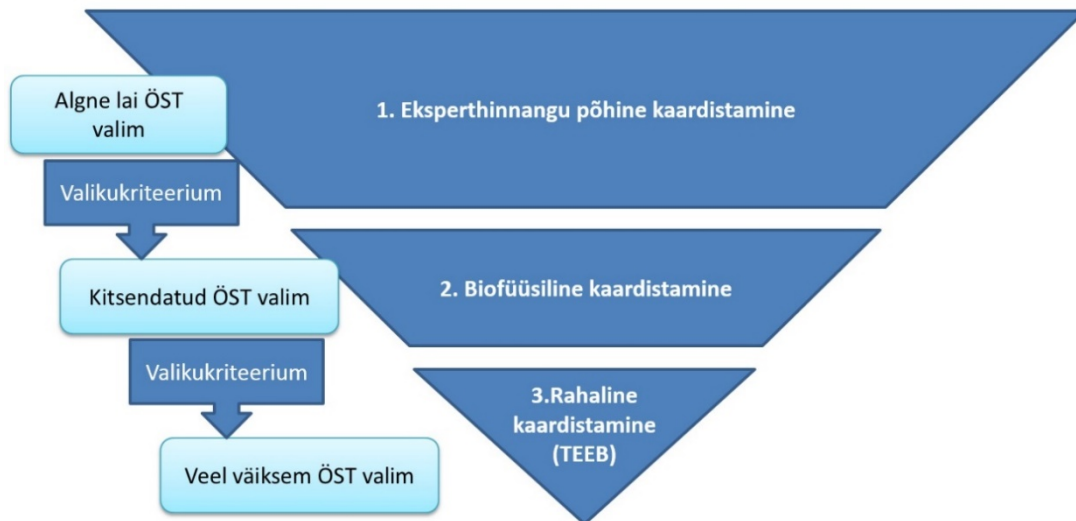
6.2.2. Kaardistamismetoodikate üldised põhimõtted

Käesolevas uuringus hinnatakse ja kaardistatakse ökosüsteemiteenuste pakkumist. Selleks valitakse rahvusvaheliselt tunnustatud ja rakendatud metoodikad, mida kirjanduse ülevaates tutvustati ja vajadusel kohandatakse lähtuvalt uuringu eesmärkidest ning andmete kättesaadavusest. Järgnevalt kirjeldatakse, milliseid metoodikaid ning kuidas neid ÖST kaardistamisel rakendatakse.

6.2.2.1. Pakkumise kaardistamine

Käesoleva uuringu raames lähtutakse pakkumise kaardistamiseks kolmeastmelisest lähenemisest (vt joonis 6.9.):

- Ekspert hinnangu põhine kaardistamine
- Biofüüsilistel indikaatoritel põhinev kaardistamine
- Rahalise väärtuse kaardistamine (TEEB)



Joonis 6.9. Rakendatava meetoodika skeem.

Ekspert hinnangu põhine kaardistamine

Ekspert hinnangul põhineva kaardistamise etapi eesmärk on koguda informatsiooni ÖST hindamiseks ja kaardistamiseks ekspertidelt. Tulemiks on üldine ülevaade ÖST pakkumisest erinevates piirkondades, mis on järgmises etapis rakendatav ÖST biofüüsiliste väärtuste hindamisel. Nii saadakse informatsioon ÖST suhtelise tähtsuse või ÖST haldamise alternatiivide kohta. Ekspert hinnangu kasutamine põhineb ÖST maatriksi põhimõttel (vt joonis 6.2.). Maatriksi puhul hinnatakse konkreetse OS võimet mingit teenust pakkuda skaalas 0-4, kus:

- | | |
|---|----------------------------|
| 0 | pakkumine puudub |
| 1 | pakub ebaolulisel määral |
| 2 | pakub mõõdukalt |
| 3 | pakub olulisel määral |
| 4 | pakub väga olulisel määral |

Ekspert hinnangu kaardistamisel kasutatakse kuue-astmelisest lähenemisest (vt joonis 6.10.).

ASTE	KIRJELDUS
1. ÖST VALIMINE	<ul style="list-style-type: none"> ÖST määratlemine Indikaatorite määratlemine
2. MAATRIKSI KOOSTAMINE	<ul style="list-style-type: none"> Skaala määramine Hinnatavate pakkumise üksuste ja ÖST määratlemine
3. ALUSKAARTIDE VALIMINE	<ul style="list-style-type: none"> Aluskaardi määratlemine
4. EKSPERTIDE VALIMINE	<ul style="list-style-type: none"> Eksperti valimise kriteeriumite määramine Sobivate ekspertide valimine
5. HINDAMINE	<ul style="list-style-type: none"> Matriksi täitmine Usaldusvärsuse kontrollimine
6. GIS ANDMETÖÖTLUS	<ul style="list-style-type: none"> Kaardistuse loomine

Joonis 9.10. Ekspert hinnangu kuue astmeline lähenemine.

Ökosüsteemiteenuste nimekirja koostamise juures on soovituslik, et iga ÖST sisaldab selget defineerimist ja indikaatoreid. Sobivate indikaatorite valimisel lähtutakse peatükis 6.2.1.3 „Ökosüsteemiteenused ja indikaatorite valimine“.

Maatriks koostatakse kahe-teljeline. Horisontaalsel teljel on ÖST ning vertikaalsel teljel üksused (nt järv, jõgi). Hindamiskaala alusel hinnatakse iga ökosüsteemi puhul võimalikku teenuse pakkumist. Võimalik hindamise lahendus järvede puhul on näiteks joonisel 6.11.

	Reguleerivad teenused				Varustusteened				Kultuuriteened
	Kliima reguleerimine	Vee kvaliteedi reguleerimine	Elupaik järglaste saamiseks		Biomass energia tootmiseks	Pinnavesi tarbeveena	Kalaproduktioon		Rekreatsioon
Järv x	1	4	2		3	1	4		2
Järv y	3	4	1		0	4	4		3
Järv z	3	0	1		3	2	1		3

Joonis 6.11. Maatriksi näidis järvede ÖST hindamiseks.

Aluskaartide valmistamisel tuleb arvestada, et üldjuhul saab kasutada maakasutuse/maakatte kaarte, aga võib kasutada ka aerofotosid, mis annavad parema ülevaate käsitletavast alast.

Ekspertide valimisel ÖST hindamise intervjuu jaoks lähtutakse ekspertide teadmistest antud uuritavast alast, avatus ÖST maatriksi kasutamiseks ja teadlikkusest ÖST teemavaldkonnast. Hindamisel annavad eksperdid oma hinnangu ÖST pakkumisele tulenevalt oma teadmistest. Riskide maandamiseks tuleb

mudeli usaldusväärsust kontrollida, hinnates ekspertide sobivust ja teaduslikku kvaliteeti. Oluline on vahet teha potentsiaalsel ja tegelikul ÖST pakkumisel ehk vool (*flow*).

GIS andmetöötuse ja kaartide loomise käigus viiakse tulemused üle GIS andmestikku ning luuakse teenuse pakkumise üksusele põhinevad kaardid. Ekspert hinnangu korraldajal/läbiviijal on selle õnnestumiseks täita oluline roll. Ta peab ekspertidele selgelt põhjendama ja välja tooma ÖST hindamise eesmärgi, ÖST kontseptsiooni, kirjeldama valitud ÖST ja lähenemisi, mille alusel neid hinnatakse ja püüdma tagada, et eksperdid saaksid ÖST olemusest ühtmoodi aru ning käsitleksid teenuse pakkumise samadel alustel ja piirides.

Ekspert hinnangu kaardistamise lisaväärtuseks on võimalus teha kaardikihtide süntees, kus koondatakse kõik ÖST kaardid ühele kihile. Antud uuringus kasutatakse ÖSTI indeksit ja selle võimalusi ekspert hinnangu tulemuste koondamiseks. Täpsemat informatsiooni selle kohta on aruande peatükis 1. „Ökosüsteemiteenuste tüpoloogia ja ökosüsteemiteenuste indeks“.

Ekspert hinnangul põhinevat ÖST kaardistamist rakendatakse Väike-Emajõe, Pirita jõe ja Pärnu jõe puhul. Kaardistatakse veekogumite kaupa varustavad teenused, kultuurilised teenused ja reguleerivad ja säilitavad teenused.

