

Mereala planeeringu alusuuring: merekeskkonna ressursside kasutamisest saadava majandusliku kasu mudel

Uuendatud versioon 20.12.2017

2017

Uuringu tellis EV rahandusministeerium.

Autorid:

Kristjan Piirimäe on keskkonnaekspert, kes on töötanud välja ja analüüsinud ruumilisele planeerimisele orienteeritud GIS mudeleid. Ta on tegelenud peamiselt veekaitseliste valgiamudelitega, ökosüsteemide tervise valdkonna otsusesüsteemidega ja erinevate rohemajanduse harudega. Tema roll projektis oli kalanduse ja vesiviljeluse kontseptuaalse mudeli koostamine ja ruumilise mudeli väljaarendamine.

Katrin Pihor Praxise majanduspoliitika programmijuht. Tema roll projektis oli uuringu juhtimine ning energeetikavaldkonna alammudeli koostamine.

Helena Rozeik on Praxise majanduspoliitika programmi analüütik. Tema roll uuringus oli merendussektori alammudeli koostamine.

Magnus Piirits on Praxise töö- ja sotsiaalpoliitika analüütik. Tema ülesandeks oli alammudelite kontseptuaalsete seoste mudeldamine.

Töö autorid tänavad käesoleva töö valmimisse antud panuse eest Ain Kulli ja Markus Vetemaad Tartu Ülikoolist, Tõnis Hunti TTÜ Eesti Mereakadeemiast, Eesti Tuuleenergia Assotsiatsiooni ja intervjuudes osalenud ettevõtete esindajaid. Täname ka Statistikaametit, kellest oli suur abi meretranspordi valdkonna andmete hankimisel.

Poliitikauuringute Keskus Praxis on Eesti esimene sõltumatu, mittetulunduslik mõttekeskus, mille eesmärk on toetada analüüsile, uuringutele ja osalusdemokraatia põhimõtetele rajatud poliitika kujundamise protsessi.



Poliitikauuringute Keskus Praxis

Tornimäe 5, III korrus
10145 Tallinn
tel 640 8000
www.praxis.ee
praxis@praxis.ee

Väljaande autoriõigus kuulub Poliitikauuringute Keskusele Praxis. Väljaandes sisalduva teabe kasutamisel palume viidata allikale: Pihor, K. et al Mereala planeeringu alusuuring: merekeskkonna ressursside kasutamisest saadava majandusliku kasu mudel. Poliitikauuringute Keskus Praxis. 2017

ISBN [sisesta number]

Lühitutvustus

Uurimisprojekti keskmes on Eesti merealade majandusliku kasu mudeli koostamine kilomeeter-ruudustikus. Selleks, et mereala kasutust teadlikult juhtida ja suunata, tuleb hinnata ja võrrelda nii merealast saadavat võimalikku kasu nii majanduslikus mõttes kui ökosüsteemi teenuste vaates, kuid tuleb arvestada ka mere kui ressursi kasutamisega seonduvate kahjudega. Käesoleva töö eesmärgiks on modelleerida neist esimest: mereala majanduslikku kasu. Nii kesk- kui ka omavalitsustel on keeruline planeerida tegevusi merealadel, sest puudub ühtsetel alustel kokku pandud erinevaid mereliste tegevuste majanduslikku tulu ja kulu ühendav info. Arendatud mudeli abil oleks edaspidi võimalik hinnata merealade kilomeeter-ruudustike majanduslikku tulu ja kulu ja nende vahena majanduslikku kasu nii riigile kui ka ettevõtjale. Mudel on koostatud nelja põhilise mereala kasutava sektori kohta: kalandus, vesiviljelus, energeetika ja meretransport. Töö käigus töötati esmalt kirjanduse analüüsi ja ekspertintervjuude põhjal välja kontseptuaalsed mudelid selle kohta, kuidas kujuneb merealast sõltuvalt erinevate sektorite tulu ja kulu. Selle põhjal koostati ruumiandmete rajanevad empiirilised mudelid, kus kasutaja saab parameetreid muutes läbi mängida erinevaid arengutsenaariumeid mereala majandusliku kasu prognoosimiseks.

Mudel on koostatud kogu Eesti merealale, sh territoriaalmerele ja majandusvööndile. Modelleerimiskeskonnana on kasutatud ArcGIS Modelbuilderit ja Pythonit.

Mudeli esimene versioon valmis 2016.a.; 2017.a. täiendati mudeli versiooni vesiviljeluse alammudeliga ning viidi sisse muudatused energeetika alammudelil.

Sisukord

Lühitutvustus	3
1. Eesti mereenergiast saadava majandusliku kasu mudel	7
1.1. Alammudeli eesmärk	7
1.2. Tuuleenergiast saadav majanduslik tulu.....	8
1.2.1. Elektrienergia toodetud kogus	8
1.2.2. Elektri hulgimüügi hind.....	10
1.2.3. Taastuvenergia toetuskeem	11
1.2.4. Tulud tuuleenergiat arendavale ettevõtjale teenust osutavale ettevõtjale	12
1.3. Riigi tulu meretuuleenergia tootmisest	14
1.4. Tuuleenergia kasutamisega seonduvad kulud.....	16
1.4.1. Tuulepargi rajamise kulud	16
1.4.2. Käituskulud	20
1.4.3. Tuulepargi likvideerimise kulud.....	22
1.5. Muud asjaolud ja piirangud tuulepargi rajamisel	22
2. Eesti meretranspordist saadava majandusliku kasu mudel	25
2.1. Alammudeli eesmärk	25
2.2. Meretranspordi sektori ülevaade	25
2.2.1. Laevandus.....	26
2.2.2. Vesiehitus ja süvendamine	27
2.2.3. Sadamad	27
2.2.4. Laadungikäitlus.....	28
2.2.5. Teenindus- ja vahendustegevus	29
2.3. Meretranspordist saadava majandusliku kasu mudel	29
2.3.1. Piirangud.....	29
2.3.2. Meretranspordist saadav esmane kasu	30
2.3.3. Meretranspordist saadav teisene kasu	30
2.3.4. Meretranspordist saadav tulu riigile	32
3. Eesti kalandusest saadava majandusliku kasu mudel	36
3.1. Alammudeli eesmärk	36
3.2. Kalandussektori ülevaade	36
3.2.1. Rannakalandus	36
3.2.2. Traalpüük.....	37
3.3. Kalandusest saadav majanduslik tulu	37
3.3.1. Rannakalanduse tulu	37
3.3.2. Traalpüügi tulu	38
4. Vesiviljeluse alammudel	41
4.1. Vesiviljelus	41
4.2. Majanduslik kasu	41
4.2.1. Mudel	42

4.2.2. Väljund.....	46
5. Meremajanduse agregaatmudel.....	50
5.1. Alammudelid toodud kasude summeerimine.....	50
5.2. Majandussektorite konfliktialüüs	50
6. Eesti merekeskkonna ressursside kasutamisest saadava majandusliku kasu mudeli tehniline dokumentatsioon	53
6.1. Mudeli üldised põhimõtted	53
6.2. 'meremask' mudel	53
6.3. Soovitavad kasutajaseaded	54
6.4. Mudelite hierarhia	54
7. Kasutatud kirjandus.....	55
LISA 1. Uuringus kasutatavad meretranspordiga seotud tegevusalagrupid EMTAK 2008 klassifikaatorite ja tegevusala alusel.....	59
LISA 2. Meretranspordiga seotud tegevusalade majandusnäitajad 2014. aastal	60
LISA 3. Veeteetasu laekumina aastatel 2013-2015	61
LISA 4. Uuringu raames läbiviidud intervjuud.....	62

Jooniste loetelu

Joonis 1. Tuuleenergia majandusliku tulu komponendid	8
Joonis 2. Potentsiaalne toodetav elektrienergia kogus mudeli tulemusena	10
Joonis 3. Kohaliku tulukomponendi kujunemine.....	13
Joonis 4. Riigi tulu tuuleenergeetikast.....	15
Joonis 5. Potentsiaalne riigi tulu tuuleenergiast mudeli tulemusena.....	16
Joonis 6. Tuuleenergia väärtusahela komponendid	16
Joonis 7. Tuulepargi rajamisega seotud kulud (investeeringukulud)	18
Joonis 8. Meretuleparkide käituskulud.....	21
Joonis 9. Tuuleenergiast saadava majandusliku kasu kontseptuaalne mudel	24
Joonis 10. Meretranspordist tekkiv lisandväärtus mudeli põhjal.....	32
Joonis 11. Riigi potentsiaalne tulu meretranspordist mudeli tulemuste põhjal.....	34
Joonis 12. Rannapüügi lisandväärtus.....	38
Joonis 13. Traalpüügi lisandväärtus.....	39
Joonis 14. Kalandusest saadav majanduslik kasu	40
Joonis 15. Vesiviljeluse alammudel	44
Joonis 16. Vesiviljeluse alammudeli tulemused mudeli põhjal	46
Joonis 17. Karbikasvatuse potentsiaalne lisandväärtus mudeli tulemusena	47
Joonis 18. Vesiviljeluse potentsiaalne lisandväärtus mudeli tulemusena	48
Joonis 19. Vesiviljeluse potentsiaalsed konfliktialad	49
Joonis 20. Riigi potentsiaalne tulu mereressursside kasutusest mudeli põhjal.....	50
Joonis 21. Traalpüügi ja energeetika vaheline potentsiaalne konfliktiala (punasega)	52
Joonis 22. Mudelite hierarhia	54

Tabelite loetelu

Tabel 1. Kapitalikulude jaotumine alamkategoriatesse.....	17
Tabel 2. Meretuuliku rajamise kulu suurenemine võrreldes vee sügavusega ja kaugusest sadamast ..	19

1. Eesti mereenergiast saadava majandusliku kasu mudel

1.1. Alammudeli eesmärk

Mudeli eesmärk on näidata Eesti mereala igal km²-l energeetikast saadav majanduslik kasu, sh eristada ettevõtja ja riigi tulu ning samuti eristada tulu, kulu ja kasu võrreldavalt teiste mereala kasutusvõimalustega.

Järgnevalt kirjeldatud mudeli puhul tuleb arvestada, et enamik referentsandmeid tugineb Põhjameres paiknevate tuuleparkide kogemusele ning Läänemeres sh püsiva jääkattega piirkonnas on esimesed tuulepargid alles oma tööd alustamas, on mudelis kasutatud parameetrid ja konstandid hinnangulised ja mudeli määramatus väga suur. Selle vaatamata võimaldab mudel hinnata majandusliku kasu tundlikkust erinevat parameetrite muutustele ning sellest tulenevalt konstrueerida võimalikke arengustsenaariumeid.

Mereala ressursi saab energia tootmiseks kasutada mitmel erineval moel. Mereressurssidest saab ammutada tuuleenergiat, laineenergiat, päikeseenergiat, rannikualadel ka lokaalse ulatusega soojusenergiat.

TTÜ küberneetikainstituut (Soomere, Eelsalu 2014) on mõõtnud Balti riikide rannikule jõudvat laineenergiat. Teoreetiliselt on see 1,5 GW aasta keskmisena, millest 0,5 GW annavad Soome ja Riia lahed. Laineenergia kättesaamist raskendavad lainetuse suur muutlikkus ja aastaajaline varieeruvus Läänemerele võrreldes avaookeaniga. Ligikaudu 20% aastast laineenergiast annavad mõned tugevad tormid umbes kahe päeva jooksul. Laineenergia kasutamine on välistatud ka merekaitsealadel ja nende läheduses, kuna lainetus on vajalik öko-süsteemide toimimiseks. Seega, nagu autorid märgivad, ei ole väga tõenäoline, et Läänemere laineenergiast saaks lähemas tulevikus arvestatav ja majanduslikult otstarbekas energiaallikas. Ka Eesti energiamajanduse arengukavas aastani 2030 laineenergia kasutamist ei plaanita (ENMAK 2030). Läänemere-äärsetest riikidest on laineenergia kui taastuvenergiatehnoloogia kasutuselevõtuga oma taastuvenergia tegevuskavas arvestanud Soome.

Päikeseenergiat nähakse Eestis pigem maismaal väikelahendustena (ENMAK 2030) Meresoojuse kasutamisele soojusenergia tootmisel on lokaalne kasu rannäärsetele objektidele ja selle tõttu seda edasises analüüsis ei kasutata.

Seega keskendutakse käesolevas mudelis meretuuleenergiale kui kõige realistlikumalt lähiajal laialdast kasutust leidvale energiatootmisviisile.

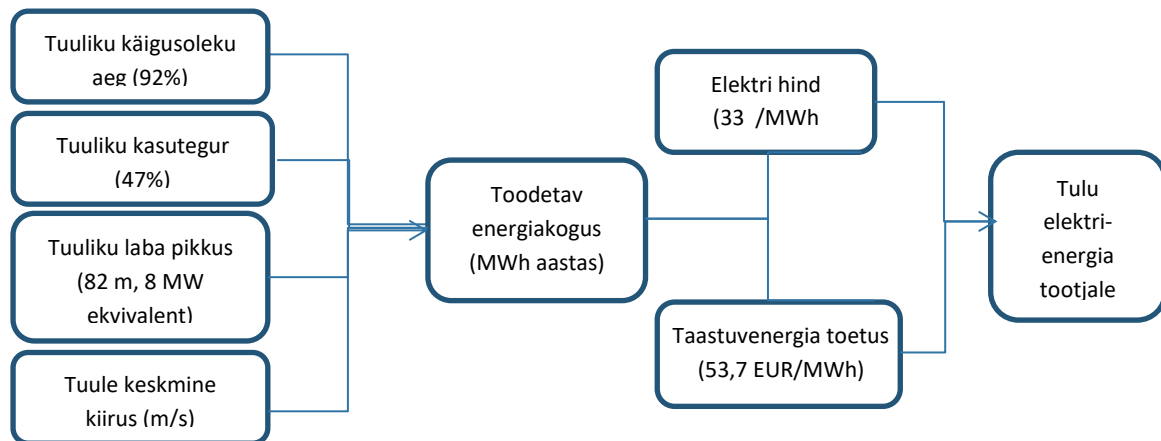
2015. aasta lõpu seisuga oli Eestis maismaal töös 136 elektrituulikut koguvõimsusega 302,91 MW. Tuuleenergia kogutoodang aastal 2015 oli 692,5 GWh, ulatudes ligi 9%-ni kogu elektritarbimisest (kogu taastuvenergeetika moodustas 16,7% lõpptarbimisest).

Ühtki toimivat meretuuleparki Eestis veel ei ole. Kõige lähemale on jõutud meretuulepargi rajamisele Hiiumaa rannikul, kuhu on kavandamisel 750 MW tuulikupark. Seega saab meretuuleparkide tasuvuse puhul arvestada vaid teiste riikide kogemuse ekstrapoleerimisega Eesti merealadele.

1.2. Tuuleenergiast saadav majanduslik tulu

Tuulepargi tulu kujuneb ühet poolt toodetud elektrikoguse müügist saadavast tulust ning teisalt toodetud elektrikoguse kohta makstavast toetusest.

JOONIS 1. TUULEENERGIA MAJANDUSLIKU TULU KOMPONENDID



1.2.1. Elektrienergia toodetud kogus

Tuuleenergeetika ekspertide hinnangul sõltub toodetav kogus tuulepargi võimsusest ja tuuliku käigusoleku ajast ning tuule kiirusest.

Elektrituuliku aastase toodangu arvutamiseks kasutatakse järgnevat valemit arvestades Rayleigh jaotus (Eesti Taastuenergia Koda):

$$Wh \text{ aastas} = \frac{1}{2} \rho * A * V^3 * C_p * 8760 * \text{Rayleigh jaotuse väärtus}$$

$\frac{1}{2}\rho$ = õhu tihedus $1.23 \text{ kg/m}^3 / 2 = 0,613$;

A = tiiviku pindala ehk $3,14 * (\text{tiiviku diameeter} / 2)^2$

V^3 = piirkonna keskmine tuule kiirus kuubis

C_p = elektrituuliku kasutegur

8760 on tundide arv aastas

Rayleigh jaotuse väärtus = 2 (Põhja-Euroopa keskmine tuulele avatud kohtades)

Wh aastas = vatt-tundi aastas.

Elektrituuliku maksimaalne kasutegur on määratud nn Betz'i limiidiga. Betz'i seadus tõestab, et teoreetiliselt on võimalik tuule kineetilisest energiast muundada kasulikuks pöörlemiseks vaid kuni 59%. Praktikas tuleb arvestada lisaks igasugu muude kaasnevate kadudega - labade aerodünaamikast tulenevad kaod, ülekandesüsteemide kaod, elektritootmise kaod, turbulents jms.

Suurtel avameretuulikutel on C_p keskmise tuulekiiruse juures 6-9 m/s optimeeritud küll maksimaalseks, ulatudes umbes 0,48 - 0,5-ni, suurematel ja väiksematel kiirustel aga jääb 0,3 ringi, nii et aasta keskmisena on Euroopa tuuleenergia assotsiatsioon WindEurope leidnud 2017.a. I poolaastal käigusolevate tuuleparkide puhul väärtuseks 0,373. Samas prognoosivad tuuleenergia tootjad kasuteguri kiire kasvu jätkumist nii tehnoloogiliste arengute kui käigusolevate tuuleparkide uuendamise tulemusena ning hindavad keskpikas perioodis meretuuleparkide kasuteguriks **0,47**. See parameeter on mudelis vajadusel muudetav ning mudeli autorid soovivad teostada analüüsi mõlema kasuteguriga, et hinnata tulemuste tundlikkust tehnoloogiale.

Meretuuleparkide puhul kasutatav tehnoloogia areneb väga kiiresti. Euroopa Tuuleenergia Assotsiatsiooni andmetel oli 2017.a. I poolaastal Euroopa meretuuleparkide turbiini keskmiseks suuruseks 5,8 MW, mis on ligemale kolmandiku võrra kõrgem kui 2015.a. Keskmise võrku ühendatud (inglise keeles *grid-connected*) tuulepargi suuruseks oli 2016.a. lõpu seisuga 379,5 MW. Keskmise rajamise sügavus oli 29,2 m ja keskmine kaugus rannikust 43,5 km.

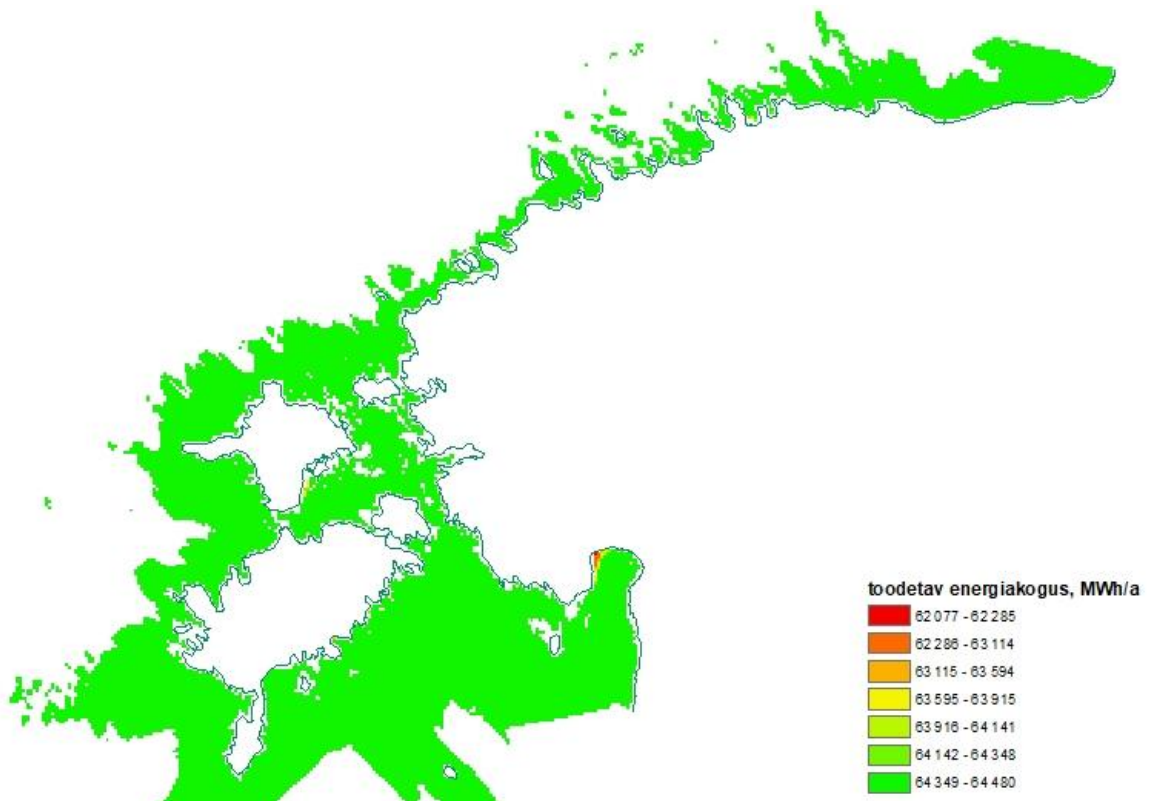
Tuulegeneraatori labade pikkus on oluline tegur toodetava energiakoguse määramisel. Uuemad tuulikud, mida maailmas ehitatakse ja katsetatakse on võimsusega 7,5MW- 8 MW, kus laba pikkused lähenevad juba 80 – 100 meetrile. WindEurope andmetel on 2017.a. seisuga 16 rajatavas meretuulepargis 2 tuuleparki 8MW tuulikutega, ühes kasutatakse 7MW tuulikuid, seitsmes kasutatakse 6MW tuulikuid ja vaid kuues kasutatakse 5MW või väiksemaid tuulikuid. (WindEurope 2017). Seega võib arvata, et ka Eesti meretuuleparkide puhul võiks kasutusele tulla vähemalt 8MW tuulikud, mille optimaalne laba pikkus on 164m (Cien et al 2016). Jällegi, nii tuuliku nimivõimsus kui laba pikkus on mudelis muudetavad parameetrid, mida saab kohandada vastavalt tehnoloogia muutustele.

Tuuliku töötamine võib sõltuda nii ilmastikutingimustest (väikeste tuulekiiruste puhul tuulik ei tööta, näiteks 8MW referentstuuliku korral on minimaalne tuulekiirus 4 m/s ja üle 25m/s tuule korral oleks toodetava energia hulk nii suur, et hakkaks tuuliku ülekandesüsteeme kahjustama) kui sellest, kas tuulik on tehniliselt korras. Viimane jällegi sõltub sellest, kui hästi on tuulik hoolduseks ligipääsetav. Rannikulähedastes tuuleparkides on hooldustöid lihtsam teostada, lainekõrgus on madalam, avamereparkides on küll tuuleolud soodsamad, kuid hooldustöid keerukam teostada. Eesti merealadel tuleb arvestada ka jääoludega, mis võivad takistada tuulikule ligipääsu või tõstavad hoolduskulude hinda (nt jääõhkuja rendikulude võrra). Üldjuhul lähtutakse, et tuulik peab töökorras püsima vähemalt 90-95% aastast.

Eesti mereala puhul mõjutab tuulikule ligipääsu ka jääkate. Püsiva jääkatte puhul võib lihtsustada tuulikule ligipääs, kuid jää tekkeperioodidel ja suuremate hooldustööde puhul võib jää olla takistavaks asjaoluks. Et Põhjamere tuuleparkide puhul püsivat jääkatet ei esine, ei ole ka Euroopas väga palju kogemusi, kuidas jääkate tuulepargi toodangut ja kulusid võiks mõjutada. Esimene jääoludega arvestav tuulepark Tahkoluoto alustas tööd 2017.a. suvel Pori lähedal. Ollakse küll arvamusel, et jääkate seab täiendavad nõudmised alusrajatisele (nt rüsi jää tõttu tekkiv surve), samuti suurendab see tõenäoliselt ehitus- ja hoolduskulusid, kuid mõju suuruse osas uuringuid alles tehakse. Kui ilmnevad täpsemad empiirilised andmed, on võimalik mudelit täiendada jääoludest tingitud parameetriga.

Tuulikute efektiivsust mõjutab ka tuulikute omavaheline vahekaugus, mis sõltub omakorda labade pikkusest. Ekspertide hinnangul on tuulikute puhul optimaalne vahekaugus 1km, mida on mudelis siis kasutatud tuulepargi maksimaalse suuruse kavandamisel.

Alljärgnevalt joonisel on esitatud elektrienergia toodetav kogus mudelis tulenevalt ülaltoodud eeldustest.



JOONIS 2. POTENTSIAALNE TOODETAV ELEKTRIENERGIA KOGUS MUDELI TULEMUSENA

1.2.2. Elektri hulгимüügi hind

Eesti energiamajanduse arengukava 2030 raames on AS Eleringi tellimisel 2013.a. koostatud eesti energiamajanduse arengustsenaariumid, mille raames modelleeriti ka Eesti elektrituru hulгимüügihinda, mis erinevate stsenaariumite lõikes võiks 2030 aastaks tõusta vahemikku 65 kuni 75 €/MWh kohta.

Käesoleva mudelis lähtutakse vaikeväärtusena siiski 2016.a. keskmisest elektri hulгимüügi hinnast (NordSpool Spot) 33 €/MWh. See on tasu, mille saab elektrienergia tootja toodetud ja põhivõrku edastatud elektri eest. Eeldatav elektri hind on mudelis muudetav suurus ja mudeli tulemusi saab simuleerida erineva elektri hinna korral.

Tuleb siiski arvestada, et see lihtsustus võib mudeli tulemusi märgatavalt mõjutada, sest tuuleenergia toodang on suurem hetkedel, mil hinnad on madalad (Green ja Vasilakos 2011; Snyder ja Kaiser 2009). Lihtsustatult, tuuliste ilmade korral toodavad kõik tuulepargid tuult ja suruvad sellega ka elektri hinda alla, mistõttu tuuleenergia müügist saadav tulu võib jääda all keskmise turuhinna. Green ja Vasilakos (2010) on simuleerinud eelnevat efekti ja leidnud, et meretuuleparkide keskmine elektrimüügi hind on umbes 90% keskmisest hinnast.

1.2.3. Taastuenergia toetuskeem

Toodangu müügi kõrval on tuulest energiat tootjate oluliseks tuluallikaks ka taastuenergia toetuskeemid, mille abil tasakaalustatakse taastuenergia tootmisüksuste rajamisega seotud kulud. Kavandatava elektrituruse seaduse muutmise seadusega (Elektrituruse seaduse muutmise seadus (2016)), mis hetkel on Riigikogu menetluses, nähakse ette ka mitmed muudatused taastuenergia toetuskeemides.

Selleks, et tagada toetuse proportsionaalsus tarbijale pandud kohustusega finantseerida toetuskeemi läbi taastuenergia tasu, ei tohi toetatav maht ületada riigi võetud eesmärki. Sellest tulenevalt on seatud piirangud ka toetust saavatele tootjatele. Nii makstakse menetluses oleva seaduse kohaselt edaspidi toetust kuni 01.01.2018 rajatud ja tootmist alustanud tuulikutele ja kuni 12 aasta jooksul tootmise alustamisest nõuetele vastava tootmisseedmega. Nendele tingimustele vastavale tootjale makstakse Eestis taastuvast allikast toodetud elektrienergia toetust 53,7 €/MWh. Uutele tootjatele kehtivad vähempakkumise tulemusena saavutatavad toetuse mahud, mis võivad toetuse taset mõnevõrra vähendada. Kui riigil tekib puudujääk riiklikus taastuvelektri eesmärgis või statistikakaubanduse raames müüdava statistika osas, teeb riik eesmärgi või statistika täitmiseks vähempakkumise.

Lisaks on tuuleenergiast elektri tootjatele seatud ülempiir toodetavale elektrikogusele. Nii saab taastuenergia toetust kalendriaastas kokku kuni 600 GWh toodetud tuuleenergia eest, mis on praeguseks täidetud olemasoleva maismaatuulikute ressursiga. Seega ei teki tarbijale uute meretuuleparkide rajamisest kontrollimatut täiendavat kulu. Samas, vähempakkumise võitnud uutele tootjatele makstakse vähempakkumise hinnast tulenevat toetust, mis katab elektri hulгимүүgihinna ning vähempakkumise hinna vahe.

Vähempakkumisi taastuenergia arendamiseks meretuuleparkides on kasutatud näiteks Taanis ja Hollandis. 2016.a. I poolaastal Hollandis toimunud tuulepargi rajamise ja toetuse saamise õiguse oksjoni tulemuseks oli näiteks elektri hind 72,02 MWh järgmise 15 aasta jooksul, kuid see ei sisalda ülekandekulusid¹. Taanis on viimase, septembris 2016 avaldatud vähempakkumise tulemuseks elektri hinnaks 0,475 DKK/kWh ehk ligikaudu 63,84 €/MWh (Vattenfall AB). Varasematel oksjonitel on hinnad jäänud 90–100 €/MWh vahemikku. Eesti esimest tuuleparki arendav Nelja Energia on hinnanud MWh potentsiaalseks hinnaks Hiiumaa tuulepargis 90€/MWh (Tuuleenergia Assotsatsioon), mis arvestades praegust keskmist elektrituruse hulgihinda annab eeldatava toetuse suurusjärguks 50-55 €/MWh kohta. Tuleb siiski arvestada tehnoloogia areng ning tihenev konkurents võimaldab vähempakkumiste puhul selgelt vähendada tuuleparkide rajamise kulu.

Seega ei ole hetkel Eestis kasutatav taastuenergia toetuse süsteem meretuuleparkide tulu modelleerimisel tulevikuvaates asjakohane, kuid loob siiski teatava referentsväärtuse. Ehk siis mudelis kasutatakse taastuenergia toetuse määrana 53,7 €/MWh. See konstant on muudetav vastavalt praktika käigus ilmnevatele tegelikele vähempakkumiste tulemustele.

¹ Hollandis rajab võimaluse meretuulepargi liitumiseks põhivõrguga põhivõrguettevõtja, seega kajastab see hind Hollandi oksjoni võitja toob ka välja, et sellise hinnapakumise tegemist võimaldas muuhulgas ka planeeritava tuulepargi suurus ja suurte elektritarbimispiirkondade lähedus ehk rajamisel tekib märgatav mastaabiefekt.

Lisaks eelmainitud vähempakkumistel osalemisele tuleb meretuuleparkide puhul kõne alla ka nn paindlikud koostöömehhanismid:

- **taastuenergia statistikaülejäagi müük.** Koostöömehhanismid võimaldavad riikidel, kahepoolsete kokkulepete alusel, müüa taastuenergia toodangu statistilist ülejääki (siseriiklike taastuenergia eesmärkide suhtes) riikidele, kellel ei ole õnnestunud võetud taastuenergia eesmärke saavutada. Saadud tulu kasutatakse taastuenergia toetuste maksmiseks. Statistilise ülekande raames on Eestil võimalik müüa enda taastuenergia eesmärki ületav statistika teisele taastuenergia statistikast huvitatud ettevõtjale. 2015.a seisuga oli Eesti ületanud oma 2020 võetud eesmärgi toota 25% tarbitavast energiast taastuenergia allikatest 0,5 TWh ulatuses. Kui teine liikmesriik on huvitatud üle 0,5 TWh ulatava taastuenergia statistika ostmisest, saab Vabariigi Valitsus korraldada puudujääva koguse tootmiseks vähempakkumise. Vähempakkumise võitnud tootja saab statistilise ülekande lepingu kestvuse ajal saada toodetud energia eest toetust summas, mis ei ületa statistilise ülekande lepinguga teenitud tulu.
- **koostööprojektid** on skeemid, kus taastuenergia projekte arendavad ettevõtted saavad osaleda teiste riikide taastuenergia toetusseemides või arendada teiste riikide ettevõtetega ühiseid projekte.. ehk siis partnerriik või -riigid osalevad taastuenergia toetusseemides.

Taastuenergia toetuse ei ole otseselt riigi kulu, vaid selle maksab kinni elektri tarbija taastuenergia tasu näol. Vastavalt kehtivale elektrituruseadusele on Eestis taastuenergia tasu arvutajaks põhivõrguettevõtja AS Elering, kes avaldab iga aasta 1. detsembril järgmise kalendriaasta taastuenergia tasu suuruse oma kodulehel („Taastuenergia tasu ja võimalikud toetused“).

1.2.4. Tulud tuuleenergiat arendavale ettevõtjale teenust osutavale ettevõtjale

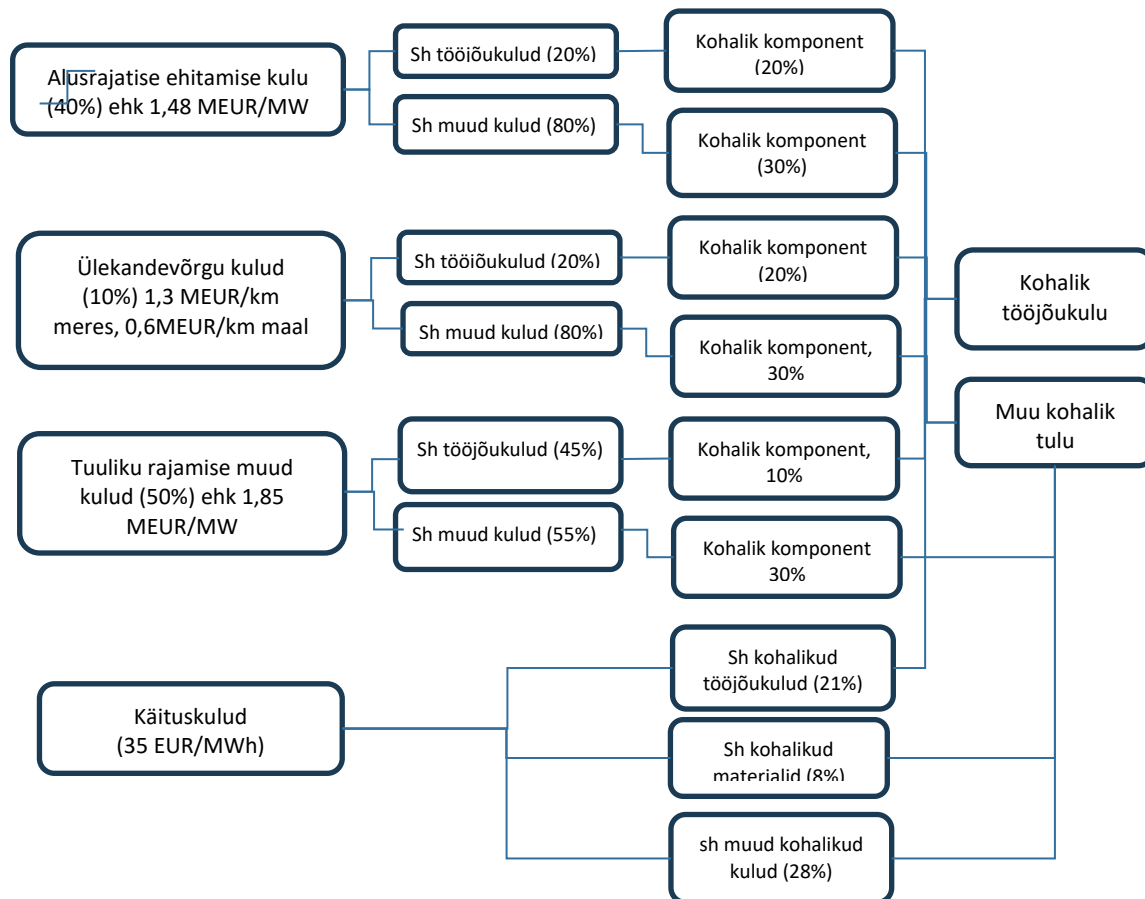
Tuuleparkidega seonduvad teisesed tulud on tarneahelas tuuleenergia arendajale ja tootjale teenust pakkuvate ettevõtjate tulud. Näiteks hooldus- ja logistikateenuseid osutavad ettevõtted, kellele energiatootja kulu on tuluks. Tuulikutega seonduva tööstuse arengut Eestisse ei ole ette näha, küll aga võivad tuulepargid luua juurde töökohti logistika, ehituse ja tuuleparkide hooldusega tegelevates valdkondades. Selle osas, kui suur see mõju võiks olla, on arvamused vastandlikud. Kui Hiiumaa tuulepargi arendajad lubasid hiidlastele 150 töökohta tuulikutepargi rajamise käigus ning 30 tuulikute hooldusega seotud töökohta (Hiiumaa vald) ja veel 20 kaudselt tuulepargi tegevusega seotud lisatöökohta. Tuulepargi rajamisel jäävad kohalikele kanda enamasti lihttööd: transport, ehitustööd jms. Tuuliku käigusoleku puhul on kohalikud töökohad enamasti seotud seire ja lihtsamate hooldustöödega. Keerukamad hooldustööd, seadistamised, tuuliku osade vahetus tehakse tõenäoliselt tuuliku tootja poolt volitatud hooldajate poolt, kes asuvad pigem Lääne-Euroopas. Erinevad uuringud hindavad tööjõu vajadust tuulepargi rajamisel 7-st – 25 täistöökohta ekvivalentini MW kohta rajamisperioodil (IEDC 2013), käiduperioodil aga ca 0,1 – 0,4 täistöökohta ekvivalenti aastas MW kohta. Tuleb siiski arvestada, et kohaliku tööjõu kaasamise ulatus sõltub kindlasti ka sellest, kuivõrd ja millise kuluga on saada spetsialiseeritud tööjõudu. Rootsi Blekinge regiooni Taggeni tuulepargi rajamise eelhindamisel on Kagu-

Rootsi energiaühendus² hinnanud kohaliku komponendi osatähtsuse tööhõives tuulepargi rajamisel umbes 5-10%-le ja käiduperioodil 90%-le (BEA-APP, 2017). USA-s tuuleparkide majandusliku mõju hindamisel kasutatav mudel JEDI hindab tuulepargi rajamisperioodil keskmiseks kohaliku komponendi osakaaluks 10% ja käidukulude puhul 45% (Lantz, 2013). Seega kui Eesti suudab välja arendada märkimisväärse kompetentsi tuulikute hoolduses, on võimalik kohaliku komponendi osakaalu märkimisväärselt tõsta.