Biofüüsiline kaardistamine

Biofüüsilise kaardistamise puhul hinnatakse ja kaardistatakse ÖST pakkumist tuginedes mõõdetavatele indikaatoritele. Käesolevas uuringus lähtutakse ÖST biofüüsilise hindamisel ja kaardistamisel kuuest astmest vastavalt joonisele 6.12.

ASTE	KIRJELDUS
1. INDIKAATORITE VALIMINE	<ul style="list-style-type: none"> Sobivate indikaatorite määratlemine
2. ANDMETE KOGUMINE	<ul style="list-style-type: none"> Alusandmestik ÖST määratlemise andmed
3. ANDMEBAASI LOOMINE	<ul style="list-style-type: none"> Andmebaasi loomine Andmete uuendamine Andmete sobivuse hindamine
4. KAARDISTAMISE ÜHIKUTE MÄÄRATLEMINE	<ul style="list-style-type: none"> Joon (jõgi, jõe kaldad, lisaharud) Puhvriga joon (üleujutuslad) Polügon (laht, järv, valgala)
5. GIS ANDMETÖÖTLUS	<ul style="list-style-type: none"> Koordinaatsüsteemide ühildamine GIS kalkulatsioonid
6. EKSPERTIDE POOLNE KINNITAMINE	<ul style="list-style-type: none"> Võimalike vigade kontrollimine

Joonis 6.12. Ökosüsteemiteenuste biofüüsilise hindamise ja kaardistamise kuus astet

Indikaatorite valimisel lähtutakse põhimõtetest, mida on kirjeldatud peatükis 6.2.1.3. Andmete kogumise etapis valitakse sobiv andmestik, mille kaudu ÖST määratleda/mõõta ja kaardistada. Selleks vaadeldakse alusandmestikku ja indikaatorite andmestikku. Alusandmestikus sisalduvad andmed, mis

piiritlevad vaadeldava ala geograafiliselt. See on aluseks kaardistamise protsessile ja piiritleb teenuse pakkumise üksused. Põhilised aluskihid on: jõgede ja ojade võrgustik; valgalad, järved ja väiksemad veekogud, kaldariba. Indikaatorite andmestikus sisalduvad andmed, mille abil ÖST mõõta. Üldjuhul pärinevad need andmed keskkonnaseirest, aga ka teistest allikatest. Seetõttu võivad need andmed olla esitatud erinevas formaadis, mis nõuab olulisel määral tööd ruumiandmete ühtlustamiseks.

Andmebaas luuakse ning andmete sobivust konkreetse töö jaoks hinnatakse selleks, et tagada loodavate kaartide hea kvaliteet ja usaldusväärsus. Andmebaas võimaldab koguda ja säilitada metaandmeid. Andmebaas peaks sisaldama infot allika, kättesaadavuse ja litsentsi tüübi kohta, andmete kontaktid, kvaliteet (katvus, tüpologia, projektsioonid), täpsusaste, geograafiline varieeruvus, andmete registreerimise aeg, andmete uuendamine (uuendamise sagedus). Andmebaasi kaasajastamine võimaldab hinnata andmete sobivust konkreetse töö jaoks.

Kaardistamise ühikute määratlemine tähendab otsustamist, kas kaardil kujutatakse joont (jõgi, jõe kaldad, lisaharud), puhvriga joont (üleujutusosalad, jõeäärsed metsad) või polügoonid (laht, järv, valgala).

GIS andmetöötlus sisaldab koordinaatsüsteemi ühtlustamine, formaadi muutmist, mitteruumiliste andmete geograafilist viitamist, interpolatsiooni arvutusi (kui andmestik on välja võetud seire andmetest), kattuvuste arvutusi, andmete koondamist kaardistamise üksustele, arvandmete ümberklassifitseerimist. Selleks, et teada, kas iga teenuse pakkumise üksusele on määratud õiged väärtused ja kaardistamise protsessis pole tekkinud vigu, on vajalik, et loodud kaarte ja tulemusi hindaksid ja kinnitaksid eksperdid.

Biofüüsilise kaardistamist rakendatakse pilootaladest [Kurtna järvede](#), [Harku järve](#), [Pühajärve](#), [Väike-Emajõe](#) ja [Pärnu lahe](#) puhul.

Rahalise väärtuse kaardistamine

Käesolevas uuringus lähtutakse ÖST rahalise väärtuse hindamisel ja kaardistamisel kuuest astmest vastavalt joonisele 6.13.

Ökosüsteemiteenuste nimekirja koostamise juures on soovituslik, et iga ÖST sisaldab selget defineerimist ja indikaatoreid. Sobivate indikaatorite valimisel lähtutakse peatükis 9.2.1.3. Vastavalt käsitletavale alale ja ÖSTle valitakse välja sobivad meetodid rahalise väärtuse hindamiseks ning luuakse valim, millel antud meetodit rakendatakse. Vastavalt valitud rahalise väärtuse hindamise meetodile luuakse küsitlus soovitud andmete saamiseks. Vajadusel antud küsitlust eelnevalt testitakse ning seejärel viiakse läbi küsitlus eelnevalt valitud valimile. Küsitluse tulemusi analüüsitakse (sh statistiliselt) ning luuakse ülevaade veekogumite rahalisest väärtusest. Saadud tulemusi teisendatakse, lähtudes küsitluse käigus rakendatud hinnavahemikest tuletatud skaaladest. Eelneva küsitluse tulemuste ja tuletatud skaalade põhjal on võimalik luua rahalise väärtuse kaardid.

ASTE	KIRJELDUS
1. ÖST NIMEKIRJA KOOSTAMINE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ÖST määratlemine ▪ Indikaatorite määratlemine
2. RAHALISE VÄÄRTUSE HINDAMISE METOODIKA VALIMINE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sobiva meetodi valimine (nt tinglik hindamine; valik katse meetod) ▪ Testgrupi määratlemine
3. KÜSITLUSE LÄBIVIIMINE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Küsitluse koostamine/testimine ▪ Küsitluse läbiviimine
4. ANDMETE ANALÜÜS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Küsitluse andmete statistiline analüüs
5. TULEMUSTE TEISENDAMINE SUHTELISELE SKAALALE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Küsitluse tulemuste teisendamine rahalise väärtuse skaalale
6. GIS ANDMETÖÖTLUS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kaardistuse loomine

Joonis 6.13. Ökosüsteemiteenuste rahalise väärtuse hindamise ja kaardistamise kuus astet

Rahalist kaardistamist rakendatakse pilootaladest [Harku järve](#) puhul.

6.2.2.2. Nõudluse kaardistamine

Nõudluse kaardistamiseks on erinevaid võimalusi ning meetodi valik sõltub hinnatavast ÖST. Näiteks PPGIS-i võimalusi on laialdaselt kasutatud kultuuriliste teenuste kaardistamiseks. Vastajalt küsitakse nende hinnangut näiteks heade puhkealade, vaatepaikade, matkaradade jms kohta. Hindajal määrab küsitavad kohad kaardil. Tulemuseks on punktadena tähistatud kaart, mida saab kõrvutada ökosüsteemi pakkumise kaartidega.

ÖST nõudluse hindamisel ja kaardistamisel lähtutakse kuueastmelisest lähenemisest vastavalt joonisele 6.14.

Uuringu koostamise esimeseks etapiks on välja selgitada uuringu ulatus. Selleks analüüsitakse uuringu eesmärki, vastajate geograafilist ulatust (nt omavalitsus, riik, rahvusvaheline tasand), määratakse skaalad (suurus, vanuseline jaotus, haridustase, töökoht, rekreatsioonilised tegevused) ja aeg (nt nädalavahetus, kuu, turismihooaeg, aasta, aastad). PPGIS küsitluse loomisel arvestatakse, et tegemist on väga ajamahukas protsessiga, mis eeldab valdkonna spetsialistide tööd. Kommunikatsioonikampaania koostamise ja läbiviimise käigus määratletakse PPGIS-i kasutamiseks vajalikud kanalid, mille kaudu võimalikke vastajaid uuringusse kaasata. Arvestama peab sihtrühma ning erinevate võimalike meediakanalite kasutamist. Oluline on vastajatele selgitada uuringu eesmärgid ja selle tähtsust. Tuleb arvestada, et laia ulatusliku osaluse saavutamine PPGIS-i uuringute puhul võib olla keerukas (Brown 2012). Andmete kogumise etapis määratakse uuringu kestvus. Kasutades ise loodud küsitlusvormi või vabavariat platvormi ei pruugi sellega kaasneda suuri kulutusi, kuid kasutatakse tasulisi platvorme ja vahendeid võivad uuringuga kaasneda igakuised suuremad kulutused. Vastuste alusel on võimalik koostada sagedusklassid, mille alusel omakorda nõudlusklassid.

ASTE	KIRJELDUS
1. ULATUSE MÄÄRATLEMINE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eesmärk ▪ Vastajate geograafiline asukoht ▪ Ajaline skaala ▪ Valimi suurus ja tunnused
2. PPGIS LOOMINE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uuringu koostamine/kujundamine ▪ Kaardistuse skaala määratlemine ▪ Kodeerimine
3. KOMMUNIKATSIOON/ KAMPAANIA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kampania kestvuse määramine ▪ Meedia väljundi määratlemine: Facebook, Twitter, brošüürid, jne.
4. ANDMETE KOGUMINE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PPGIS kestvuse määratlemine
5. KAARDISTATUD PPGIS ANDMETE ANALÜÜS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ R indeks ▪ K funktsioonid ▪ Tulipunktide analüüs ▪ Maastikumeetrika
6. HINDAMINE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kaardistatud info kinnitamine ▪ Valimi representatiivsuse hindamine

Joonis 6.14. Ökosüsteemiteenuste nõudluse hindamise ja kaardistamise kuus astet.

Kaardistatud andmete analüüs võimaldab näiteks arvutada:

- R indeksi: Näitab, kas punkti jaotus erineb täielikult ruumilisest juhuslikust jaotusest arvestades klasterdumise hulka, ühetaolisust või alal hajumist (Clark ja Evans 1954).
- K funktsioonid: Näitab, kas punkti jaotus erineb ruumilisest juhuslikust jaotusest, arvestades uuritava ala punktide tihedust (Ripley 1976).
- Kernel tiheduse hindamine: Loob polügonina ala tulipunktid või tiheduse pinnad, määratledes kindlaks piksli suuruse ja uuringu raadiuse (Silverman 1986). Seda meetodit kasutatakse PPGIS analüüside puhul tihti, et luua teatud suurusega lahtrite võrgustik.
- Maastiku meetrika: PPGIS andmed, kaasaarvatud ka ÖST kaardistamisel, on võimalik analüüsida sobiva maastiku meetrika abil, mida kasutatakse ka maastiku ökoloogias (Brown ja Reed 2012; Fagerholm ja Käyhkö, 2009)

Hindamise etapis on soovituslik esmalt hinnata vastanute valimi sobivust esialgsete uuringu nõudmistega. Ekspertide poolne kaardistuse hindamine võib samuti olla vajalik, et tuvastada ja välistada võimalikud ruumilised vead.

6.3. Kaardistamise metoodikate testimine. Tulemused ja soovitus

6.3.1. Ekperthinnangu põhine kaardistamine

Testalad: **Pirita jõgi, Pärnu jõgi, Väike-Emajõgi**

Kaardistatavad ökosüsteemiteenused:

- Varustavad teenused: kalavaru, pinnaveevaru, vesi kala ja vähikasvatuseks, tööstus- ja põllumajandusvesi;
- Reguleerivad ja säilitavad teenused: elupaikade säilitamine, kaitsealused ja võtmeliigid ning nende säilitamine, vee looduslikkuse tagatus, hüdrodünaamika säilitamine ja kaitse üleujutuste eest;
- Kultuurilised teenused: puhkamiseks sobivad keskkonnatingimused, harrastuslikuks kalapüügiks ja jahinduseks sobivad keskkonnatingimused, vähipüük, võimalus teadusuuringuteks, võimalus õppetöök, inspiratsiooniallikas loometegevuseks, looduslikud sümbolid.

Kaardistamisel lähtuti jõgede töörühma poolt koostatud ökosüsteemiteenuste nimekirjast ja hinnangute põhisead maatriksist, mille on täitnud vastava töörühma liikmed. Andmed on esitatud tabelis 6.2. ja täpsemalt aruande peatükis 2. „Jõgede ökosüsteemiteenuste määramise metoodika“.

Tabel 6.2. Eksperthindamise maatriks Pirita jõel (Pi), Pärnu jõel (Pä) ja Väike-Emajõel (V-E).

ÖST grupp	Ökosüsteemiteenus	Veekogum										
		Pi 1	Pi 2	Pi 3	Pi 4	Pä 1	Pä 2	Pä 3	Pä 4	V-E 1	V-Ei 2	V-E 3
Varustavad teenused	Kalavaru (töõnduslik kalapüük)	0	2	0	3	0	0	0	3	0	0	3
	Pinnaveevaru joogiks	0	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0
	Vesi kala- ja vähikasvatuses (vesiviljeluses)	0	2	1	1	3	1	1	3	0	0	1
	Tööstus- ja põllumajandusvesi	1	2	2	3	2	2	2	3	1	2	2
Reguleerivad ja säilitavad teenused	Elupaikade säilitamine	1	2	2	3	2	2	2	3	2	3	3
	Kaitsealused ja võtmeliigid ning nende säilitamine	0	2	2	3	2	3	3	3	2	3	4
	Vee looduslikkuse tagatus (looduslik veekvaliteet ja heitvee lahjendus, isepuhastusvõime)	1	2	2	2	2	2	2	3	1	2	3
	Hüdrodünaamika säilitamine ja kaitse üleujutuste eest	1	2	2	2	1	1	1	2	1	2	3

ÖST grupp	Ökosüsteemiteenus	Veekogum										
		Pi 1	Pi 2	Pi 3	Pi 4	Pä 1	Pä 2	Pä 3	Pä 4	V-E 1	V-Ei 2	V-E 3
Kultuurilised teenused	Puhkamiseks sobivad keskkonnatingimused	1	2	2	3	1	1	2	3	2	2	3
	Harrastuslikuks kala- ja vähipüügiks ning jahinduseks sobivad keskkonnatingimused	0	3	2	3	1	1	1	3	1	2	3
	Võimalused teadusuuringuteks	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Õppetegevuse võimalused	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	2
	Inspiratsiooniallikas loometegevuseks	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2
	Looduslikud sümbolid (pühapaigad, rahvuslikud sümbolid)	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2
Abiootilised teenused	Hüdroenergia	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0
	Transport (laevatamine ja jääteed)	1	1	1	1	1	1	2	3	1	2	3

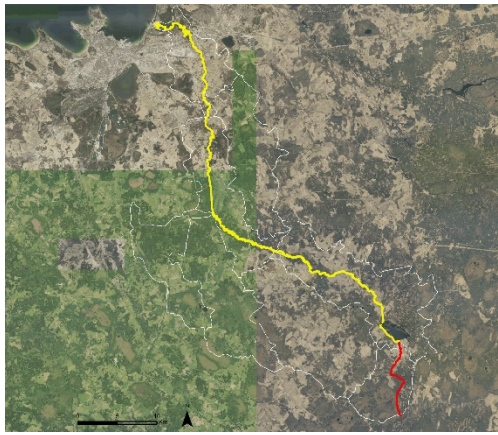
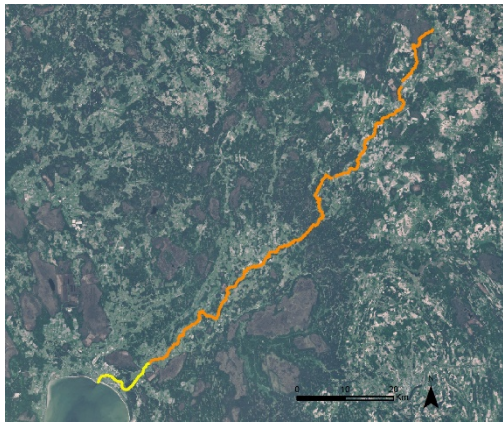
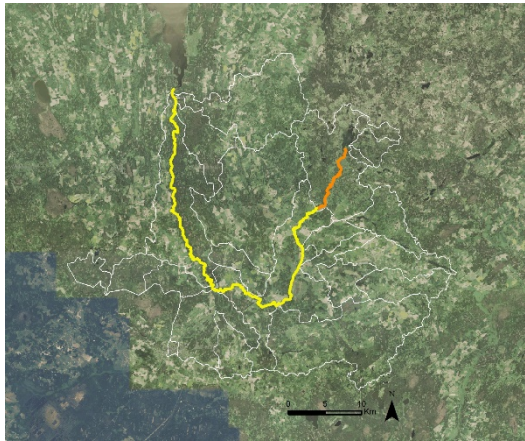
Aluskaartidena on kasutatud maakattekaarte. Maatriksi tulemused on üle viidud GIS andmestikku ning nende alusel loodi teenuse pakkumise üksusele põhinevad vastavad kaardid aruande lisas 6.1 tabelis 1 - 3.