Mudel on kohaliku komponendi mudeldamisel lähtunud BVG Associates poolt UK valitsuse tellimisel tehtud analüüsist UK meretuuleparkide kulukomponentide jagunemine kohta (BVG Associates 2010). UK kogemus ei ole küll üks-üheselt Eestile ülekantav, kuid paremate andmete puudumisel on mudel koostatud UK andmete põhjal. Täpsemate andmete ilmnemisel saab mudelis jällegi vastavaid proportsioone kohandada.

Alljärgneval joonisel on kokkuvõtlikult esitatud tuuleenergia potentsiaalne lisandväärtus arvestades nii toodetud elek

JOONIS 3. KOHALIKU TULUKOMPONENDI KUJUNEMINE



Allikas: autorite koostatud BVG Associates 2010 uuringu andmetele tuginedes

² <https://www.balticenergyareas.eu/regional-pilot-projects/blekinge>

1.3. Riigi tulu meretuuleenergia tootmisest

Riik saab meretuuleenergiast tulu ennekõike energiakaubandusest ja hoonestusõiguse tasust.

Meretuulepargi puhul maksta elektrituruseaduse kohaselt (RT I, 30.06.2017, 27, §92³) ka hoonestusõiguse tasu 7% tootmismaa Eesti keskmise väärtuse alusel arvatud hinnast tuuleelektrijaama ehitisealusest pindala kohta. 2001.a. korralise maa hindamise tulemusena on tulemuste alusel arvatud Eesti keskmine tootmismaa väärtus on 1,09 eur/m²³, seega 1,09 miljonit eurot km² kohta. Tuuleelektrijaama ehitisealuse pindala hulka arvestatakse ka tuuleelektrijaama koosseisu kuuluvate üksikute tuulikute vahelised kuni 1000-meetrised vahemaad ja tuuleelektrijaama teenindamiseks vajalike rajatiste ehitisealune pind. Pärast ehitusloa väljastamist kuni tuuleelektrijaama kavandatud otstarbel kasutamise alguseni tuleb hoonestustasu maksta kümme protsenti eelpool mainitud tasumäärast. Hoonestustasu tuleb maksta täismääras alates tuuleelektrijaama kavandatud otstarbel kasutamise algusest. Kavandatud otstarbel kasutamise alguseks loetakse hetke, kui tuuleelektrijaam annab esmakordselt võrku elektrienergiat.

Põhivõrku edastatud elektrilt saab põhivõrgu ettevõtte (AS Elering) ülekandetasu, mis on suurusjärgus 1,28 senti/kWh ehk 12,8 eurot MW/h. Ülekandetasu kasutatakse sihtotstarbeliselt energia varustuskindluse tagamiseks ning seega ei ole otseselt tegemist tuluga, vaid pigem tasuga võrgu kasutuse eest. Kuigi EL seadusandlus võimaldab küsida ülekandetasu nii tootjatelt kui tarbijatelt, maksavad Eestis tänase seisuga ülekandetasu ainult põhivõrguga liitunud tarbijad ja seega mudelis ei ole põhivõrgu ülekandetasu käsitlemine asjakohane.

Elektriaktsiis on tarbimismaks, millega maksustatakse tarbitud elektrienergiat. Elektrienergia aktsiisimääraks on 4,47 eurot MW/h kohta. Lisaks lisandub tarbitud elektri hinnale ka käibemaks 20%.

Et Eestis maksutatakse vaid elektri tarbimist ja tarbitav elekter ostetakse NordPool elektribörsilt, ei saa riik otseselt energiatootmisest ei põhivõrgu ülekandetasu ega maksutulu.

Riik võib meretuuleenergiast saada täiendavalt tulu kaudselt tuuleenergiasektorile teenust pakkuvate ettevõtete käibelt ning tööjõukuludelt (vt ka ptk 2.4).

- Teenust pakkuvate ettevõtete poolt loodud lisandunud väärtust, mida vastavalt maksustada käibemaksuga. Käibelt laekub käibemaks 20%, kuid vaid siis, kui tuuleenergia tootja on Eestis registreeritud äriettevõtte. Kui on tegemist mõne välisriigi ettevõttega, siis on tegemist teenuste/kaupade ekspordiga ning seda maksustatakse 0% käibemaksuga.
- Teenust pakkuvate ettevõtete palgakulu, millelt on võimalik arvutada sotsiaal- ja tulumaks. Tööjõukuludelt laekub riigile sotsiaalmaks 33% palgafondilt ning 20% tulumaksu brutopalgalt, mis kokku moodustavad tööjõukuludest 40%.

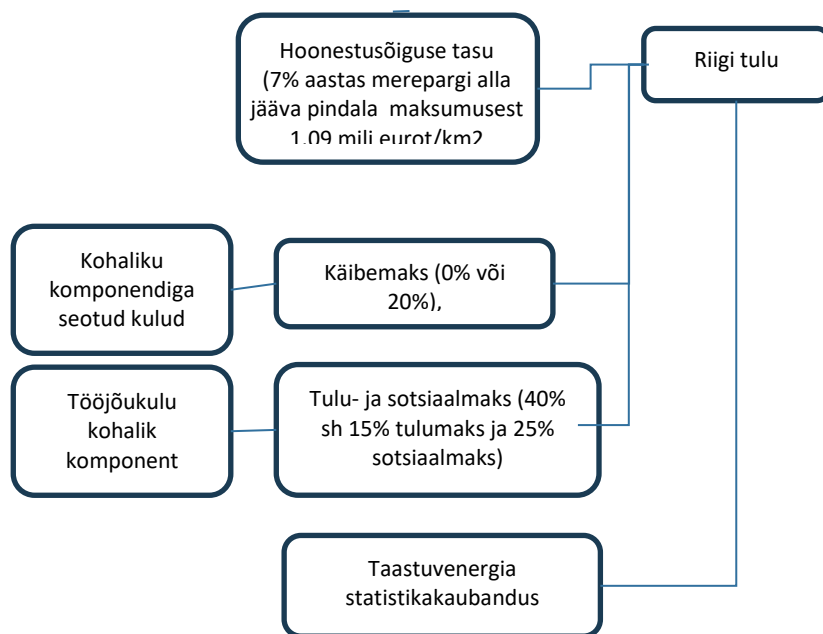
Paraku on mõlemad ülaltoodud väärtused väga hüpoteetilised, mistõttu nendesse arvutustesse tuleb suhtuda äärmise ettevaatusega ja need pigem iseloomustavad võimalikke suurusjärke.

Eeltoodule lisaks on riigil võimalik saada tulu ka **taastuenergia statistikakaubandusest**, kuid seda pigem madalama elektri hinna ning elektritootmisest tekkiva täiendava lisandväärtuse ja tööhõive kaudu. Selle tulu suurus on keeruline hinnata, kuid nt Eesti Energia on hinnanud, et taastuenergia

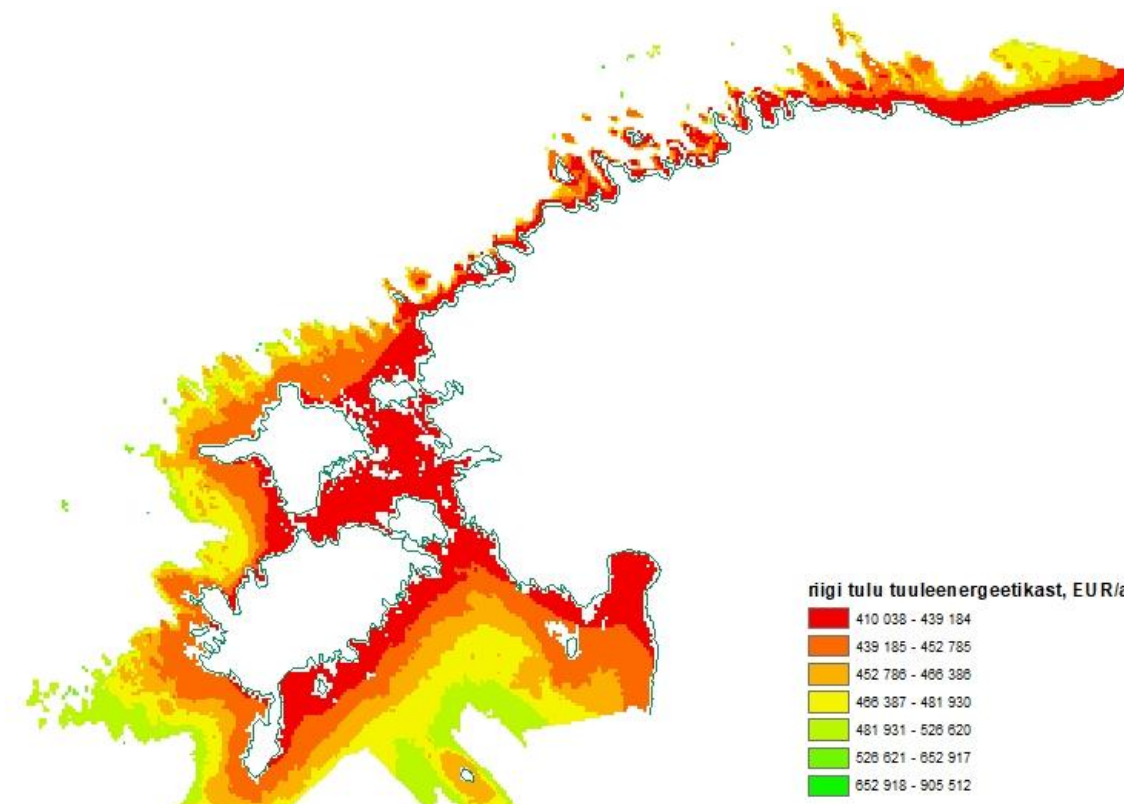
³ Päringu vastus Maaametist, 11.12.2017.a.

kaubandusest võiks neile tekkida täiendavalt käivet 60 miljoni eurot aastas, seda küll peamiselt biomassi põletamise teel.

JOONIS 4. RIIGI TULU TUULEENERGEETIKAST



Allikas: autorite koostatud



JOONIS 5. POTENTIAALNE RIIGI TULU TUULEENERGIAST MUDELI TULEMUSENA

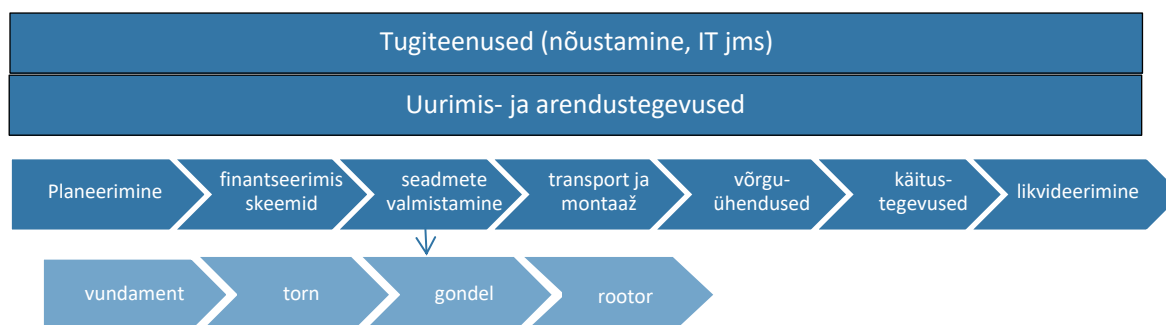
1.4. Tuuleenergia kasutamisega seonduvad kulud

1.4.1. Tuulepargi rajamise kulud

Kuna tuuleenergia iseloomulik omadus on see, et kulutused kütusele puuduvad, siis on tuuleenergia peamiseks kuluks just tuulepargi rajamisega seotud kulud, mis moodustavad erinevatel hinnangutel ligikaudu 75 protsenti kogu projekti vältel tehtud kulutustest.

Tuuleenergia lisandväärtuse kujunemise protsess on toodud järgneval joonisel.

JOONIS 6. TUULEENERGIA VÄÄRTUSAHELA KOMPONENDID



Allikas: <http://www.owia.de/images/PA20140319/PwC-Volle-Kraft-aus-Hochseewind-PA.pdf>

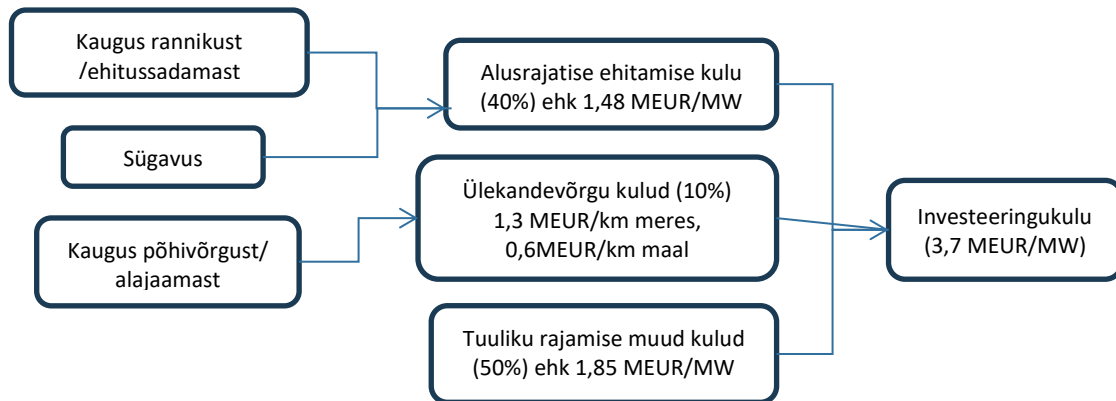
Kirjanduses on välja toodud erinevaid meretuulikut kapitalikulu jaotusi (vt tabel 1), kuid laias laastus võib rajamiskulud jagada viie kulukomponendi vahel:

- turbiinid;
- elektrisüsteem ja ühendused põhivõrguga;
- rajamise kulud (alusrajatis, logistika, paigalduskulud)
- tööjõukulud (inseneeria)
- muud kulud (jäävad alla 5% kogukuludest).

TABEL 1. . KAPITALIKULUDE JAOTUMINE ALAMKATEGOORIATESSE

Kitzing, L. ja Morthorst, P. E. (2015)	Kapsali, M. ja Kaldellis, J. K. (2012)	Barthelmie, R. J. ja Pryor, S. (2001)	Kulutase me sõltuvus asukohast meres
<ul style="list-style-type: none"> • Turbiinid • Elektriseadmed ja juhtmestik (merel) • Elektrivõrgu ühendus (maismaal) 	<ul style="list-style-type: none"> • Turbiinid • Elektriline infrastruktuur 	<ul style="list-style-type: none"> • Turbiinid • Sisene elektrivõrk • Elektrisüsteem • Ühendus elektrivõrguga 	<ul style="list-style-type: none"> • ei sõltu • Kaugus sobivast alajaamast
<ul style="list-style-type: none"> • arendus ja inseneritöö 	<ul style="list-style-type: none"> • arendus- ja inseneritöö 	<ul style="list-style-type: none"> • Inseneritöö ja administreerimine 	<ul style="list-style-type: none"> • ei sõltu, kuigi iga tuulepark vajab eraldi analüüsi • sügavus • kaugus rannikust • Kaugus teenindavast sadamast
<ul style="list-style-type: none"> • Alusrajatis • Rajamine 	<ul style="list-style-type: none"> • Toetav struktuur • Logistika ja installeerimine 	<ul style="list-style-type: none"> • Rajamine 	
<ul style="list-style-type: none"> • Finantskulud • Muud kulud 	<ul style="list-style-type: none"> • Muud kulud 	<ul style="list-style-type: none"> • Muud kulud 	<ul style="list-style-type: none"> • ei sõltu

JOONIS 7. TUULEPARGI RAJAMISEGA SEOTUD KULUD (INVESTEERINGUKULUD)



Allikas: autorite koostatud

Meretuulepargi rajamise kulu kohta saab kasutada vaid hinnangulisi andmeid, kuna täpsem kogemus Eesti merealadel paraku veel puudub. Rahvusvaheline taastuvenergia Agentuur IRENA tõi oma 2012.a. uuringus, et Euroopa meretuuleparkide rajamise keskmine kulu 2010.a. oli 4000 – 4500 USD/kW ehk siis ligikaudu 3760 – 4230 €/kW ehk siis umbes 3,7 – 4,2 miljonit eurot 1 MW kohta. See on samas suurusjärgus kui energiatalgud.ee lehel avaldatud meretuuleenergia rajamiseks vajaliku investeeringu maksumus (2,8–4.4 miljonit eurot MW kohta) (Energiatalgud.ee, 2016). Tuleb siiski arvestada, et IRENA uuringus vaadeldud tuuleparkide rajamist on alustatud enne 2011.a. ning tehnoloogia kiire areng on rajamise kulusid siiski mõnevõrra alandanud. Samuti hõlmavad need kulud ka mitmeid süvameretuuleparke, kus tuulikute paigaldamine on kallim. Samuti sisaldavad IRENA andmed kõiki tuulepargi rajamisega seotud kulusid sh põhivõrguga ühendamise kulu, projektijuhtimise ja finantseerimise kulusid, kapitalikulu. IEA Wind poolt tellitud analüüsis, mis valmis 2016.a. ning mille käigus modelleeriti samuti Euroopa riikide senise kogemuse põhjal meretuuleparkide kapitali- ja käituskulusid, kujunes 4 MW referentstuuliku rajamise kuluks 3,6 miljonit eurot ühe MW kohta **Sellest tulenevalt on mudelis võetud arvestuse aluseks 3,7 miljoni eurot 1 MW kohta**, arvestades, et see sisaldab kõiki meretuulepargi rajamisega seotud kulusid. See parameeter on muudetav, kui ilmneb täpsemat infomatsiooni.