Ökosüsteemiteenuste indeksi kaardistamiseks arutati välja peatükis 1. „Ökosüsteemiteenuste tüpoloogia ja ökosüsteemiteenuste indeks“ kirjeldatud valemi järgi ÖSTI. Pirita, Pärnu ja Väike-Emajõe ÖSTid on arvatud aruande peatükis 2. „Jõgede ökosüsteemiteenuste määramise meetodika“ alapeatükis 2.1.5. „Maatriksi kontrollimine pilootjõgede seireandmete ja fookusgrupi intervjuude järgi“. Iga testala kohta arvatud indeksite põhjal loodi kaardid, mis on toodud tabelis 6.3.

ÖSTI legend:

-  0 – 0,2
-  0,2 – 0,4
-  0,4 – 0,6
-  0,6 – 0,8
-  0,8 – 1

Tabel 6.3. Pirita jõe, Pärnu jõe ja Väike-Emajõe ökosüsteemiteenuste indeksi kaardid.

Jõgi	Veekogum	ÖSTI	Kaart
Pirita jõgi	Pirita jõgi 1	0,16	
	Pirita jõgi 2	0,45	
	Pirita jõgi 3	0,41	
	Pirita jõgi 4	0,55	
Pärnu jõgi	Pärnu jõgi 1	0,36	
	Pärnu jõgi 2	0,31	
	Pärnu jõgi 3	0,34	
	Pärnu jõgi 4	0,59	
Väike-Emajõgi	Väike-Emajõgi 1	0,27	
	Väike-Emajõgi 2	0,44	
	Väike-Emajõgi 3	0,56	

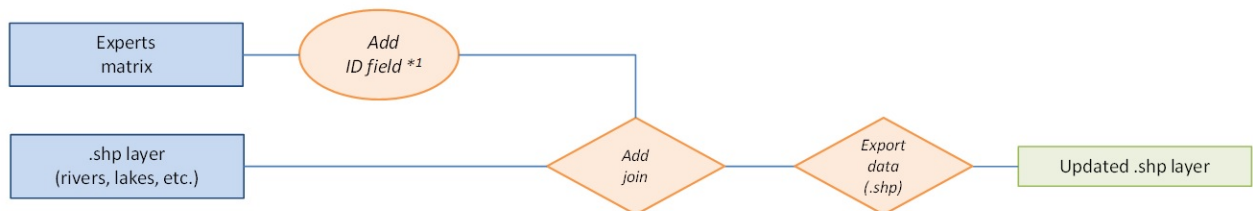
Soovitused eksperthinnangu põhise ökosüsteemiteenuste kaardistamiseks:

- Käesolev meetodikate testimine viidi läbi ArcGIS 10.1. versioonis;
- Lihtsustamaks kaardistamise väärtuste üle toomist peaksid kihtide (järv, jõgi, laht) tunnuste tabelid sarnanema ekspertide hinnangu maatriksile. Andmetabeli ridadeks on kaardikihi kaardistusüksused või käsitletavad nähtused ning andmetabeli tulpadeks on ökosüsteemi teenused;
- Kiirendamaks kaardistamise (töö)protsessi on soovitatav kasutada andmete ületoomist ekspertmaatriksi andmestikust identifikaatori alusel. "Add Join" tööriista

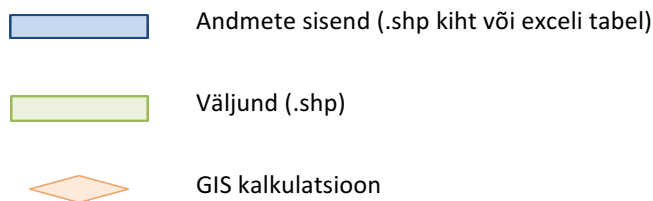
(töövahendi) abil andmete ületoomise jaoks peab kaardikihi iga objekti identifikaator kattuma seotavas andmestikus kasutatuga ja olema unikaalne.

- Säilitamiseks ühtset disaini nii kaartide kui legendide koostamisel, oleks tarvilik kasutada erinevatel ÖST ekspertide põhise hindamise kaardistamisel kõikidel loodud kaartidel sama värviskeemi.

ArcGIS-s läbi viidud töökäigust annab ülevaate joonis 6.15.



**1 The excel table containing the expert's scores must have an ID field that matches exactly with the ID field of the shapefile we want to update. A common ID field is always required when joining tables to shapefiles.*



Joonis 6.15. Ekspert hinnangu põhise hindamise tulemuste kaardistamise töökäigu skeem ArcGIS-s.

6.3.2. Biofüüsiline kaardistamine

6.3.2.1. Metoodika 1

Vaadeldav ökosüsteemi teenus: **reguleeriv teenus, elupaigad ja nende säilimine**

Testala: **Väike-Emajõgi, Harku järv, Pärnu laht, Pärnu jõgi, Pirita jõgi**

Indikaator: Kaitsealuse ala ulatus (%)

Kaardistamisel lähtuti indikaatorite töörühma poolt koostatud indikaatorite nimekirjast ning andmete olemasolust. Selle kaardistuse puhul on lähtunud järgmistest EELIS-e andmetest seisuga 01.09.2015:

- Natura 2000 alad (linnuala; loodusala)
- Maastikukaitseala
- Looduskaitseala
- Rahvuspark
- Uuendamata eeskirjadega kaitseala

GIS-i tööprotsessis on kasutatud järgnevaid kaardikihte:

- Natura 2000 (Linnuala, Loodusala)

- Hoiuala
- Püsielupaik
- Kaitseala (KLKA, KMKA, KP, KRP, PS, VK)

Ökosüsteemiteenuse “Elupaigad ja nende säilimine” jaoks rakendatakse järgnevat teenuse pakkumise üksuseid:

Jõed: valgala, alam-valgala, jõesäng

Lahed: rannajoon (nagu defineeritud VRD), 500 m puhverala rannavööndis

Järved: järve pind, järve valgala

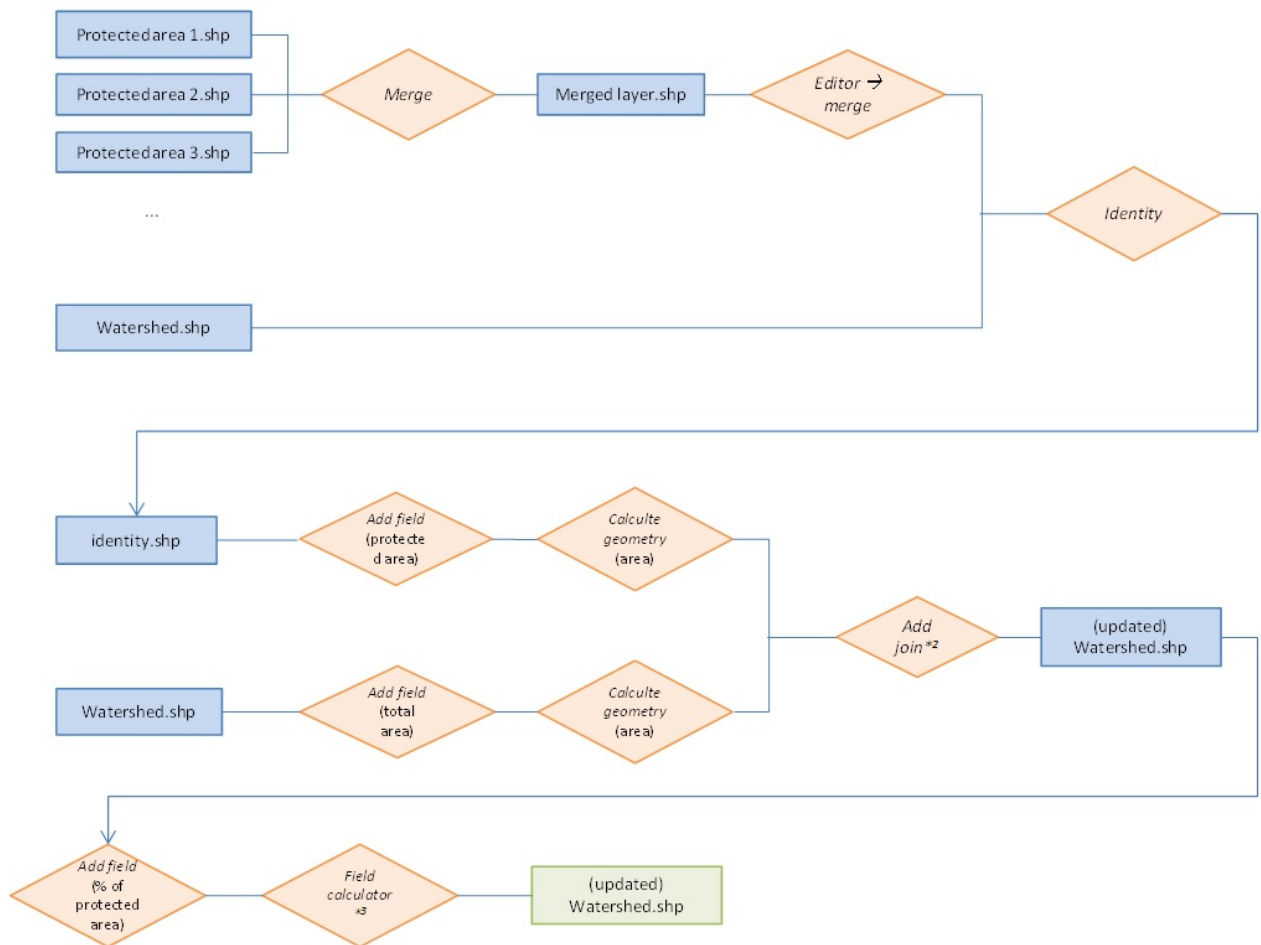
Kaitstava ala ulatus on arvatud protsentuaalselt iga kaitstava ala teenuse pakkumise üksuse kohta. Kaitstavate alade andmed, millele põhineti, kirjeldati eelnevalt. Kaardistuse tulemused testalade kaupa on esitatud lisas 6.2. tabelis 1.

Andmed on jaotatud 5 klassi, lähtudes *Natural Breaks (Jenks)* meetodile, mis on rakendatav ArcGIS 10.1. See andmete rühmitamise meetod põhineb sellel, et tehakse kindlaks parim väärtuste jaotus klasside moodustamisel. Seda tehakse minimeerides iga klassi keskmist kõrvalekallet klassi keskmisest, samal ajal maksimeerides iga klassi kõrvalekallet teiste gruppide keskmistest. Teisisõnu selle meetodiga vähendatakse klasside sisest dispersiooni ja maksimeeritakse klasside vahelist vastuolu.

Soovitused ÖST biofüüsiliseks kaardistamiseks:

- Meetodikate testimine viidi läbi ArcGIS 10.1. versioonis;
- Biofüüsilistel indikaatoritel põhinevate ökosüsteemi kaartide tegemine nõuab märkimisväärset ajaressurssi tööks GIS programmiga. Suurendamaks tööprotsessi jõudlust ning vältimaks topograafiaga seonduvaid paiknemisprobleeme, tuleb jälgida, et kaardikihtide puhul kasutatakse järjepidevalt sama kaardiprojektsiooni. Tööprotsessi alguses tuleks paika panna soovitatav kaardiprojektsioon (Eesti kaardiandmete puhul on soovitatav kasutada projektsiooni "EPSG: 3301") ning peaks veenduma, et kõik sisendina kasutatavad kaardikihid oleks samas paika pandud kaardiprojektsioonis;
- Säilitamiseks ühtset disaini nii kaartide kui legendide koostamisel, oleks tarvilik kasutada kaardistamisel kõikidel loodud kaartidel sama värviskeemi;
- Tihtilugu ei ole GIS andmebaaside info ajakohe, mistõttu on äärmiselt oluline, et sisendkaartide ja andmebaaside puhul kasutatakse uusimaid andmeid;
- Iga loodud kaardi juurde peaks käima ka teksti fail (tagamaks antud töö korratavust samadel tingimustel), mis sisaldab endas järgnevat:
 - Kirjeldus kasutatud sisendkihtidest ja andmetest
 - Töökäigu kirjeldus
 - Kasutatud tarkvara kirjeldus

ArcGIS-s läbiviidud töökäigust annab ülevaate joonis 6.16.



*² The add join operation updates the watershed layer with the information on the area under protection inside each watershed polygon.

*³ In order to obtain the percentage of are under protection at each watershed polygon, we should type this expression (or similar, depending on the names we gave to the fields):

$$[\text{protected area}] * 100 / [\text{total area}]$$

 Andmete sisend (.shp kiht või exceli tabel)

 Väljund (.shp)

 GIS kalkulatsioon

Joonis 6.16. Kaitsealuse ala (%) kaardistamise töökäigu skeem ArcGIS-s.

6.3.2.2. Metoodika 2

Vaadeldav ökosüsteemiteenus: **kultuuriline teenus, harrastuskalapüük**

Testala: **Kurtna järved (Valgejärv, Konsu järv), Harku järv, Pühajärv**

Käesolevas uuringus lähtutakse ihtüoloogide hinnangust testalade harrastuskalastuse suhtes, kus püügiandmete põhjal on välja arvatud looduslike liikide arv järves; kalaliikide suhteline biomass järves; kalaliikide suhteline arvukus järves; mediaanisendi mass saagis (MKM); röövtoiduliste ahvenate osakaalu saagis (RAI); ahvenlaste ja karpkalalaste suhe saagis; kalaindeks (lepiskalade osakaal saagis, KI); kalade arvukuse suhtarv ujuvates ja uppuvates võrkudes; kalade biomassi suhtarv ujuvates ja uppuvates võrkudes; Simpsoni Dn (mitmekesisuse indeks kalaliikide arvukuse põhjal); Simpsoni Dw (mitmekesisuse indeks kalaliikide biomassi põhjal); ökoloogilise suhte indeks (näitajate tegeliku väärtuse suhe teoreetilisse maksimumi) kalastiku seisundi iseloomustamiseks sõltuvalt järve morfoomeetristest omadustest ja kalastiku vanuselisest jaotusest.

Nende andmete põhjal on ihtüoloogid hinnanud testalaid viie kvaliteediklassi alusel vastavalt Veepoliitika Raamdirektiivile. Hinnanguklassid on: väga hea, hea, keskine, halb ja väga halb. Hinnanguklassidest lähtuvalt on koostatud kaardistamise skaala ning loodud testalade kaardid harrastuskalapüügi teenuse pakkumise kohta. Kaardid on lisas 6.2 tabelis 2.

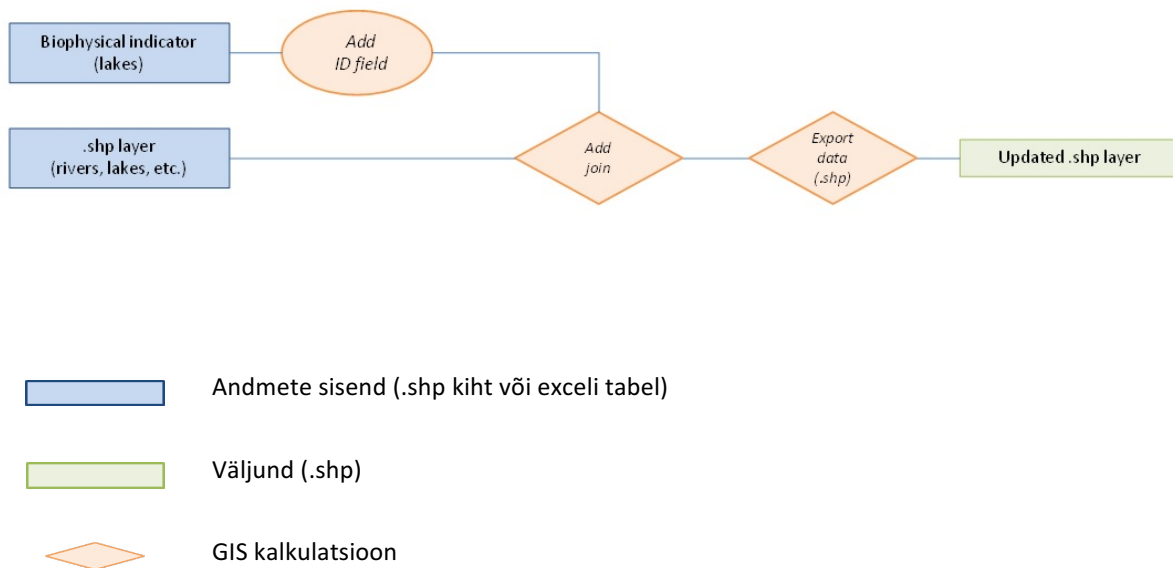
Ökosüsteemiteenuse "harrastuskalapüük" jaoks rakendatakse järgnevat teenuse pakkumise üksuseid:

- Jõesed: jõesäng
- Järved: järve pind

Soovitused ökosüsteemiteenust biofüüsiliseks kaardistamiseks:

- Käesoleval juhul viidi meetodikate testimine viidi läbi ArcGIS 10.1. versioonis;
- Biofüüsilistel indikaatoritel põhinevate ökosüsteemi kaartide tegemine nõuab märkimisväärset ajaressurssi tööks GIS programmiga. Suurendamaks tööprotsessi jõudlust ning vältimaks topograafiaga seonduvaid paiknemisprobleeme, tuleb jälgida, et kaardikihtide puhul kasutataks järjepidevalt sama kaardiprojektsiooni. Tööprotsessi alguses tuleks paika panna soovitatav kaardiprojektsioon (Eesti kaardiandmete puhul on soovitatav kasutada projektsiooni "EPSG: 3301") ning peaks veenduma, et kõik sisendina kasutatavad kaardikihid oleks samas paika pandud kaardiprojektsioonis;
- Säilitamiseks ühtset disaini nii kaartide kui legendide koostamisel, oleks tarvilik kasutada kaardistamisel kõikidel loodud kaartidel sama värviskeemi;
- Tihtilugu ei ole GIS andmebaaside info ajakohe, mistõttu on äärmiselt oluline, et sisendkaartide ja andmebaaside puhul kasutatakse uusimaid andmeid;
- Iga loodud kaardi juurde peaks käima ka teksti fail (tagamaks antud töö korratavust samadel tingimustel), mis sisaldab endas järgnevat:
 - Kirjeldus kasutatud sisendkihtidest ja andmetest
 - Töökäigu kirjeldus
 - Kasutatud tarkvara kirjeldus

Käesolevas uuringus ArcGIS-s läbiviidud töökäigust annab ülevaate joonis 6.17.



Joonis 6.17. Harrastuskalapüügi kaardistamise töökäigu skeem ArcGIS-s.

6.3.3. Rahalise väärtuse kaardistamine

Ökosüsteemiteenus: **Järve keskkonnaseisund** (suplusvee kvaliteet, kalade liigiline koosseis, vee läbipaistvus, puhke-ja sportimisvõimalused, harrastuskalapüük)

Testala: **Harku järv**

Rahalise väärtuse kaardistamisel lähtutakse rahalise väärtuse hindamise tööühma töö tulemustest. Rahalise väärtuse hindamise aruanne on esitatud peatükis 7 „Ökosüsteemiteenuste rahalise väärtuse leidmine“. Uuringu testala oli Harku järve ning hinnati inimeste maksevalmidust keskkonnaseisundi ja järve ning selle ümbruse poolt pakutavate hüvede osas. Uuringu läbiviimisel kasutati tingliku hindamise ja valik-katse meetodeid. Küsitlus viidi läbi juulis 2015 ja selles osales 400 inimest.

Harku järve ja selle ümbruse rahalise väärtuse uuringu käigus leitud maksevalmidused (eur/in/a) on koondatud tabelisse 6.4. ning esitatud kaartidel lisa 6.3. tabel 1.

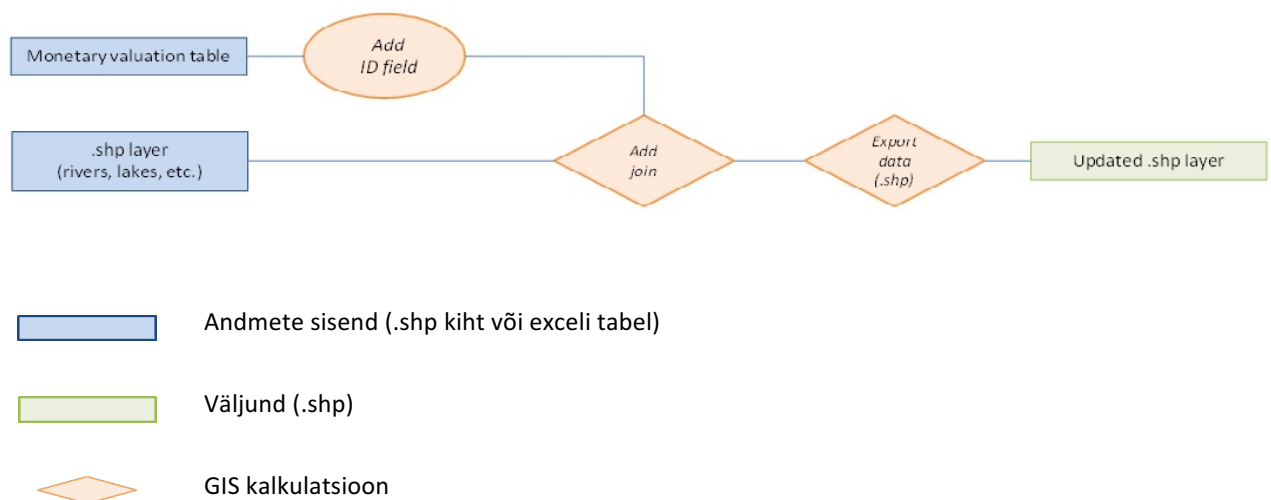
Tabel 6.4. Rahalise väärtuse hindamise tulemuste koondtabel.

Meetod	Stsenaarium	Maksevalmidus EUR/in/a
Tinglik hindamine	Keskkonnaseisundi (suplus, läbipaistvus, kalaliigid) paranemine halvalt tasemelt kesisele tasemele	15,22
	Keskkonnaseisundi (suplus, läbipaistvus, kalaliigid) paranemine halvalt tasemelt heale tasemele	16,91
Valik-katse meetod	Harku järve ÖST kasutusvõimaluste paranemine halvalt kesisele tasemele	18,43
	Harku järve ÖST kasutusvõimaluste paranemine halvalt heale tasemele	27,37

Rahalise väärtuse kaardistamise puhul on oluline teada, et:

- Käesolevas uuringus viidi meetodikate testimine läbi ArcGIS 10.1. versioonis;
- Suurendamaks tööprotsessi jõudlust ning vältimaks topograafiaga seonduvaid paiknemisprobleeme, tuleb jälgida, et kaardikihtide puhul kasutataks järjepidevalt sama kaardiprojektsiooni. Tööprotsessi alguses tuleks paika panna soovitatav kaardiprojektsioon (Eesti kaardiantmete puhul on soovitatav kasutada projektsiooni "EPSG: 3301") ning peaks veenduma, et kõik sisendina kasutatavad kaardikihid oleks samas paika pandud kaardiprojektsioonis;
- Säilitamaks ühtset disaini nii kaartide kui legendide koostamisel, oleks tarvilik kasutada kaardistamisel kõikidel loodud kaartidel sama värviskeemi;
- Antud kaardistuse puhul lähtuti otseselt teise tööühma tulemustest ning seetõttu on antud kaardistusprotsess olnud kiire ja lihtne.

ArcGIS-s läbi viidud töökäigust annab ülevaate Joonis 6.18.



Joonis 6.18. Rahalise väärtuse kaardistamise töökäigu skeem ArcGIS-s.

6.3.4. Nõudluse kaardistamine – PPGIS

Ökosüsteemiteenus: **Kultuuriteenus, maastikuliste väärtuste tüpoloogia**

Testala: **Pärnu laht, Pärnu jõgi**

Indikaator: Ala külastatavus/külastajate hinnang

Internetipõhine küsitlus plaaniti läbi viia Maptionnaire keskkonnas, kuid antud platvormi kasutamine nii lühikese aja jooksul suhteliselt suurel alal osutus ebaotstarbekaks. (Hinnapakumine antud kriteeriumitele koos statistilise analüüsiga oli 2700 eurot.) Järgnevalt kirjeldatakse selle platvormi võimalusi ning oodatavaid tulemusi.

PPGIS uuringu eesmärk on testalade kultuuriteenuste kaardistamiseks ala külastajatelt hinnangute saamine. Küsitlusse plaaniti kaasata Eesti elanikud, kes on külastanud testala piirkonda viimase aasta jooksul. Testaladeks seati Pärnu laht ning Pärnu jõgi. Uuringu kaardistamise üksused:

Jõed: valgala, alam-valgala, jõesäng, 50 m puhverala kaldavööndis

Lahed: rannajoon (vastavalt VRD), 500 m puhverala rannavööndis

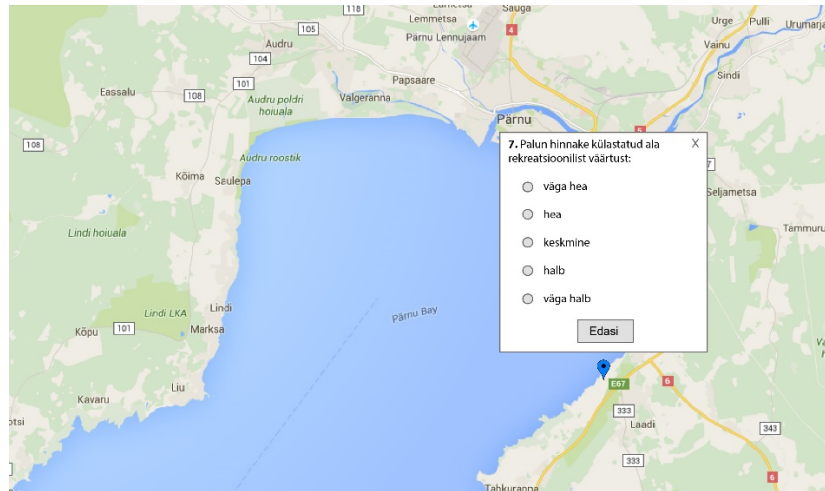
Kuivõrd niisuguse uuringu loomine eeldab palju programmeerimistööd, siis on otstarbekas kasutada juba eelnevalt loodud platvorme. Sarnaste uuringute jaoks sobib näiteks Soome ettevõtte Maptionnaire platvorm.

Vastajate teavitamiseks uuringust võib kasutada näiteks interneti erinevaid kodulehti, Facebooki, ajalehti. Uuringu ajaliseks perioodiks võib olla näiteks 1 kuu. Uuringu küsimused võivad olla näiteks järgmised:

- Palun määratle külastatud ala asukoht kaardil;
- Kuidas Te hindate külastuse kvaliteeti (väga hea, hea, keskmine, halb, väga halb);
- Mitu korda Te antud ala 2015 aastal külastasite;
- Mis aastaajal Te antud ala külastasite;
- Millist tegevust Te antud alal harrastasite (tervisesport, puhkamine, matkamine, linnuvaatlus, päevitamine, ujumine, kalastamine, veesport, purjetamine/laevasõit, muu)
- Kuidas Te hindate alale ligipääsu ja sealset infrastruktuuri (väga hea, hea, keskmine, halb, väga halb);
- Kuidas Te hindate antud ala rekreatsioonilist väärtust (väga hea, hea, keskmine, halb, väga halb);
- Kuidas Te hindate antud ala esteetilist väärtust (väga hea, hea, keskmine, halb, väga halb);
- Kuidas Te hindate antud ala kultuurilist väärtust (väga hea, hea, keskmine, halb, väga halb).

PPGIS tulemuste analüüs sõltub saadud vastustest. Uuringu käigus määratletud alad ning antud hinnangud annavad väga mitmeid võimalusi tulemuste kaardistamiseks. Joonisel 6.19 on visuaalne näide PPGIS-i läbiviimise küsitluse võimalikust vormist Pärnu lahel, kus vastajal on palutud määratleda külastatud ala asukoht ning seejärel 7. küsimusena hinnata ala rekreatsioonilist väärtust 5 palli skaalal. Joonisel 6.20 on esitatud võimalik küsitluse tulem, kus tumedama värvitooniga kujutatud punkt tähistab kõrgemalt hinnatud puhkeväärtusega ala.

Joonis 6.19. PPGIS küsitluse vormi visuaalne näidis.



Joonis 6.20. PPGIS küsitluse tulemuste võimalik kaardistus.



Lähtuvalt koostatud küsimustest ja kogutud vastuste analüüsist on võimalik luua erinevaid kaarte, näiteks kaardikihid populaarsematest külastuskohtadest, väärtushinnangute põhiste ülevaadete jne. Erinevad kaardid võimaldavad visuaalselt hinnata ÖST nõudlust ning aidata piirkonnaga arenguga seotud otsuste langetamist. Seetõttu on äärmiselt oluline juba küsitluse planeerimisel välja selgitada, kuidas täpsemalt soovitakse uuringu tulemusi kasutada ning sellest lähtuvalt formuleerida võimalikult selged küsimused.

Sõltuvalt uuringu läbiviimise ulatusest ja teistest tingimustest, võib tegemist olla väga kuluka lahendusega juhul, kui küsitluse interaktiivsete platvormide kasutusõigus osta. Võimaliku lahendusena võiks kaaluda IT-spetsialistide kasutamist, et soovitud platvormi lahendus ise luua. Seda muidugi juhul, kui PPGIS sarnaseid küsitlusi plaanitakse läbi viia mitmeid kordi, erinevates piirkondades ja sihtrühmadega.

6.3.5. Testimise kokkuvõte

- Käesolevas uuringus käsitletud ÖST kaardistamise metodikad on kohandatavad ja rakendatavad Eesti mere ja siseveekogude ökosüsteemiteenuste kaardistamiseks;

- ÖST kaardistamise meetodikate testimine tutvustab, kuidas meetodikaid on võimalik rakendada. Seetõttu tuleb arvestada, et tegemist ei ole ainuvõimalike lahendustega, vaid meetodikad on kohandatavad vastavalt olukorrale ja käsitletavale ÖST.
- Kuigi käesoleva uuringu raames katsetati ökosüsteemiteenuste kaardistamist testaladel, tuleb ökosüsteemiteenuste kaardistamist siiski käsitleda tervikuna. Vaadeldes tulemusi erinevate piirkondade testalade kaupa, ei pruugi see anda terviklikku ülevaadet kogu käsitletavast teemast;
- ÖST kaardistamise meetodikate testimisel ilmnes asjaolu, et vajalikud olemasolevad andmed kaardistamiseks võivad olla puudulikud. Näiteks võib esineda raskusi kaardistamiseks sobivate indikaatoreid iseloomustavate andmete leidmisel. Samuti tuleb arvestada, et andmete kogumine võib olla ajamahukas protsess ning juhul, kui on olemas vajalikud andmed, ei pruugi need katta kõiki käsitletavaid veekogusid. Seetõttu on äärmiselt otstarbekas juba ÖST kaardistamise planeerimisel hoolikalt kaaluda ja hinnata, mida on võimalik kaardistada ning milliseid andmeid tuleb vajadusel koguda;
- Järgida tuleb üldisi ÖST kaardistamise põhimõtteid;
- ÖST kaardistamist peab läbi viima oma ala ekspert, kes tunneb GIS spetsiifikat ja suudab tagada kaartide koostamisel andmete õige käsitlemise, töö kvaliteedi ühtluse ning vajadusel korratavuse ja uusimate andmete kasutuse.
- ÖST kaardistamisel tuleb arvestada, et meetodikate rakendamisega võib kaasna suuri kulusid (nt nõudluse ja rahalise väärtuse kaardistamisel). Seetõttu tuleb hoolega kaaluda, kas tehtavad kulutused ja oodatavad/saadavad tulemused on omavahel kooskõlas. Vajadusel võib olla otstarbekas rakendada alternatiivseid meetodikad või antud meetodikast konkreetsel juhul loobuda.
- Kaardistamise protsessi on vajalik kaasata uuritava valdkonna eksperte, nagu ka käesoleva uuringu raames tehti (eksperthinnangu põhine kaardistamine; biofüüsiline kaardistamine 2; rahalise väärtuse kaardistamine). Üheltpoolt võib olla vajalik kasutada nende teadmisi käsitletava ÖST hindamisel ja kaardistamisel (sh meetodikate kohandamisel) ning teiselt poolt võib nende kaasamine aidata ennetada võimalikke kaardistamisel tekkivate vigade võimalust.