Tuulepargi rajamise lõpliku maksumuse määrab siiski tuulepargi asukoht ja seal valitsevad tingimused. Eri tööde hinnangul on meretuuliku ehitus 1,6 kuni 1,9 korda kallim kui maismaatuulik. Samas prognooside järgi väheneb vahe tänu tehnoloogilise progressile 1,5-ni. (Green ja Vasilakos 2011)

Meretuulikute investeeringukulud hõlmavad järgmisi kulukomponente.

Meretuulikute tehnilise kulud

Tuuliku tehnilised detailid nagu rootor, labad ja ülekandesüsteem moodustavad suurima osa investeeringust ulatudes IRENA uuringu kohaselt isegi 2/3-ni kogu investeeringukulust. Samas tuuakse uuringus välja, et meretuulikute puhul on tuuliku endaga seotud kulud suhteliselt madalamad (ca 30-50% kogu investeeringu mahust) võrreldes rajamise ja võrguühenduste kuludega. (IRENA 2012). Tüüpiliselt on meretuulikute turbiinid 20 protsenti kallimad kui maismaal ja torn ning tugirajatis on 2,5 korda kallim sarnase suurusega maismaa rajatise hinnast. See teeb turbiinidest siiski kõige kulukama osa meretuulikute projekti investeeringutest. (Kitzing ja Morthorst 2015). Arvestades, et Läänemere

puhul kasutatakse juba läbiproovitud tehnilisi lahendusi, siis pakume kasutada mudelis meretuuliku tehniliste ehk merealast mittesõltuvate kulude osakaaluna 50%.

Logistika ja paigaldus

Nii tuuliku alusrajatise kui tuuliku püstitamise seotud **rajamiskulud** on tüüpiliselt teine suurim kulu peale turbiinide, olles ligikaudu 15 – 25% kogu investeeringu mahust, kuid ei pruugi alati olla nähtav kulujaotuses, kuna kajastub turbiinide, rajatise ja elektrivõrgu ühendusse integreeritud osana. On selge, et logistika ja paigalduse kulud on kõige enam mõjutatud tuulepargi asukohast. Green ja Vasilakos (2011) on välja pakkunud oma uuringus meretuuliku rajamise kulude sõltuvuse vee sügavusest ja kaugusest rannast, mida on ka mudelis vastavalt arvestatud. Selleks koostati alltoodud tabeli põhjal tuletatud tuuliku kuluteguri sügavuse ja kauguse võrrandid:

Sügavus ($y(s) = \max(1, y)$). $y = \exp(-0,1816915 + 0,0116625 * \text{sügavus})$

Kaugus: ($y(k) = \max(1, y)$). $y = 0,9913205 + 0,0020186 * \text{kaugus rannast}$

TABEL 2. MERETUULIKU RAJAMISE KULU SUURENEMINE VÕRRELDES VEE SÜGAVUSEGA JA KAUGUSEST SADAMAST

Vee sügavus (m)	Kaugus rannast/sadamast (km)							
	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–100	100–200	>200
10–20	1	1,02	1,04	1,07	1,09	1,18	1,41	1,60
20–30	1,07	1,09	1,11	1,14	1,16	1,26	1,50	1,71
30–40	1,24	1,26	1,29	1,32	1,34	1,46	1,74	1,98
40–50	1,40	1,43	1,46	1,49	1,52	1,65	1,97	2,23

Allikas: Green ja Vasilakos, 2011

Alusrajatise maksumus

Suuruselt kolmandaks kulutuseks on üldiselt alusrajatis, mis moodustab ligikaudu 20 protsenti kogu investeeringu mahust (Kitzing ja Morthorst 2015). Võrrelduna maismaa tuuleparkidega on peamised erinevused kulu struktuuris alusrajatise enda maksumus, mis sõltub tugevalt vee sügavusest, aga ka alusrajatiseks kasutatud tehnoloogia tüübist. Lisaks sellele ka alajaam ning kaablid, mis on vajalikud elektrivõrguga ühendamiseks on oluliselt suurem lisakulu, kui maismaa projektide puhul, moodustades 13-21 protsenti kogu kuludest. (Kitzing ja Morthorst 2015).

ETA hinnangul moodustavad maismaatuulikute puhul vundamentide ehitus ja logistika umbes 15% tuuliku rajamise kuludest, siis meretuulikute puhul on see osakaal 40% ringis. Oleme mudelis kasutanud osakaaluna samuti 40%

Ülekandevõrgu kulud

Meretuulikute rajamiskulu sõltub ka olemasolevate elektrivõrkudega ühendamise võimalustest. Tuulepargi rajamisega seotud ülekandevõrgu kulusid mõjutab piisava läbilaskevõimsusega põhivõrgu kaugus rannikualal Rannikuäärsete alajaamade lähedus vähendab rajamisega seotud kulusid. Uute

alajaamade ja võrguühenduste väljaehitamine aga tõstab rahastamiskulusid. IRENA uuringu kohasel moodustavad võrguühenduste kulud meretuuleparkide puhul ca 15-25% koguinvesteeringust.

Kaabelliinide ehitamise hinnad sõltuvad planeeritava tuulepargi võimusest. Nt 110 kV kaabelliinide puhul tuleks arvestada, et saab ühendada kuni 100 MW tuulepargi, 110 kV õhuliini puhul 200 MW ja 330 kV õhuliini puhul kuni 1000 MW tuulepargi. Kaabelliinide orienteeruvaks maksumuseks võib AS Eleringi hinnangul kujuneda 110 kV merekaabel 1,3 miljonit €/km, samaväärse maakaabli puhul 0,6 miljonit €/km. Samuti tuleb arvesse võtta, et nendele kuludele lisandub veel kaabel(õhu)liini ühendamine alajaama, mille maksumus sõltub tuulepargi suurusest, olemasoleva alajaama asukohast jne. Olenevalt ühenduspunktist ja liidetavast võimsusest on suure tõenäosusega vajalik teostada ka olemasoleva võrgu tugevdusi, mis ei ole ühe keskmise numbrina esitatav, vaid sõltub väga tugevasti võrgu liitumispunti asukohast ja liidetavast tuulepargi võimsusest. Seetõttu hinnatakse neid täpsemalt juba konkreetse tuulepargi tehniliste tingimuste taotlemise raames⁴. Lähtuvalt eeltoodust on mudelis arvestuse aluseks võetud minimaalselt **100 MW** tuulepargid ning ülekandevõrgu kulud, mis sisaldavad kaabli paigaldust on hinnatud umbes kuni 5-10%-le investeeringu maksumusest.

Ülekande infrastruktuuri puhul tuleb eelnevale lisaks arvestada, et tuuleenergeetika vajab tasakaalustavaid jaamu, mis võivad olla hüdropump-elektrijaamad, gaasijaamad, elektriakud, kütuse elemendid, hoorattad või suruõhk. Neid kõiki maailmas kasutatakse, seega oleks mõistlik rakendada neid ka Eestis. Enamlevinud tehnoloogiateks on gaasimootoril töötav jaam, mis maksab 0,6 miljonit eurot/MW ja hüdropump-elektrijaam, mille kulu on 0,7-1 miljonit eurot /MW. (Kruus 2011). Seega võivad ka need kulud kaudselt lisanduda tuulepargi rajamise kulule, kuid seda võib ka lahendada olemasoleva elektrisüsteemi baasil. Kuna määramatus, kas üldse need kulud tekivad ja kui tekivad, siis kes neid kannab, on piisavalt suur. siis neid praegu mudelisse lisatud ei ole. Juhul kui selleks tekib vajadus, saab selle võtta tõsta tuuliku rajamise kulu koefitsienti.

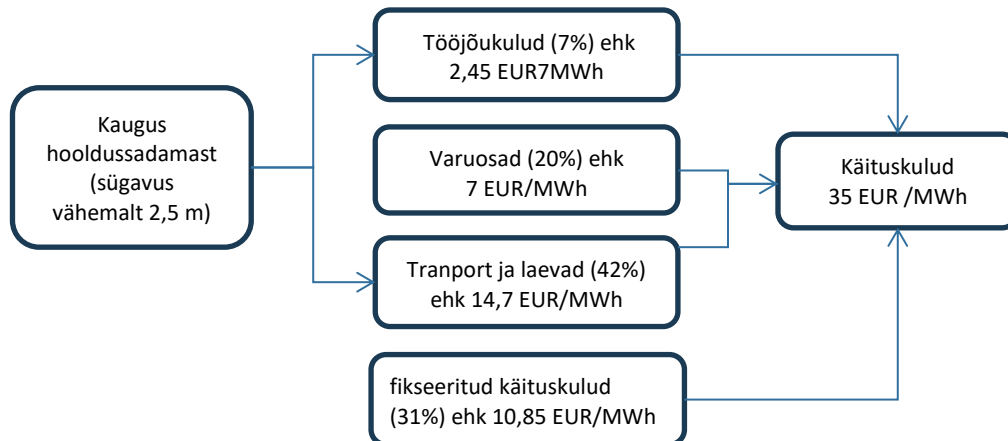
1.4.2. Käituskulud

Tuuleparkide käituskulud sisaldavad kõiki kulusid, mis on vajalikud tuuleparkide töös hoidmiseks sealhulgas nii hoolduskulud, paranduskulud, tagavaraosade maksumus, ligipääsu platvormile ja turbiinidele, administreerimist (Kitzing, ja Morthorst 2015).

Käituskulud on meretuuleparkides võrrelduna maismaa tuuleparkidega oluliselt suuremad ja sõltuvad tuulepargi kaugusest rannikust ja teenindavast sadamast. Samas muutuvkulude suurus on väga kõikumine ja asukohast tulenev. Tehnoloogia arengul on samuti olnud märkimisväärne mõju käituskulude trendidele. Näiteks USA-s on täheldatud ligemale kolmekordset vähenemist käituskuludes MW/h kohta viimase kolmekümne aasta jooksul (IRENA 2012). Avamere tuuleparkide optimaalsed hooldustehnoloogiaid arendatakse järjepidevalt eesmärgiga töötada välja kulutõhusad meetmed, tõstes hooldustööde usaldusväärsust, parandades ligipääsu ja pakkudes välja uusi hooldus- ja tugistruktuure ning seega võib oodata olulist kulude vähenemist antud valdkonnas (Kapsali ja Kaldellis 2012).

⁴ Elering AS, vastus järelepärimisele.

JONIS 8. MERETULEPRAKIDE KÄITUSKULUD



Allikas: autorite koostatud

Samas, Läänemere rajatavate tuuleparkide puhul tuleb arvestada ka püsiva jääkatte mõjuga, mis võib mõjutada tuulikute hooldust ja põhjustada jää tekke ja jää mineku perioodil kõrgemaid kulusid. Püsiva jääkatte mõju kohta tuulikute hoolduskuludele on kogu maailmas väga vähe kogumust. Meretuuleparkide käituskulud on seega väga projektispetsiifilised ning seega tuleb nende suuruse hinnangutesse suhtuma väga ettevaatlikult. IRENA uuringus pakutakse tuuleparkide keskmiseks hoolduskuludeks 27 – 48 USD/MWh kohta ehk siis 25 – 45 €/MWh kohta. Mudelis oleme võtnud parameetriks selle vahemiku keskmise ehk **35 €/MWh** kohta. Juhul, kui on võimalik saada täpsemad andmeid, on parameetri väärtust võimalik mudelis muuta.⁵

Dinwoodie *et al.* (2015) näitasid oma analüüsis, et käituskulude jagunemine eri kulukomponentide vahel sõltub tuuliku võimsusest. Mida suurem on tuulik, seda suurem on tagavaraosade vahetamise kulu ja väiksem personalikulud. näiteks 5 MW tuuliku puhul moodustavad remondikulud 24%, 42% transpordikulud, personalikulud vaid 7%. See on samas suurusjärgus IEA tellitud uuringu tulemustega (Smart *et al.* 2016), kus transpordikulud moodustavad samuti 42% ning personalikulud 7%, varuosad aga 20%. **Seetõttu on ka käesoleva mudelis jagatud käituskulud vastavalt: personalikulud 7%, transpordikulud 42%, varuosad 20% ja fikseeritud administreerimiskulud, mis ei ole seotud otseselt mereala logistikaga (nt süsteemi ja seadistuskulud jms) moodustavad 31%.**

Samal ajal kui käituskulud on energiatootjale kulud, siis teistele, teenust osutavatele sektoritele on need tulud. Käitamiskuludest saavad tulu hooldusteenuseid osutavad ettevõtted, hoolduslaevad omanikud ja sadamad. See, mil määral saavad tuulikutele tehtud kuludest kasu Eesti riik ja kohalikud elanikud sõltub sellest, kes vastavaid teenuseid osutavad. Nii on leitud, et tuulikute tootmine tekib pigem suurte turgude lähedusse, eriti piirkondadesse, kus nõutakse kohalikku sisendit. Samal ajal kui hooldusteenuste ja logistika puhul on rohkem ruumi lokaalsete teenuste arendamiseks.

⁵ Nt Ernst & Young Baltic AS poolt tehtud uuringus leiti, et UK meretuuleparkide puhul on hoolduskulud aastas umbes 28 €/MWh kohta.

1.4.3. Tuulepargi likvideerimise kulud

Asjakohane oleks arvestada tuulikupargi rajamisel ka tuulikupargi likvideerimise kuludega tulevikus. Paraku infot tuuleparkide likvideerimiskulude kohta napib. Seni on Euroopas vaid üks kogemus Rootsis, kus tuulikupark likvideeriti, kuid sellel projektil olid spetsiifilised lõpetamise põhjused ning need kulud ei ole seega ülekantavad. Praegu kasutuses olevate tuulikuparkide kasutusiga on kavandatud 20-25 aastat⁶. Peale seda on valida kolme võimaluse vahel: a) eluea pikendamine b) renoveerimine või c) likvideerimine (Bulder et al 2016). Eluea pikendamise korral jätkatakse tuulepargi tööd tavapärasel moel tagades jooksvad hooldustööd ja osalise uuendamise. Renoveerimise puhul kasutatakse ära olemasolevaid alusrajatise ja elektrisüsteemi ning vahetatakse välja turbiinid. Kuigi alusrajatiste ja elektriülekanalite eluiga on kavandatud ca 40-50 aastale, siis üha võimsamate tuulikute kasutuselevõtt ja sellega seoses ka suurema läbimõõduga labade kasutus esitab kõrgemad nõudmised tuulikute vundamendi läbimõõdule, kandevõimele kui ka elektrisüsteemi läbilaskvusele. Kui sellega ei ole arvestatud tuulepargi rajamisel, kaasnevad renoveerimisel ka täiendavad kulud vundamendi tugevdamisele ning elektrisüsteemi uuendamisele.

Likvideerimise (ingl k *decommissioning*) puhul tuulepargi töö lõpetatakse. Tuulepargi lõpetamise kulud sõltuvad tingimustest, mis on seatud likvideerimisele. Näiteks elektrikaablite eemaldamine võib tekitada elustikule rohkem häiringuid, kui kaabli jätmine merre, samas kaasneb viimasega siiski keskkonnareostuse risk, kui kaabel merepõhjas lagunema hakkab. Tuulepargi tegevuse lõpetamisel on küsitav, kas vette rajatud vundamendid tuleb lammutada. Kuna alusrajatise kasutamise aja vältel tekib nendele uus elukeskkond (toimivad merepõhjas kui nn kunstriffid), siis looduskaitse seisukohast tekitaks vähem kahju vundamendiplokkide säilitamine merepõhjas, samas kui laevateede ohutuse ja mereehituse (nt kaablite rajamine) kontekstis oleks asjakohane vundamendiplokkid lammutada. Tuuliku lammutamisel tekkivad ehitusjäätgid uputatakse kas merepõhja või kaadamisaladele. Et meretuuleparkide lõpetamise kogemus on seni veel väheldane, siis on ka vastavaid referentse väga vähe. USA teadlaste poolt tehtud uuringus (Kaiser et al 2011) hinnati tuulepargi likvideerimise kuluks ca 100 000 - 160 000 USD/MW ehk ca 85 000 – 135 000 EUR/MW kohta, mida on kasutatud hinnanguliseks näitajaks ka käesolevas mudelis. Tegemist on parameetriga, mida kasutaja saab mudelis muuta vastavalt oma soovile.

1.5. Muud asjaolud ja piirangud tuulepargi rajamisel

Tuuleenergia tootmiseks sobilike alade puhul tuleb arvestada juba olemasolevate piirangutega. Piirangud võib jagada kaheks:

- jäigad piirangud tulenevad juba olemasolevatest infrastruktuuri ehitistest, mis välistavad tuulikute rajamise. Selleks on nt merekaablid, torustikud, radarid, teiste tuuleparkide lähedus (BASREC). Arvestades, et tuulikute vahekaugus on piisavalt suur (4- 6 MW puhul 1-1,5 km), siis on võimalik tuuliku asukoht valida selliselt, et olemasolevat infrastruktuuri ei kahjustata.
- pehmed piirangud, mille puhul tuulepargi rajamine on võimalik muutes kehtivat seadusandlust või mereala kasutust. Siia kuuluvad loodukaitsealad, meresõiduteed, kalastuspiirkonnad.

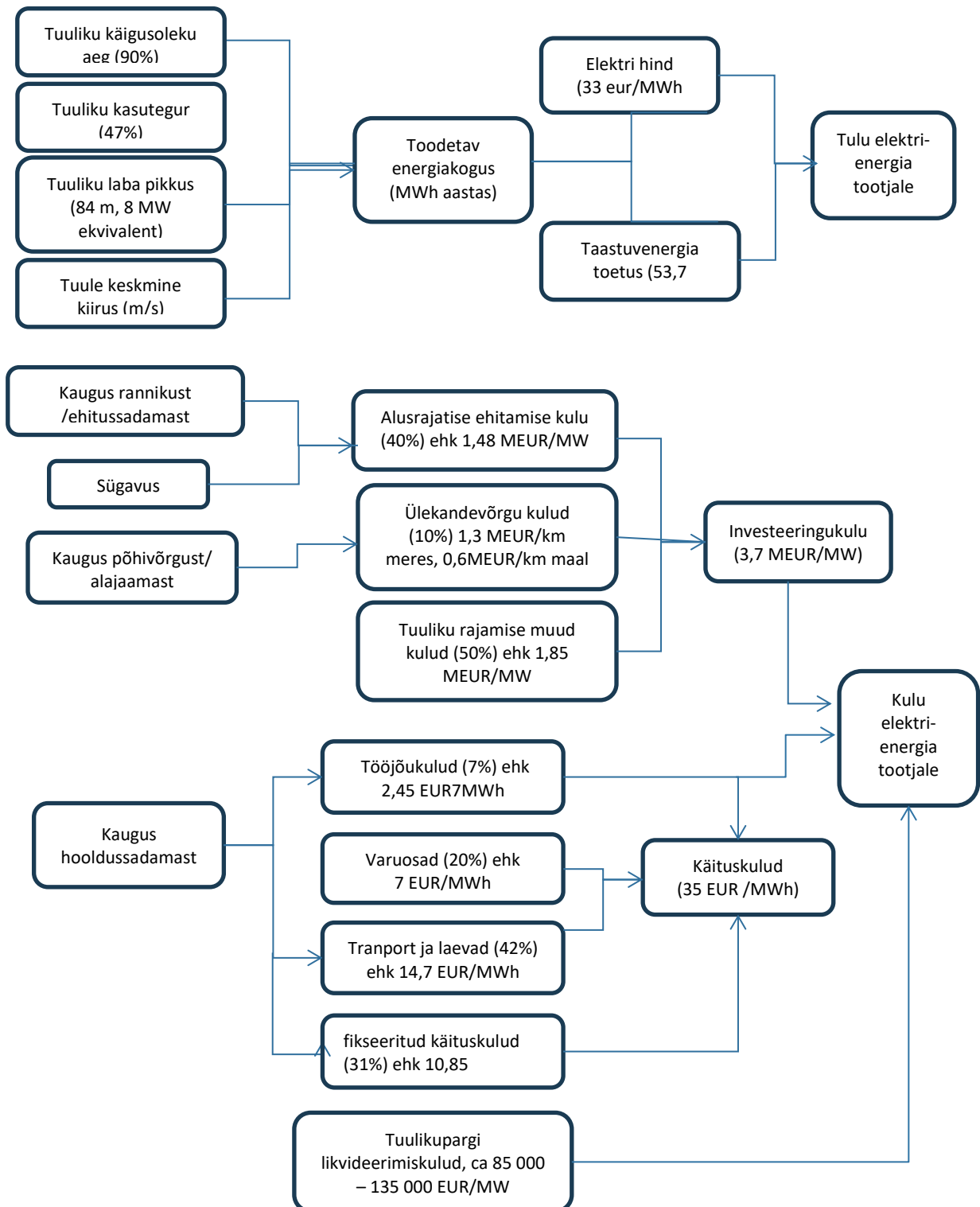
⁶ Seejuures peetakse silmas projekti tehnilist eluiga, majanduslik eluiga on sageli veel lühem, ca 15 aastat ehk keskmine toetuse kestuse aeg.

Kaudsete kasuteguritena tuleb mereenergeetika arendamisel võtta arvesse tuulepargi rajamisega ja hooldamisega loodavate töökohtade arvu ning riikide võimalust täita kohustuslikke taastuvenergeetika eesmäärke.

Samuti tuleb arvestada, et meretuuleparkide puhul ei ole välistatud mereala alternatiivsed kasutused: tuulikute vahelist ala saab kasutada nii meresõiduks kui vesiviljeluseks (nt karbikasvatus). Tuulepargi alad on kaladele atraktiivseks elupaigaks ning seal saab tegeleda vesiviljelusega. Tuuleparkide alasid võivad läbida kohalikuks liikluseks kavandatud veeliiklusalad, mida on võimalik põhjendatud vajaduse korral suhteliselt väikeste kuludega muuta. Tuuleenergia ekspertide sõnul ei ole kohalik väikelaevaliikluse piiramine tuulepargi alal vajalik, sest tuulikute vahekauguses on nii suured, et seal vahel võib väikelaevadega liigelda. Samas tekivad tuulegeneraatorite tegevuse tulemusena tuulekeerised, mis muudavad näiteks purjetamise tuulepargi alal ebasoodsaks. Seega, kuigi veeliiklusalade väljajätmine tuuleenergeetika tootmise alast ei ole asjakohane, tuleb siiski arvestada, et tuulepargil võib olla mõningane ebasoodne mõju väikelaevaliiklusele. Samuti jääb tuulepargi arendajale õigus oma edasiste otsustega piirata mereala kasutust näiteks ohutuse tagamise argumentidele tuginedes.

Tuuleparke ei tohi rajada rahvusvahelistele laevateedele, aga kuna tuuleparkide rajamise eelistatav sügavus on kuni 30 m, siis ei ole see piirang tuulepargi asukohtade määramisel olulise tähtsusega. Samuti piiravad tuulepargi asukoha valikud looduskaitsealised alad ja lindude rändeteed.

JOONIS 9. TUULEENERGIAST SAADAVA MAJANDUSLIKU KASU KONTSEPTUAALNE MUDEL



Allikas: autorite koostatud

2. Eesti meretranspordist saadava majandusliku kasu mudel

2.1. Alammudeli eesmärk

Meretranspordi mudeli eesmärk on näidata igal Eesti mereala km²-l meretranspordist saadav majanduslik kasu, sh eristada ettevõtja ja riigi kasu võrreldavalt teiste mereala kasutusvõimalustega. Meretranspordi mudeli koostamise tulemusena tuleb tõdeda, et meretranspordist saadavat kasu merealal on keeruline hinnata, kuna oluline osa sellest tekib kaldal meretransporti teenindavatel tegevusaladel, mitte merel. Uuringud on näidanud, et enamus laevandussektoris loodavast lisandväärtusest tekib kaldal tegutsevate laevandusfirmade tegevusest (70% lisandväärtusest), mitte laevade peal (30%) (Danish Shipowners' Association, 2010). Seetõttu lähtutakse meretranspordi mudeli koostamisel kolmest erinevast mõju tasandist: meretranspordiga kaasnev otsene mõju, meretranspordiga kaasnev teisene mõju ja meretranspordist tekkiv indutseeritud mõju (inglise keeles *induced impact*). Mudeli meetodika on sarnane Oxford Economicsi 2014.a. uuringule [Oxford Economics, 2014].

Kontseptuaalses mudelis kirjeldatakse kõiki kolme mõju tasandit ja nendes sisalduvaid komponente, kuid piiratud andmete tõttu indutseeritud mõju empiirilises mudelis ei hinnata. Samuti pole võimalik meretranspordi mõju hindamisel eristada seda iseloomustavate mõjukomponentide tulu- ja kulukomponente, mistõttu kasutatakse hinnangu andmiseks agregeeritud lõpptulemeid ehk kasunäitajaid ja seetõttu nimetatakse mõju tasandeid esmaseks, teiseseks ja indutseeritud kasuks. Mudelis on võetud eelduseks, et esmane kasu meretranspordist tekib merel toimuvast laevaliiklusest ning teisene ja indutseeritud kasu laevaliikluse teenindamisega seotud tegevustest maismaal.

2.2. Meretranspordi sektori ülevaade

Käesolevas uuringus lähtutakse meretranspordi sektori määratlemisel TTÜ Mereakadeemia merendussektori majandusmõju uuringus (Hunt *et al.* 2016) kirjeldatud meremajanduse piiritlesest. Eesti merendusklaster koosneb erinevates alamklastritest, mis on omavahel läbi erinevate tegevuste tihedalt seotud:

- laevandus;
- sadamate töö;
- kalapüük ja vesiviljelus;
- laevaehitus;
- vesiehitus ja süvendamine;
- huvilaevandus ja rekreatsioon;
- merendusala teenindus- ja vahendustegevus;
- avalik sektor, teadus ja haridus.

Lähtuvalt käesolevas uuringus kasutatavast meetodikast (vt eelmine alapunkt), mis eristab kolme erinevat kasu tasandit, analüüsitakse esmase kasu hindamisel laevandustegevusega ja vesiehituse ja süvendamisega seotud kasu, kuna need tegevused on kõige otsesemalt seotud merealaga.

Teise kasu hindamisel arvestatakse maismaal olevate tegevusaladega, mis teenindavad laevandustegevust. Näiteks kuuluvad teise kasu alla sadamateenused (sh laadungikäitlus), merendusala teenindus- ja vahendustegevus (nt ekspedeerimine, laevade agenteerimine, muud meretranspordi teenindavad tegevused), laevaehitus ja -remont. Viimast siiski piiratud andmevõimaluste tõttu käesolevas uuringus ei analüüsita, kuna on raske hinnata, kui suur osa laevaehitusest ja -remondist on seotud Eesti merealal sõitvate laevade teenindamisega. Meretranspordi teenindus- ja vahendustegevuse puhul pole samuti võimalik arvestada kogu tegevusalast tekkiva kasuga, kuna mitmed nendest tegevustest on seotud valdkondadega, mis ei kuulu ainult meremajanduse alla või mis ei eelda Eesti merealaga seotud laevade teenindamist.

Indutseeritud kasu puhul peetakse silmas eelkõige laevanduses ja seda teenindavatel tegevusaladel töötavate inimeste poolt tehtud kulutustega toodete ja teenuste tarbimisel ehk kasuga, mis tekib jaekaubanduses, vaba aja tegevusaladel, restoranides, huvilaevanduses ja rekreatsioonis, ja muudel samalaadsetel tegevusaladel. Kvantitatiivselt indutseeritud kasu käesolevas uuringus ei hinnata, kuna selleks puuduvad vajalikud sisend-väljund andmed.

Käesolevas alapunktis ei käsitleta kalapüüki ja vesiviljelust, kuna seda tehakse eraldi kolmandas peatükis. Järgnevalt antakse detailsem ülevaade mudelis analüüsitud tegevusaladest.

2.2.1. Laevandus

Laevandus on Eesti merendusklasteri selgroog. Laias laastus võib laevad liigitada nende kasutusotstarbe järgi järgnevalt: reisilaevad, kaubalaevad, kalalaevad, sõjalaevad ja eriotstarbelised laevad. Käesolevas uuringus keskendutakse peamiselt reisi- ja kaubalaevadele. Reisilaevade puhul on võimalik eristada ristluslaevu, parvlaevu, ro-pax laevu ja reisi-kaubalaevu. Kaubalaevad jagunevad omakorda eri liikideks sõltuvalt veetava lasti tüübist ja kasutatavast tehnoloogiast: konteinerilaevad, puitlastilaevad, külmutuslaevad, ro-ro-laevad ja tankerlaevad⁷. Üleriigilise planeeringu *Eesti 2030+* (2012) alusel võib Eestis meretranspordis eristada kolme tasandit.

1. Rahvusvaheline laevaliiklus. Eestis toimub peamine laevaliiklus Soome lahe suudmes ja Läänemere põhjaosas Soome lahe sadamate ja Euroopa vahel, k.a suuremahuline nafta ja naftasaaduste transport, samuti avamere kalapüük traallaevadega.
2. Kohalik laevaliiklus (nt parvlaevaliiklus).
3. Väikelaevaliiklus (väiksemad kalalaevad, jahid, kalapaadid), mille intensiivsus on aastaajaliselt erinev, samuti sesoonne mereturism ja veesport (süstad, surfisport jms).

Eesti merealade laevateede kogupikkus on 1700 km, kusjuures rahvusvahelise tähtsusega laevateed (HELCOMi laevateed) moodustavad sellest üle poole (950 km). Sisevete laevateede pikkus on 350 km (Eesti Merenduspoliitika 2012-2020, 2011). Eestit ümbritsevatest veekogudest toimub kõige intensiivsem laevaliiklus Läänemeres ja Soome lahe piirkonnas. Hinnangute kohaselt sõidab Läänemeres kogu aeg ligikaudu 2000 laeva. Soome lahe suuet läbis 2011. aastal 43 000 laeva, millest umbes 16% olid tankerlaevad (Pärnu maakonnaga piirneva mereala maakonnaplaneering 2015). Enamuse laevaliiklusest moodustavad kaubalaevad ja tankerid (Noorvee 2015).

⁷ Lisaks on veel erinevad purjelaevad, abilaevad (nt jäälõhkujad), kalalaevad ja sõjalaevad, kuid neid laevatüüpe käesolevas uuringus ei käsitleta. Laevatüüpide loend koostatud erinevate allikate põhjal. Vt nt http://pub.stat.ee/px-web.2001/Database/Majandus/22Transport/14Veetransport/TS_151.htm; <https://et.wikipedia.org/wiki/Laev>.

Laevanduse ja laevandust teenindavate tegevusalade edu sõltub eelkõige laevaliikluse tihedusest, nt sisse- ja väljasõitvate laevade arvust ja nende suurusest (kogumahutavusest). Eesti laevandussektoris domineerivad reisijateveoga tegelevad ettevõtted. Reisilaevade arv Eesti lipu all on võrreldes 2000. aastaga suurenenud kahe laeva võrra 12 laevani. Sealjuures on nende kogumahutavus suurenenud 3,3 korda, kuna vanad laevad on enamikus asendatud uute laevadega. Kaks uut reisilaeva on lahkunud Eesti lipu alt. Kaubalaevade osas on viimastel aastatel toimunud suur langus laevapereta prahitud kaubalaevade arvu ja kogumahutavuse osas, kus 2000.a. oli Eesti laevaregistris 33 laeva kogumahutavusega 176,8 tuhat GT ning 2015.a. ei ole Eesti lipu all enam ühtegi laevapereta prahitud kaubalaeva. (Hunt *et al.*2016)

2014. aasta seisuga oli äriregistri andmetel Eestis 66 laevandusega tegelevat ettevõtet, kelle müügitulu kokku ulatus 1,04 miljardi euroni. Müügitulult on kõige suurem ettevõtte Tallink Grupp, kelle müügitulu moodustab 87% kogu laevandussektori müügitulust. Müügitulu poolest on suuremad ettevõtted veel Väinamere Liinid OÜ, AS Alfons Hakans ja AS Saaremaa Laevakompanii (Hunt *et al.*2016).

Käesoleva uuringu fookuses on rahvusvaheline ja kohalik laevaliiklus Eesti merealal, välja on jäetud väikelaevaliiklus, kuna ühelt poolt on selle osatähtsus majandusliku tulu loomisel marginaalne ja teiselt poolt on väikelaevaliikluse puhul marsruutide valik juhuslikum ja piiranguid liikumismarsruudi valikul on vähem, mis tähendab, et väikelaevaliikluse konfliktus teiste mereala kasutustega on madal. Meretranspordi mudeli koostamisel lähtutakse kolmest laevatranspordi liigist, mis vastavad IMO laevade jaotusele – reisilaev, kaubalaev ja tankerlaev. Detailsemat laevade jaotust ei kasutata, kuna seda ei võimalda olemasolevad ruumilised andmed.

2.2.2. Vesiehitus ja süvendamine

Vesiehitus on Eestis seotud peamiselt sadamate, terminalide ning veeteede rajamise ja hooldusega. Vesiehituse tegevuse nõudlus sõltub otseselt laevaliikluse suurusest Eesti vetes ja teiste merendusklasteri alamklasterite edukusest. Näiteks viimastel aastatel suurenenud kruisireisijate arv löi vajaduse uute kruisikaide järele (Hunt *et al.*2016).

TTÜ Mereakadeemia merendussektori majandusmõju uuringu kohaselt oli 2015. aastal vesiehitusega tegelevaid ettevõtteid Eestis 38, mis oli kaheksa võrra vähem kui aasta tagasi.⁸ Uuringus eeldatakse, et tänu sadamate poolt teenindavate kaubavoogude vähenemisele ei ole vesiehituse mahud Eestis kasvava trendiga. Suuremad ettevõtted, kes vesiehitusega tegelevad on Nordecon AS, OÜ Astlanda Ehitus ja AS Merko. Samas on oluline mainida, et vesiehitus pole nende ettevõtete põhitegevusala, vaid nad tegelevad ka teiste ehituse tegevusaladega (Hunt *et al.*2016).

2.2.3. Sadamad

Sadamad on oluline osa Eesti merendusklasterist, kus toimub nii Eesti siseste kui ka rahvusvaheliste reisijate- ja kaubavedude teenindamine. Sadamates osutatavad teenused sõltuvad suuresti sadama otstarbest, kuid peamiselt on tegemist teenustega laevadele – sildumisteenused, lootsi- ja pukseerimisteenused, laevade lastimine, lossimine, varude täiendamine, hooldamine, punkerdamine, jäätmete vastuvõtt laevadelt, reisijate liikumise organiseerimine ja ootealade ning transpordihenduste tagamine. Lähtuvalt sadama eripärast ja otstarbest eristatakse kommertssadamaid (nt reisisadam,

⁸ Samas Statistikaameti andmetel tegutses vesiehituse valdkonnas 2014. aasta 27 ettevõtet.

kaubasadam, kalasadam, jne) ja sadamaid, mille eesmärk ei ole kommertstegevus (riigisadam, varjesadam (Hunt *et al.*2016). Käesolevas uuringus keskendutakse eelkõige kommertssadamatele.

Sadamaregistri andmetel oli 2016. aastal Eestis 196 sadamat, nendest 47 sadamat ja 154 väikesadamat, millest omakorda kaubasadamaid on 27 (Hunt *et al.*2016). Ehkki Eesti kaubasadamad on hea geograafilise asendi, looduslike tingimuste (suhteliselt head jääolud) ja piisava sügavuse tõttu (mis võimaldab sadamas teenindada teatud suurusega laevu) ühed paremini laevatatavad kui mitmed teised Soome lahe sadamad, on Eesti sadamate turuosa Läänemere idakaldal sadamate seas 10 aastaga langenud 18%-lt 10%-le (Noorvee 2015). Põhjuseid on mitmeid, alates halvenenud suhetest Venemaaga ja tihedast konkurentsist teiste Balti riikide sadamatega kuni koostööprobleemideni kohalike omavalitsuste ja sadamate vahel ja Eesti transpordikoridori vähese rahvusvahelise tuntuseni. Ka Statistikaameti andmetel on summaarne Eesti sadamate kaubakäive viimastel aastatel olnud languses – 10 aasta lõikes 58% ja 5 aasta lõikes keskmiselt 10% aastas (Hunt *et al.*2016).