Kasutatud kirjandus

- Barton, D.N. Lindhjem, H., Magnussen, K., Norge, S., Holen, S. 2012. Valuation of Ecosystem Services from Nordic Watersheds. From awareness raising to policysupport? TemaNord 2012: 506.
- Brouwer, R., Brander, L., Kuik, O., Papyrakis, E., Bateman, I. 2013. A synthesis of approaches to assess and value ecosystem services in the EU in the context of TEEB. Final Report. University of Amsterdam, Institute for Environmental Studies. pp. 144.
- Brown, G. 2012. Public participation GIS (PPGIS) for regional and environmental planning: Reflections on a decade of empirical research. URISA Journal 24, pp. 7-18.
- Brown, G., Reed, P. 2012. Social landscape metrics: Measures for understanding place values from public participation geographic information systems (PPGIS). Landscape Research 37, pp. 73-90.
- Burkhard, B., Kandziora, M., Hou, Y., Müller, F. 2014. Ecosystem Service Potentials, Flows and Demands – Concepts for Spatial Localisation, Indication and Quantification. Landscape online 34: pp. 1-32.
- Burkhard, B., Kroll, F., Müller, F., Windhorst, W. 2009. Landscapes' capacity to provide ecosystem services: a concept for land cover based assessments. Landscape online, 15, pp. 1-22.
- Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., Müller, F. 2012. Mapping supply, demand and budgets of ecosystem services. Ecological Indicators 21: pp. 17-29.
- Clark, P.J., Evans, F.C. 1954. Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationships in populations. Ecology 35, pp. 445-453.
- Cowling, R.M., Ego, B., Knight, A.T., O'Farrell, P.J., Reyers, B., Rouget, M., Roux, D.J., Welz, A., Willem-Rechman, A. 2008. An operational model for mainstreaming ecosystem services for implementation, Proceedings of the national academy of sciences of the united states of america, Vol: 105, pp. 9483-9488.
- De Groot, R.S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., Willemsen, L. 2010. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. Ecological Complexity 7, pp. 260-272.
- Demeyer, R., Turkelboom, F. 2014. The ecosystem services stakeholder matrix. In: Lovens A. et al. (eds): OpenNESS manual: Stakeholder analysis for environmental decision-making at local level. EC FP7 Grant Agreement no. 308428. INBO, Brussels.
- European Commission 2013. Mapping and Assessment of Ecosystem and their Services.
- Fagerholm, N., Käyhkö, N. 2009. Participatory mapping and geographical patterns of the social landscape values of rural communities in coastal Zanzibar, Tanzania. Fennia 187, pp. 43-60.
- Haines-Young, R., Potschin, M. 2010. The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. In: Raffaelli, D., Frid, C. (eds.): Ecosystem Ecology: a new synthesis. Cambridge University Press, BES, pp. 110-139.

- Haines-Young, R., Potchin, M., Kienast, F. 2011. Indicators of ecosystem service potential at European scales: Mapping marginal changes and trade-offs. *Ecol. Indicat.* Volume 21, October 2012, pp. 39–53.
- Jacobs, S., Burkhard, B., Van Daele, T., Staes, J., Schneiders, A. 2015. The Matrix Reloaded: A Review of expert knowledge use for mapping ecosystem services. *Ecological Modelling* 295. pp. 21-30.
- Jäppinen, J.-P., Heliölä, J. (eds.) 2015. Towards a sustainable and genuinely green economy. The value and social significance of ecosystem services in Finland (TEEB for Finland). Synthesis and roadmap. *The Finnish Environment* 1en/2015. The Finnish Ministry of Environment, Helsinki.
- Kalvane, I., Burkhard, B., Ruskule, A., Bojars, E. 2014. Methodological Guidelines for Mapping and Assessment of Grassland Ecosystem Services. *Baltic Environmental Forum – Latvia*, pp. 30.
- Lynam, T., de Jong, W., Sheil, D., Kusumanto, T., Evans, K. 2007. A review of tools for incorporating community knowledge, preferences and values into decision making in natural resources management. *Ecology and Society*, 12 (1), pp. 5-19.
- Maes, J., Egoh, B., Willemen, L., Liqueste, C., Vihervaara, P., Gizzetti, B., Drakou, E.G., La Notte, A., Zulian, G., Bouraoui, F., Paracchini, M.L., Braat, L., Bidoglio, G. 2012. Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. Volume 1, Issue 1, pp 31-39.
- Maes, J., Teller, A., Erhard, M. et al. 2014. Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. Indicators of ecosystem assessments Under action 5 of the EU biodiversity strategy to 2020. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Medcalf, K.A., Small, N., Finch, C., Parker, J. 2012. Spatial framework for assessing evidence needs for operational ecosystem approaches. *JNCC Report No 469 4 UK National Ecosystem Assessment*.
- Reed, M.S. 2008. Stakeholder participation for environmental management: a literature review. *Biological Conservation*, 141, pp. 2417-2431.
- Ripley, B.D. 1976. The second-order analysis of stationary point processes. *J. Appl. Probab.* 13, pp. 255-266.
- Rodríguez-Loinaz G., Alday J.G. & Onaindia M. (2014). Multiple ecosystem services landscape index: A tool for multifunctional landscapes conservation. *J. Environ. Manage.* 147: 152– 163.
- Russi, D., ten Brink, P., Farmer, A., Badura, T., Coates, D., Förster J., Kumar, R., Davidson, N. 2013. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Water and Wetlands*. IEEP, London and Brussels; Ramsar Secretariat, Gland.
- Sagoff, M. 2011. The quantification and valuation of ecosystem services. *Ecological Economics* 70, pp. 479-502.
- Sayer, J.A., Campbell, B.M. 2004. *The Science of Sustainable Development. Local Livelihoods and the Global Environment*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K
- Sherrouse, B.C., Semmens, D.J. 2014. Validating a method for transferring social values of ecosystem services between public lands in the Rocky Mountain region. *Ecosystem Services*. Volume 8. pp. 166-177.

- Silverman, B.W. 1986. *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. Chapman and Hall, New York.
- Stoll, S., Frenzel, M., Burkhard, B., Adamescu, M., Augustaitis, A., Baeßler, C., Bonet Garcia, F.J., Cazacu, C., Cosor, G.L., Diaz-Delgado, R., Carranza, M.L., Grandin, U., Haase, P., Hämäläinen, H., Loke, R., Müller, J., Stansisci, A., Staszewski, T., Müller, F. 2015. Assessment of ecosystem integrity and service gradients across Europe using the LTER Europe Network. *Ecological Modelling*. Volume 295. pp. 75-87.
- Syrbe, R.U., Walz, U. 2012. Spatial indicators for the assessment of ecosystem services: providing, benefiting and connecting areas and landscape metrics. *Ecological Indicators* 21, pp. 80-88.
- TEEB 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: ecological and economic foundation*. Earthscan, Cambridge.
- van Oudenhoven, A.P.E., Petz, K., Alkemade, R., de Groot, R.S., Hein, L. 2012. Indicators for assessing effects of management on ecosystem services. *Ecological Indicators* 21, pp. 110-122.
- Vandewalle, M., Sykes, M.T., Harrison, P.A., Luck, G.W., Berry, P., Bugter, R., Dawson, T.P., Feld, C.K., Harrington, R., Haslett, J.R., Hering, D., Jones, K.B., Jongamn, R., Lavorel, S. 2009. Review paper on concepts of dynamic ecosystems and their services. The Rubicode Project Rationalising Biodiversity Conservation in Dynamic Ecosystems.
- Villamagna, A.M., Angermeier, P.L., Bennet, E.M. 2013. Capacity, pressure, demand, and flow: A conceptual framework for analyzing ecosystem service provision and delivery. *Ecological Complexity* 15, pp. 114-121.

Lisad

Lisa 6.1. Eksperthinnangu põhine kaardistamine

Lisa 6.2. Biofüüsiline kaardistamine

Lisa 6.3. Rahalise väärtuse kaardistamine