Samas on reisiliikluse osas Eesti sadamatel tugev positsioon Baltikumis ja Läänemerel üldiselt, kus viimase osas ollakse 4-ndal kohal peale Taanit, Rootsit ja Soomet. Eesti reisijateveod jagunevad liinireisijateks ja kruisireisijateks. Tallinna sadamat 2015. aastal läbinud reisijate arv kasvas aasta tagusega võrreldes ligikaudu 224 000 inimese võrra ehk 2,3% rekordilise 9,79 miljoni reisijani (AS Tallinna Sadam 2015). Põhiline reisijatevedu toimub Tallinn-Helsingi liinil. Jõudsalt on kasvanud ka kruisireisijate arv. 2015. aastal teenindas Tallinna Sadam ligikaudu 0,5 miljonit kruisituristi. Selle reisijate arvuga omab Eesti 1,6% Euroopa kruisireisijate turust (Hunt *et al.*2016).

Suurte sadamate kõrval on peamiselt kohalikul aga ka rahvusvahelisel tasandil oluline roll väike- ja kalasadamatel. Purje- ja rekreatsiooniturismi areng sõltub eelkõige väikesadamate võrgustiku loomisest ja sellesse tehtavate investeeringute rahastamisest ning nende läheduses mitmekülgete rannikuturismi toodete arendamisest (Noorvee 2015).

Sadama alamklatri suurimad ettevõtted käibe poolest 2014. aastal olid AS Tallinna Sadam, AS Vopak, AS DBT, Vesta Terminal Tallinn OÜ, Transiidikeskuse AS, Sillamäe Sadam AS, Eurochem Terminal Sillamäe AS ja Paldiskite Sadamate AS. Nende ettevõtete käive moodustab 80% sadamate alamklatri ettevõtete käibest (Noorvee 2015).

Meretranspordi mudeli koostamisel ei tehta sadamatel vahet sõltuvalt nende otstarbest, kuna olemasolevad andmed ei võimalda siduda laevaliiklust konkreetse sadamaga. Samas on eelnev informatsioon oluline mõistmaks, milline tähtsus on sadamatel nii meretranspordi teenindamisel kui ka riigi majanduse seisukohalt.

2.2.4. Laadungikäitlus

Laadungikäitlus on tihedalt seotud sadamatega ja puudutab eelkõige laevade lastimist ja lossimist, aga ka kaubavagunite laadimist ja tühjendamist ning transporditavate kaupade või reisipagasi pealelaadimist ja mahalaadimist. Eesti sadamates tegutsevad laadungikäitlejatena sadamaoperaatorid ja stividoriteenust osutavad firmad, kelle edukus on otseses sõltuvuses Eesti sadamaid läbivatest kaubavoogudest, nii eksport-import kui ka transiidivoogudest (Hunt *et al.*2016).

Merendusklatri kontseptsiooni kohaselt paigutuvad laadungikäitlejad sadamate alamklatri alla, kuna nad on tihedalt seotud sadamatega. Eelmises alapunktis nimetatud sadama alamklatri suurimate

ettevõtete seas tegelevad laadungikäitlemisega AS Vopak, AS DBT, Vesta Terminal Tallinn OÜ, Transiidikeskuse AS, Sillamäe Sadam AS, Eurochem Terminal Sillamäe AS.

2.2.5. Teenindus- ja vahendustegevus

Teenindus- ja vahendustegevuse alamklaster koosneb väga erinevatest tegevusaladest, mis osutavad teenust teistele merenduse alamklastritele. Käesolev uuring käsitleb nendest peamiselt laevade agenteerimist, laevade prahtimist ja ekspedeerimist. Vastavalt Eesti merendusklatri kontseptsioonile (Noorvee 2015) kuulub sellesse alamklastrisse ka mehitalamine, klassifikatsiooniühingud, laevade varustamine jpm. Piiratud andmevõimaluste tõttu pole kõiki neid tegevusalasid mudelisse kaasatud, kuna paljud sellesse alamklastrisse kuuluvad ettevõtted osutavad teenust ka teistele transpordiliikidele, mistõttu on merenduse osakaalu nendes raske määratleda.

Laevade agenteerimisega tegelevate ettevõtete edukus on otseses seoses Eesti sadamaid külastavate laevadega. Eelkõige vajavad agendi teenuseid välislaevad. Laevade prahtimine on teenus, mis aga ei eelda laeva füüsilist asumist Eestis. Sama kehtib teatud juhtudele ka ekspediitori kohta, kes võib tegeleda kaubaga, mis ei liigu läbi Eesti või osutada teenust kliendile, kes ei ole seotud Eestiga (Noorvee 2015). Seetõttu on nende tegevusalade puhul lisaks meretranspordi osakaalu määratlemisele raske eristada, kui suur osa nendest tegevustest on seotud Eesti merealaga.

Eesti merenduspoliitika dokumendis on merendusega seotud ekspedeerimise osakaaluna arvestatud 60% (Eesti merenduspoliitika 2012- 2020) kogu tegevusalast, kuid eraldi seda uuritud pole. Käesolevas mudelis lähtutakse samast proportsioonist, aga kuna selle tegevusala alla kuuluvad ka veel mitmed teised tegevused, siis tuleb arvestada, et koostatud mudelis on seda alamklastrit esindavate tegevuste poolt loodud kasu merelalale tugevalt ülehinnatud.

2.3. Meretranspordist saadava majandusliku kasu mudel

2.3.1. Piirangud

Meretranspordist saadava kasu mudeli koostamisel on arvestatud andmete kättesaadavusest tulenevate piirangutega. Algselt planeeriti kaardistada erinevate meretranspordiga seotud tegevuste tulud ja kulud, kuid kuna sellise detailsusastmega andmete kättesaamine osutus keeruliseks ja merenduseksperdid⁹ kahtlesid sellise detailsuse otstarbekuses, otsustati hinnata meretranspordist saadavat kasu ettevõtete lisandväärtuse põhjal. Lisandväärtus peegeldabki otseselt ettevõtete poolt loodud kasu ja uut väärtust.

Tuginedes uuringus kasutatavatele ruumiliste andmete eripäradele, mis kirjeldavad Eesti mereala laevaliiklusteid vastavalt kolmele IMO¹⁰ laevatüübile – reisilaevad, kaubalaevad, tankerlaevad – otsustati jaotada iga ettevõtte (alamklatri) lisandväärtus vastavalt laevatüübile mereala pikslitele laiali. Selleks määrati iga alamklatri seotus kolme laevatüübiga arvestades alamklatri tegevusi, st kas nad on rohkem seotud reisi-, kauba- või tankerlaevade teenindamisega.

⁹ Uuringu käigus teostati 3 intervjuud merendusettevõtjatega.

¹⁰ IMO – *International Maritime Organization* (eesti keeles Rahvusvaheline Mereorganisatsioon).

Lisandväärtuse arvestamiseks planeeriti kasutada äriregistriandmeid, mis võimaldavad detailsemalt määratleda (ettevõtte tasandil) merenduse alamklastrite poolt loodavat lisandväärtust ja seega võtta arvesse ainult merendusega seotud tegevusi. Äriregistriandmetega tutvumisel selgus siiski, et merendusettevõtete andmed on väga lünklikud, mitmete ettevõtete puhul andmed puuduvad ja olemasolevate andmete usaldusväärsust kontrollida on keeruline. Seetõttu kasutatakse uuringus Statistikaameti andmeid, mis ei võimalda hinnata meretranspordi mõju täpselt merendusklastri kontseptsiooni põhisedelt (vt alapunkt 1.2), kuid annab erinevate alamklastrite poolt loodavast kasust kõige ligilähedasema hinnangu. Statistikaameti andmete puuduseks on, et nad kajastavad sektori tegevusalasid 4-osalise EMTAK klassifikatsiooni järgi, mistõttu pole võimalik täielikult eristada üksnes merendusega seotud tegevusalasid. Seega on mõnede alamklastrite tegevuste tulemid mudelis tugevalt ülehinnatud, näiteks muud veondust abistavad tegevusalad (EMTAK 5229), kuna nad sisaldavad lisaks meretranspordi teenindamisele ka teiste transpordiliikide teenindamist. Mudelis kasutatavate alamklastrite kirjeldused on lisa 1 ja statistilised andmed lisa 2.

2.3.2. Meretranspordist saadav esmane kasu

Meretranspordist tekkivat **esmast kasu merealal** hinnatakse läbi laevatranspordi ja selleks kasutatakse laevandusettevõtete (EMTAK 501 ja 502) ja vesiehituse ja süvendamisega (EMTAK 4291) tegelevate ettevõtete tulemusnäitajaid.

1. **Sõitjateveoga merel ja rannavetes** tegelevate ettevõtete poolt loodav lisandväärtus ühe mereala piksli kohta kantakse laiali laevaliiklusteedele, kus sõidavad reisilaevad.
2. **Kaubaveoga merel ja rannavetes** tegelevate ettevõtete poolt loodav lisandväärtus ühe mereala piksli kohta kantakse laiali laevaliiklusteedele, kus sõidavad kaubalaevad. Empiirilises mudelis kaubaveoga tegelevate ettevõtete lisandväärtuse näitajat ei kajastata, kuna kaubaveoga merel ja rannavetes tegelevate ettevõtete andmed on konfidentsiaalsed sellel tegevusalal tegutsevate ettevõtete vähesuse tõttu. Kui tulevikus peaks Eesti lipu all olevate kaubalaevade arv suurenema, siis võib osutada võimalikuks hinnata ka kaubavedudest tekkivat kasu.
3. **Vesiehituse ja süvendamisega** tegelevate ettevõtete poolt loodav lisandväärtus ühe mereala piksli kohta kantakse laiali võrdselt nii reisi-, kauba-, kui ka tankerlaeva teedele, sest vesiehitus ja sadamate süvendamise tulemusi kasutavad kõik laevatüübid. Täpsemat hinnangut, kui suur osa vesiehituses loodud lisandväärtusest on tekkinud tänu uute reisi- või kaubalaevade Eestisse tulemisele pole võimalik anda.

2.3.3. Meretranspordist saadav teisene kasu

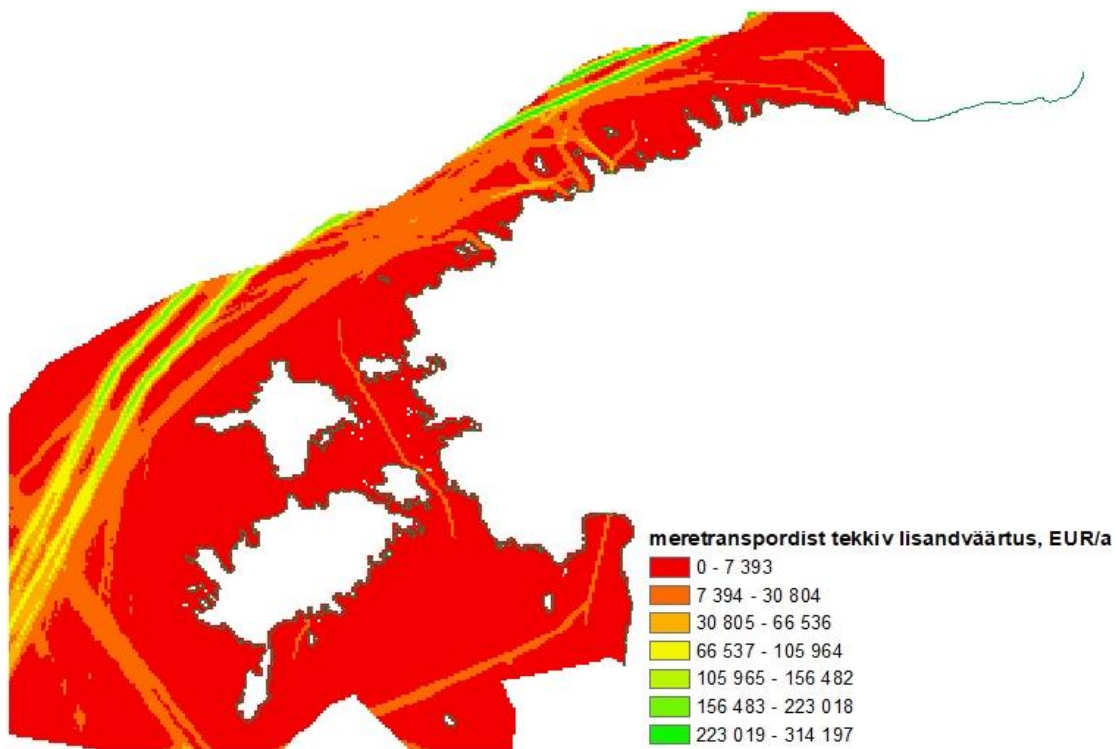
Meretranspordist tekkivat **teisest kasu merealal** hinnatakse läbi laevatranspordi teenindavate tegevusalade, mille puhul on tegemist kaldapealsete tegevustega ja mille edukus on otseselt seotud Eestisse sõitvate laevade arvu ja suurusega. Tuginedes Statistikaameti andmetele kuuluvad siia kolm tegevusala gruppi: veetranspordi teenindavad tegevusalad (EMTAK 5222), laadungikäitlus (EMTAK 5224) ja muud veondust abistavad tegevusalad (EMTAK 5229).

Lähtudes eelpool kirjeldatud merenduse alamklastrite jaotusest kuuluvad esimesse gruppi sadamate töö ja nende poolt pakutavad teenused nagu sadamate käitus, reisiterminalide teenused, lootsiteenus, puksiirilaevateenus, jpm (vt ka lisa 1). Teises grupis on laevade lastimise ja lossimisega tegelevad

ettevõtted ja kolmandas grupis ettevõtted, kes pakuvad ekspedeerimisteenuseid, laevade agenteerimise ja prahtimise teenuseid, aga ka tolliagentide tegevus ja muud veondust abistavad tegevused (nt kaupade käitlemine, kogumine, rühmitamine, jne.). Kolmandas grupis on ettevõtteid, kelle tegevus pole otseselt seotud ainult meretranspordi teenindamisega ja kes ei tegele ainult meretranspordi teenuste osutamisega, vaid pakuvad teenuseid ka teistele transpordiliikidele. Seetõttu ei arvestata mudelisse selle tegevusalagrupi poolt loodud kogu lisandväärtust, vaid osa sellest. Eestis pole tehtud uuringuid, kus oleks arvatud välja erinevaid transpordiliike teenindavatel tegevusaladel merendusega seotud tegevuste osakaalu, mistõttu lähtutakse käesolevas uuringus Eesti merenduspoliitika dokumendis välja toodud hinnangutest, kus merendusega seotud tegevuste osakaaluks ekspedeerimisteenuseid osutavate ettevõtete puhul on määratud 60% nendest tegevustest (Eesti merenduspoliitika 2012- 2020). Seda, milliste arvutuste ja andmete põhjal sellise osakaaluni on jõutud dokumendis siiski ei selgitata. Siinkohal on oluline mainida, et selle tegevusalagrupi kasu hindamine on kõige enam ülehinnatud, kuna pole täpselt teada, kui suur osa ettevõtete prahtimisest, tolliagentide tegevusest ja muudest veondust abistavatest tegevustest on seotud merendusega ja Eesti merealaga.

Nendel tegevusaladel tekkivat kasu, mis küll tekib kaldal, kuid ei tekiks, kui merel poleks laevaliiklust, hinnatakse sarnaselt esmase kasu hindamisega, kus:

- 1) **veetranspordi teenindamisega tegelevate** ettevõtete poolt loodav lisandväärtus ühe mereala piksli kohta kantakse laiali võrdselt nii reisi-, kauba-, kui ka tankerlaeva teedele, sest neid teenuseid pakutakse kõikidele laevadele, mis sadamasse sõidavad.
- 2) **laadungikäitlusega** tegelevate ettevõtete poolt loodav lisandväärtus ühe mereala piksli kohta kantakse laiali laevaliiklusteedele, kus sõidavad kauba- ja tankerlaevad, kuna eelkõige osutatakse neid teenuseid kaubalaevadele.
- 3) **muude veondust abistavate tegevustega** tegelevate ettevõtete poolt loodav lisandväärtus ühe mereala piksli kohta kantakse samuti laiali ainult laevaliiklusteedele, kus sõidavad kauba- ja tankerlaevad, kuna veoste ekspedeerimine, laevade agenteerimine, laevade prahtimine puudutab Eestis peamiselt kaubalaevadega seotud teenuseid. Suurtel reisilaevaliinidel on oma agendid ja seega pole neil vajadust teenust sisse osta. Nagu eelpool sai märgitud, siis arvestatakse selle tegevusala grupi lisandväärtusest üksnes 60% merendusega seotuks, kuid see võib tegelikkuses olla veelgi vähem.



JOONIS 10. MERETRANSPORDI ST TEKIV LISANDVÄÄRTUS MUDELI PÕHJAL

2.3.4. Meretranspordist saadav tulu riigile

Meretransport ja selle teenindamisega seotud tegevused loovad tulu ka riigile, mis avaldub eelkõige maksutuludes. Peamised maksutulu allikad on ettevõtete poolt tasutav käibemaks ja ettevõtte tulumaks ning üksiksiku tulumaks ja sotsiaalmaks. Lisaks saab riik tulu meretranspordist veeteetasu näol, mida võetakse üldkasutataval veeteel navigatsioonilise korraldamise, jäämurde- ja informatsiooniteenuse ning sellele veeteele meresõiduohutuse tagamiseks paigaldatud infrastruktuuri kasutamise eest.¹¹ Veeteetasu peavad maksma kõik Eesti sadamasse või sadama reidile sisenenud laevad.

Riigi tulu hindamiseks kasutatakse järgmisi arvutuskäike.

1. **Käibemaksust laekuva tulu** arvutamiseks korrutatakse iga merenduse alamklastri (tegevusalagrupi) lisandväärtus läbi koefitsiendiga 0,2 (käibemaksumäär).
2. **Ettevõtte tulumaksust laekuva tulu** arvutamiseks korrutatakse iga merenduse alamklastri (tegevusalagrupi) aruandeaasta kasum läbi koefitsiendiga 0,2 (tulumaksumäär). Ettevõtete tulumaksu maksustatakse Eestis ainult jaotamata kasumilt, kuid mudelis eeldatakse, et ettevõtted maksavad dividende, mille pealt rakendub ka tulumaks¹².

¹¹ Vt Veeteetasu meresõiduohutuse seaduses (ptk 11), <http://www.vta.ee/tuletornitasu-ja-navigatsioonitasu/>.

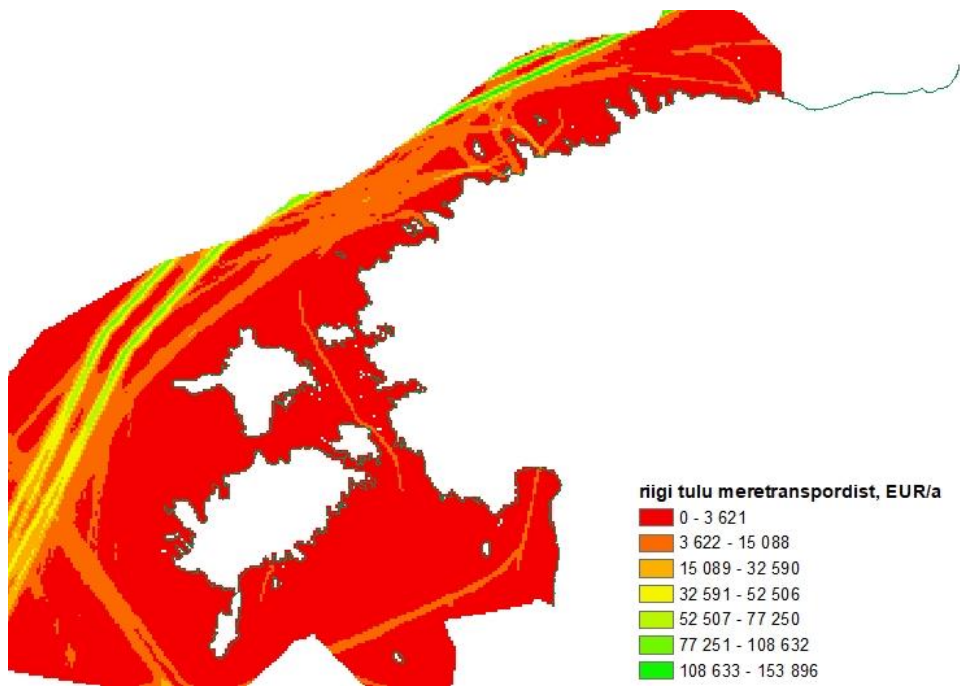
¹² Nt Tallinn maksis 2014.a. dividendide pealt tulumaksu ligikaudu 5,3 miljonit ja 2015.a. 2,8 miljonit. Tallinna Sadam maksis 2014.a. dividendide pealt tulumaksu summas 6,7 miljonit ja 2015.a. 11,3 miljonit.

3. **Üksikisikult laekuva tulumaksu** tulu arvutamiseks kasutatakse järgmist valemit: $((1 - 1,6\% \text{ (töötuskindlustusmaks) - } 2\% \text{ (kogumispension)}) * \text{keskmine palk} - 170] * 0,2) * \text{keskmine töötajate arv}$. Valemis on võetud arvesse tulumaksuvaba miinimum. Väärtused arvutatakse välja kõikide tegevusalagruppide kohta.
4. **Sotsiaalmaksust laekuva tulu** arvutamiseks kasutatakse valemit: $\text{keskmine töötajate arv} * \text{keskmine palk} * 0,33$. Väärtused arvutatakse välja kõikide tegevusalagruppide kohta.
5. **Veeteetasu laekumisest saadava tulu** arvutamiseks kasutatakse Veeteede Ameti andmeid veeteetasu laekumise kohta (vt lisa 3). Veeteetasu määr sõltub laeva suurusest (kogumahutavusest, GT), kus erinevatele laevadele on kehtestatud erinevad tasumäärad¹³. Kuna mudeli koostamise hetkel olid kättesaadavad üksnes veeteetasu agregeeritud numbrid, kuid mudel eeldab tulu jaotamist erinevatele laevaliiklusteedele sõltuvalt seal liiklevast laevatüübist, siis kasutati Eestit külastavate laevatüüpide proportsioonide teadasaamiseks Statistikaameti andmeid, mis võimaldavad eristada Eestis külastavaid laevu kogumahutavuse järgi. Vastavalt Statistikaameti andmetele külastas Eestit 2014. aastal kogumahutavuse järgi 76% reisilaevu, 15% kaubalaevu ja 9% tankerlaevu.¹⁴ Mudelis kasutatakse veeteetasu mereala pikslitele ülekandmiseks samasid proportsioone. Täpsemaid andmeid laevatüüpide lõikes saadud veeteetasu kohta on võimalik tõenäoliselt saada Veeteede Ametist, kuid uuringu teostamise hetkel polnud need andmed kättesaadavad.

Muud veondust abistava tegevusalagrupi (EMTAK 5229) korral korrutatakse kõik väärtused läbi koefitsiendiga 0,6, kuna eeldatakse, et ainult osa selles tegevusalagrupis loodavast tulust on seotud merendusega.

¹³ Nt merematkelaeva ühikuhind on 0,12 eurot, muude laevade ühikuhinnad sõltuvad laeva jääklassist jäädes keskmiselt 0,31 euro piiresse. Lisaks on tasu arvestamisel mitmeid erandeid sõltuvalt sellest, kas tegemist on regulaarreise tegeva laevaga või millisesse sadama piirkonda millise aja jooksul laev siseneb.

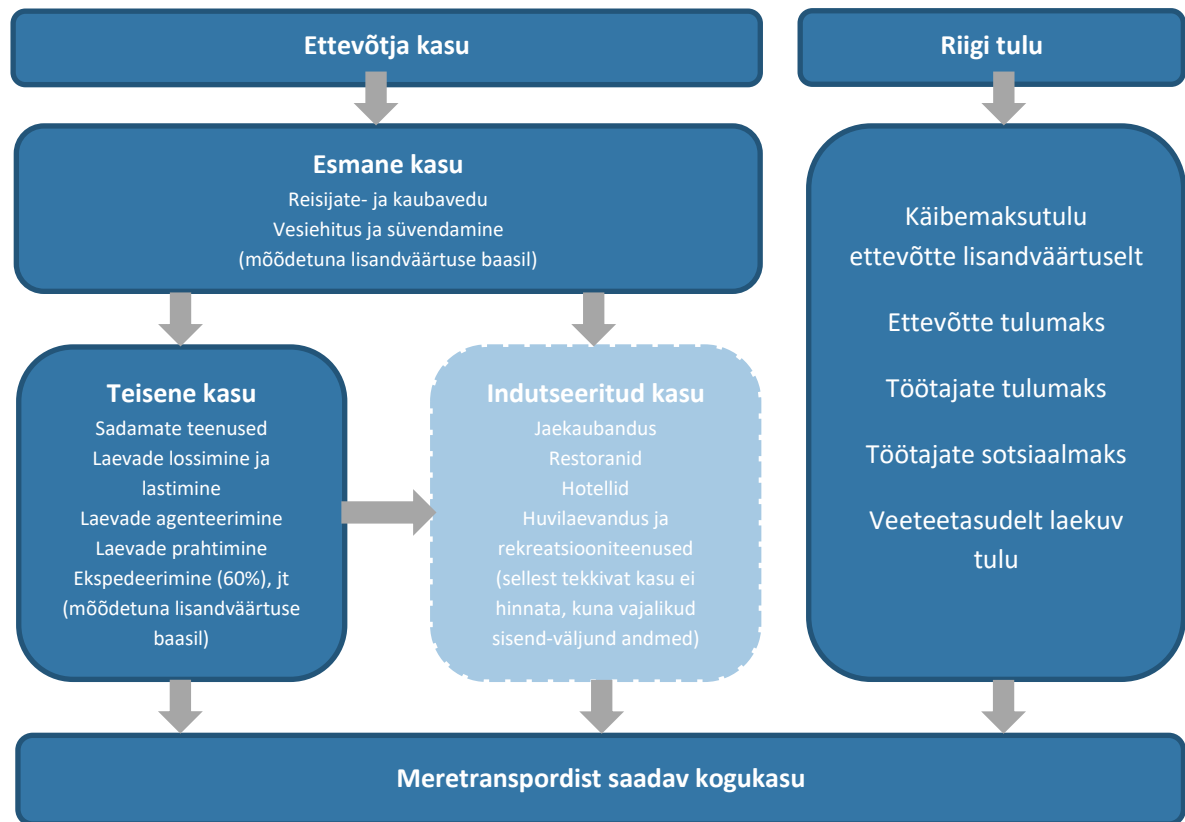
¹⁴ Vt Eesti Statistikaamet Veetranspordi andmebaas <http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/Saveshow.asp>.



JONIS 11. RIIGI POTENTIAALNE TULU MERETRANSPOORDIST MUDELI TULEMUSTE PÕHJAL

Järgmine joonis võtab kokku meretranspordist merealalt saadava kasu kontseptuaalse lähenemise.

JOONIS 8. MERETRANSPOORDIST MEREALALT SAADAVA KASU KONTSEPTUAALNE MUDEL.



Allikas: autorite koostatud

3. Eesti kalandusest saadava majandusliku kasu mudel

3.1. Alammudeli eesmärk

Kalanduse mudeli eesmärgiks on näidata Eesti mereala igal km²-l kalandusest saadav majanduslik tulu, sh eristada ettevõtja ja riigi tulu ning samuti eristada brutotulu ja lisandväärtust.

Kalamajandus laiemalt hõlmab lisaks kalapüügile ka kalatööstust (protsessimine), kalastusturismi, kala ja kalatoodete ekspordi ja importi ning teisi sekundaarseid majandussektoreid (toitlustus jm). Kuna käesoleva projekti eesmärgiks on modelleerida Eesti mereala majanduslikku kasu, siis hõlmab mudeli süsteem ainult kitsamalt kalapüüki Eesti merealalt, jättes välja töötleva tööstuse, mis kasutab sisendina ka mujalt püütud kala. Kuna meid huvitavad finantsvood, siis on siiski keeruline eristada püügitulu ja – kulu töötlemise tulust ja kulust, sest, esiteks, osa töötlevast tööstusest paikneb otse laevadel ning, teiseks, püük ja töötlemine toimuvad sageli samas ettevõttes, mistõttu ei teki sadamas püütud kala eest reaalselt rahavoogu. Mudelis kasutatakse kala esmakokkuustu hinda kui kala turuhinna indikaatorit.

Kui vaadata merealal kalandusest saadavat majanduslikku kasu väärtusahelana, siis selle lõpus on kala või kalatooded, ahela algus tuleb aga kokku leppida. Selleks võib olla kalaparv, mida traaliga püütakse ja sellisel juhul osutuvad väärtuslikeks need püügipiirkonnad, millelt rohkem kala välja traalitakse. Samas, nendest püügipiirkondadest väärtuslikumadki võivad olla kudealad, kus need kalad paljunevad, aga ka toitumise, varjumise, talvitumise jm alad, mis kalapopulatsiooni säilimiseks ja uuendamiseks vajalikud. Edasi, mööda toiduahelaid ja aineringeid võivad püügikalade jaoks olulised olla ka kõik teised mere piirkonnad, näiteks, need, kus toimub räime toidubaasiks oleva zooplanktoni juurdekasv. Laiemalt, püügikala arvukus sõltub Läänemere ökosüsteemi kui terviku tervisest. Projekti lähteülesandes on aga eesmärgiks antud merel toimuva **majandustegevuse** majandusliku tulu, kulu ja kasu hindamine. Selle alla ei kvalifitseeru näiteks püügikalade kudealad ja reservalad, mis toimivad looduslikult. Kalanduse kontekstis jäävad seega ainsateks majandustegevusteks püük ja seda toetavad tegevused: transport, taristu jm. Järelikult, käesolevas mudelis kaardistatakse kalandust, võttes arvesse püügipiirkonnad. Teisisõnu, mudel ei kaardista mitte kaladest, vaid kalapüügist saadavat tulu.

Lisaks kalapüügile hõlmab mudel ka **vesiviljeluse** potentsiaali, millel hoopis erinev modelleerimisloogika, sest enamus majandustegevusest on püügi asemel suunatud hoopis kalade kasvatamisele.

3.2. Kalandussektori ülevaade

3.2.1. Rannakalandus

Aastal 2013 tegutses Läänemeres 1865 Eesti rannakalurit (Armulik & Sirp 2014). Majanduslanguse ajal nende hulk suurenes. Ainult 10% rannakaluritest saavad kalandusest oma põhisissetuleku. Maakondadest oli kõige rohkem Läänemere kalureid Saaremaal (409) ja Pärnumaal (380).

Armuliku ja Sirbi (2014) järgi, kalavaesematel aastatel püügikoormus väheneb, suhtelise tasuvuse suurenemisel aga kasvab, sest kasutamiseks lubatud ja lunastatud püüniste piirarv on suur. See asjaolu võimaldab paranenud varu kiiresti üle püüda.

Kokku püüdis Eesti 2013.a. rannapüügi vormis Läänemerest 9614 tonni kala, millega teeniti 5,3 miljonit eurot müügitulu. Kõige rohkem püüti räime (74%). Samas, kõige suuremat tulu saadi hoopis ahvena püügist (2,2 miljonit eurot, 42%), millele järgnes räim (31%).

3.2.2. Traalpüük

Saaki ja tulu silmas pidades on traalpüügi osatähtsus rannakalandusest suurem. Traallaevade püügi osakaal kogu Eesti kutselises kalapüügis moodustas 2013.a. 82%. Kokku püüdis Eesti Läänemere traallaevastik 2013. a. 45 tuhat tonni kala, mida müüdi kokku 10 miljoni euro eest. Liigiti püüti kõige enam kilu ja räime.

Eesti Läänemere traallaevastik oli 2013.a. kokku 35 laeva, peamasinate koguvõimsusega 10 MW, kogumahutavusega 3954 GT. Need laevad jagunesid 29 ettevõtte vahel.

Tööhõive mõttes jäi traalpüük rannakalandusele alla. Traallaevadel töötas kokku 183 inimest ehk alla 10% kõikidest kaluritest.

Kala lossiti peamiselt Eesti sadamates (97%), kokku 15 Eesti sadamas. Suurimateks sadamateks olid Dirhami, Veere ja Miiduranna, kus lossiti kokku 59% Eesti traallaevade kalast.

Lisaks Eesti laevadele lossisid Eesti sadamatesse ka teiste riikide laevad, 2012.a. kokku 9,2 tuh t kala, mis moodustas traalpüügist 18%.

3.3. Kalandusest saadav majanduslik tulu

Kalandusest saadava majandusliku tulu modelleerimiseks kohandati Bjorndal, T. & Conrad, J.M (1987) mudelit. Tänu parematele andmebaasidele on laevade arvu kaudu hindamise asemel võimalik kalapüügi mahtusid fikseerida tunduvalt täpsemalt.

3.3.1. Rannakalanduse tulu

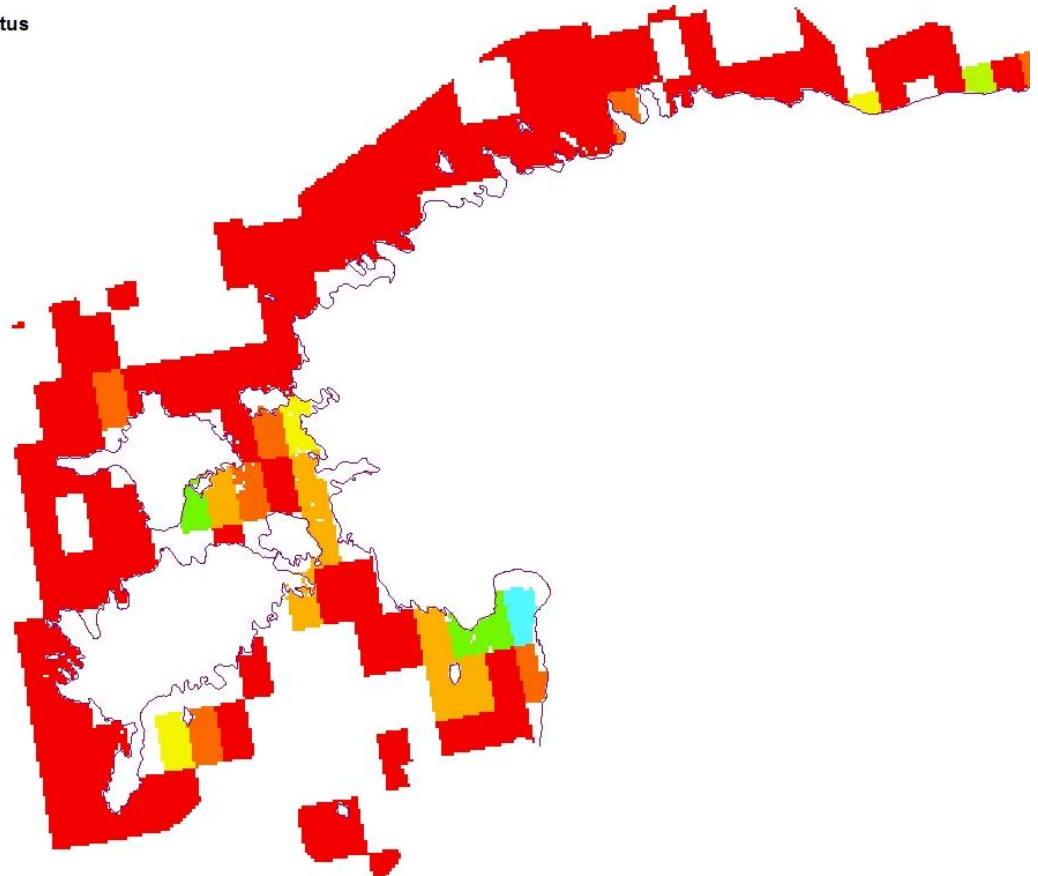
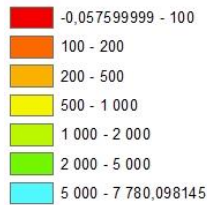
Rannakalanduse modelleerimiseks kasutati rannapüügi andmeid väikeste püügiruutude kaupa. Andmebaasis on erinevate kalaliikide aastased saagid. Mudel kasutab 2014.a. ja 2015.a. saake ja arvutab nende aastakeskmise. Eraldi arvestab mudel 5 olulisemat kalaliiki: ahven, koha, meritint, räim ja lest. Ülejäänud kalaliigid grupeeritakse jaotusse 'muu'. Lisaks analüüsib mudel agariku saagist saadavat tulu.

Võimaldamaks läbi mängida erinevaid stsenaariume on mudelis väljapüügi kordaja, mille väärtus vaikimisi on 1. See kordaja toimib üheaegselt kõikidele kalaliikidele ning nii ranna- kui traalpüügile. Muutes väljapüügi kordaja väärtust saame vähendada või suurendada kala väljapüügi kogust võrreldes mudeli andmetega.

Mudel laotab igalt püügiruudult püütud kalad ühtlaselt vastava püügiruudu merealale laiali, jättes välja liikumispiiranguga alad (Matsalu laht jm).

Rannapüügi lisandväärtus

€/a

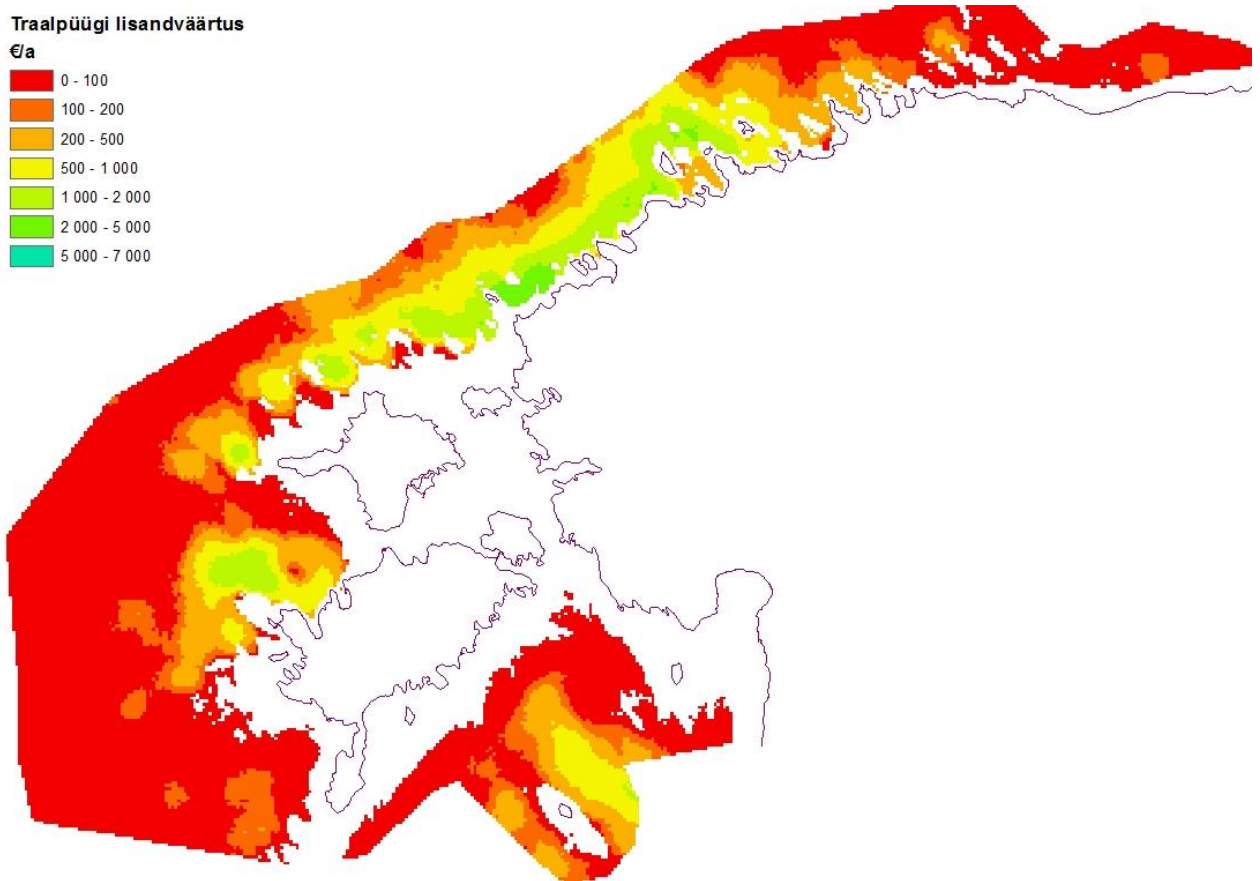
**JÕONIS 12.** RANNAPÜÜGI LISANDVÄRTUS

Kalasaagid korrutatakse kala esmakokkuostuhinnaga, saades brutotulu. Riigitulu arvutatakse osana sellest brutotulust (vaikimisi 10%, eeldades, et tegemist on väikeettevõtjatega, kellele rannapüük on lisateenistus, kes ei ole käibemaksudokumendid). Seega riigi tuluna laekub füüsilise isiku tulumaks väljamakstud dividendidelt. Rannapüügi lisandväärtus arvutatakse, korrutades brutotulu läbi lisandväärtuse parameetriga (vaikimisi 60%, eeldades, et rannapüügi lisaväärtus on analoogne traalpüügile, kuna täpsemad andmed puuduvad). Mõlemat parameetrit saab mudelis muuta.

3.3.2. Traalpüügi tulu

Traalpüüki modelleeritakse muus osas sarnaselt rannapüügiga, kuid on erinevusi.

Traalpüügi lähteandmetena kasutatakse traalpüügi asukohtaandmeid, mis seostatud saakidega. GIS-lahenduses on tegemist punktivilvedega, milles iga punkti juures järgmine info: (1) tegevus – traalimise algus või lõpp, (2) kala liik, (3) püütud kogus. Nagu rannapüügi juures, kasutatakse siingi 2014.a. ja 2015.a. andmeid. Punktide klastriviisilisel summeerimisel arvutab mudel igal traalimise lõpp- ja alguspunkti piksil kalaliikide kaupa püütud kogused. Püütavateks kalaliikideks osutusid: tursk, lest, kilu, räim, ogalik, emakala, meritint.

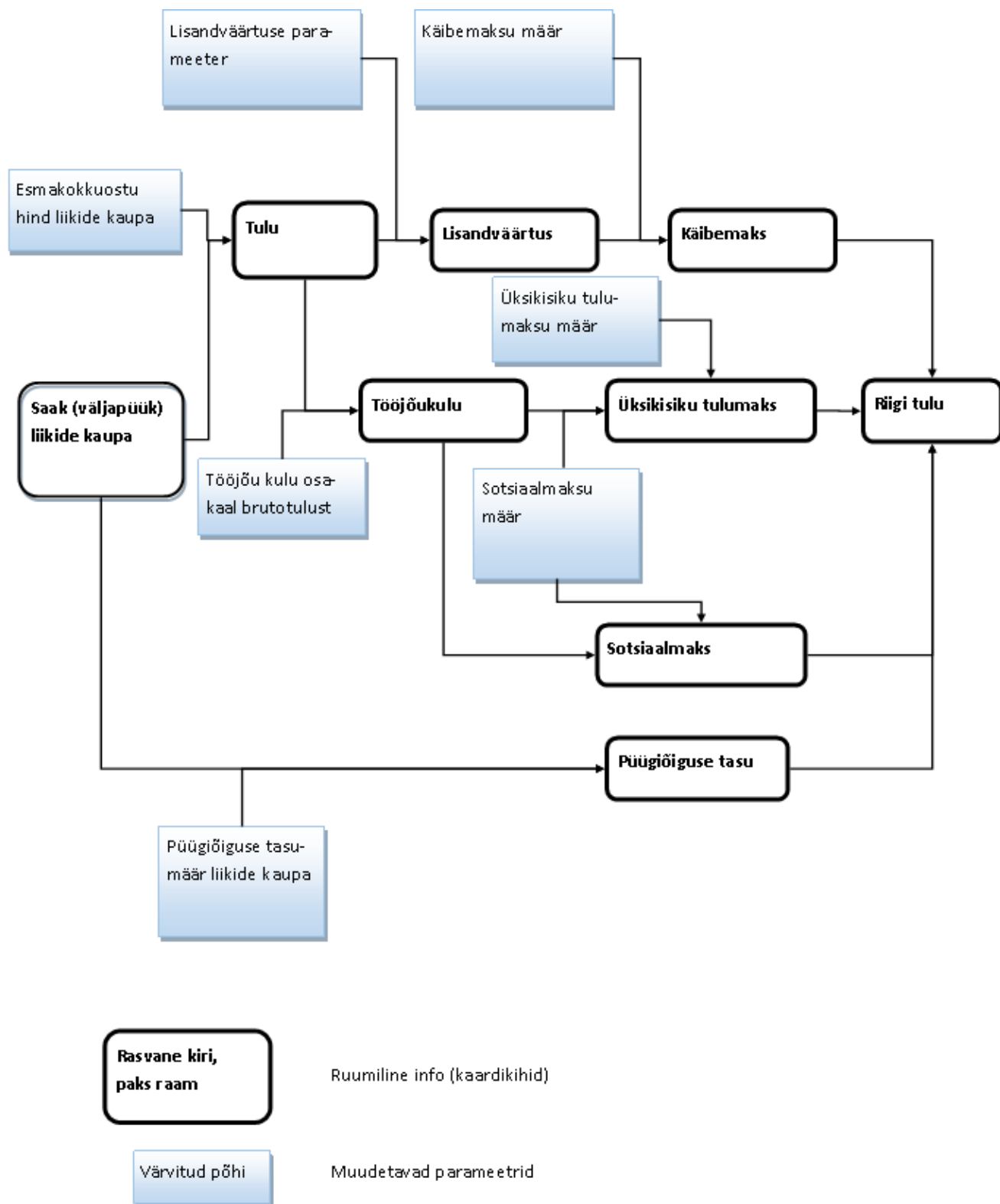


JONIS 13. TRAAPÜÜGI LISANDVÄÄRTUS

Traalpüügi potentsiaali analüüsimisel arvestati, et igal aastal on erinevate kõrvuti paiknevate pikslite saak väga erinev ning et see on seotud suures osas juhuslikkuse faktoriga. Samal ajal, üksteisest kaugel olevate pikslite vahelised erinevused on osaliselt süsteemsed, sest erinevates mere osades on erinevad kalapüügi võimalused, mis seotud efektiivse kaugusega sadamast, kala saadavusest jpt teguritest. Kuna eesmärgiks pole mitte niivõrd fikseerida viimase paari aasta väljapüüki, kuivõrd prognoosida mereala kalanduspotentsiaali, siis kannab mudel reaalset vaadeldud traalpüügi andmed 5 km raadiuses olevatele pikslitele, kus sügavus ületab 20 m (traalpüügi jaoks lubatud minimaalne sügavus). Täpsemalt, mudel arvutab traalpüügist tekkiva keskmise brutotulu ja muud majandusnäitajad 5 km raadiuses ning jätab välja need pikslid, kus maismaa või mere minimaalne sügavus 500 x 500 m² pikslitel¹⁵ madalam kui 20m.

Kuna traalpüügi majandusnäitajate kohta on võrreldes rannapüügiga rohkem andmeid, siis modelleeriti traalpüüki täpsemalt, vastavalt allolevale skeemile.

¹⁵ sügavuse analüüsil on suurendatud ruumilise detailsuse astet, et mitte välistada olukordi, kui sügavusandmete agregeerimine mõjutab pikslil toimuva majandustegevuse võimalikkust.



Joonis 14. Kalandusest saadav majanduslik kasu

Allikas: autorite koostatud

4. Vesiviljeluse alammudel

4.1. Vesiviljelus

Kui kalanduse ja meretranspordi alammudelid lähtuvad olemasolevast olukorrast, sh kalapüügiandmetel, siis vesiviljeluse alammudel vaatleb perspektiive. Siin on kolm peamist: alamsektorit: kalakasvatus, vetikaviljelus ja karbiviljelus. Merelisel **kalakasvatusel** on väga erinevaid vorme, millest seni on Eestis rakendatud rannikukasvandust, mille tüüpiline lahendus on selline, et merevett juhitakse kasvandusse, mis ise on merest isoleeritud. Sellest järgmine aste võiks olla sadama lähistel paiknev avameresumpla. Käesolevas mudelis on lähtutud kolmandast, kõige suuremõõtmelisemast lahendusest, milles sumpla on nii suur, et peab paiknema vähemalt 50 m sügavuses vees ja sadamatest eelistavalt pigem hoopis kaugel, et vähendada konflikte muude merekasutustega.

Vetikaviljeluseni pole tänapäeval Eesti meres tööstuslikus mõttes veel jõutud, kuid Est-Agar AS on edukalt katsetanud kinnitumata agariku kasvatamist, mis seisneb kopliaedade rajamises, eesmärgiga takistada saagi äratriivimist. Vetikaviljeluse idee seisnebki mitte väetamises, vaid biomassi liikumise kontrollimises. Käesolev mudel lähtubki niisugusest agariku kasvatamise ideest. Samal ajal võiks mudeli kasutaja võtta arvesse, et koplite asemel võib efektiivsem olla vetikakasvatus sumpades. Samuti, agarik ei tarvitse olla ainus või majanduslikult kõige mõttekam vetikas. Parremaks ideeks võiks olla hoopis põisadru kasvatamine, millel suurem tootmine ja erinevate toodete potentsiaal.

Karbiviljeluse osas pole tänapäeval Eesti meres tööstuslike lahendusi optimeeritud. Kriitiliseks kohaks, miks karpe looduslikult vähe on, on kinnitumissubstraatide defitsiit. Nende kunstlik tekitamine oleks karbifarmi tegevuse tuum. Arvatakse, et heaks lahenduseks võiks olla kõite süsteemi paigaldamine merre. Sellele kinnituvad söödava rannakarbi vastsed, mis kahe aasta pärast on küpsed saagikoristuseks. Karbist on võimalik saada erinevaid tooteid sh inmtoit (sh restoranides) kui loomasööd. Loomasöödana on karpidel omakorda erinevad võimalikud sihtgrupid, kuid käesolev mudel eeldab, et saak müüakse kanafarmidesse linnutoiduks.

4.2. Majanduslik kasu

Vesiviljelusest saadava majandusliku kasu võiks jagada järgmistesse gruppidesse:

- 1) otsene majanduslik kasu;
- 2) kaudne ehk teist järku kasu töötleva tööstuse, tööhõive ja muu majanduse elavdamise kaudu;
- 3) keskkonnamõjud, mida võiks hinnata majanduslike parameetritega.

Käesolev mudel hindab kvantitatiivselt ainult otsest majanduslikku tulu ja kasu, mida defineeritakse esmakokkuostuhinna kaudu. Mudel vaatleb, niisiis, kitsamalt merelisi tegevusi, jättes välja näitaks kalatööstuse, agaritööstuse jm. Samal ajal tuleb silmas pidada, et niisugused sekundaarsed mõjud võivad olla suuremad kui otsesed mõjud. Nende määramatusfaktor ja seega eksimise määr on aga otsestest mõjudest oluliselt suuremad. Samal ajal, töötlev tööstus võiks tooraine saada ka mujalt kui Eesti merest ja järelikult pole Eesti merealade sekundaarne kasu sugugi üheselt mõõdetav.

Vesiviljelusel on potentsiaalselt olulised keskkonnamõjud, sh mõjud ökosüsteemiteenustele. Kuna kalasöödast enamuse kaob keskkonda, siis ühe tonni kala kasvatamine tekitab suurusjärgus 0,1 t lämmastiku heidet (Lopez Alvarado, 1997). Seega, 50 000 tonni kala tootmine tulreviku kalafarmis võib lisada Läänemerele 5000 tonni lämmastikku, mis ületab viiekordselt Eesti lämmastiku koormuse vähendamise nõuet (900 t) HELCOM Läänemere tegevuskavas (HELCOM, 2007). See kalafarm üksi moodustaks Läänemere N koormusest ligi 1%. Kalakasvatus ilma eriliste reostuskontrolli meetmeteta suurendaks oluliselt mere eutrofeerumist ja võib kahjustada ökosüsteemiteenuseid: elupaigad, puhkeväärtus jpm.

Seevastu vetika- ja karbiviljelus võiks Läänemerest olulisel määral toitaineid välja viia. Agariku tootmisel, üks 10 km² pindalaga farm, mis toodab 10 000 t agarikku aastas, võiks viia merest välja 300 t lämmastikku (N sisaldus ligi 30 mg/g, Paalme, 2014), mis moodustaks ligi 1/3 Eesti N koormuse vähendamise nõudest.

Järelkult, vesiviljelusel võib olla Läänemere keskkonnale ja selle ökosüsteemiteenustele olulised mõjud, mis võivad suurusjärgus olla võrreldavad ostsete majandusmõjudega.

4.2.1. Mudel

Adekvantse sisendi saamiseks vesiviljeluse mudeli seoste loomiseks ja parameetritele väärtuste saamiseks konsulteeriti temaatilise teaduskirjandusega, ekspertidega Eesti Maaülikoolist ja TÜ Eesti Mereinstituudist ning valdkonna ettevõtjatega.

Saadud info põhjal loodi alammudel 'vesiviljelus', mis analüüsib sektori majanduslikku tulu, lisandväärtust ja riigitulu. Alammudel koosneb kolmest komponendist: kalakasvatus, vetikaviljelus ja karbiviljelus.

Vesiviljeluse lisandväärtus arvutatakse kolme alamsektori summana valemist:

$$LV_V = LV_I + LV_A + LV_B, \text{ millest}$$

LV_V – vesiviljeluse lisandväärtus, LV_I – kalakasvatuse lisandväärtus, LV_A – vetikaviljeluse lisandväärtus ja LV_B – karbikasvatuse lisandväärtus. Analoogselt arvutatakse tulud kolme sektori summana. Iga sektori lisandväärtus arvutatakse võrrandist:

$$LV_i = T_i - K_i \text{ kus } LV - \text{sektori } i \text{ lisandväärtus, } T - \text{tulu ja } K - \text{kulu.}$$

Iga sektori riigitulu arvutatakse võrrandist:

$R = TKM + HT + MKM$, milles R – riigitulu, TKM – tööjõumaksud, HT – hoonestusõiguse tasu ja MKM – toodangu müügist tekkiv käibemaks.

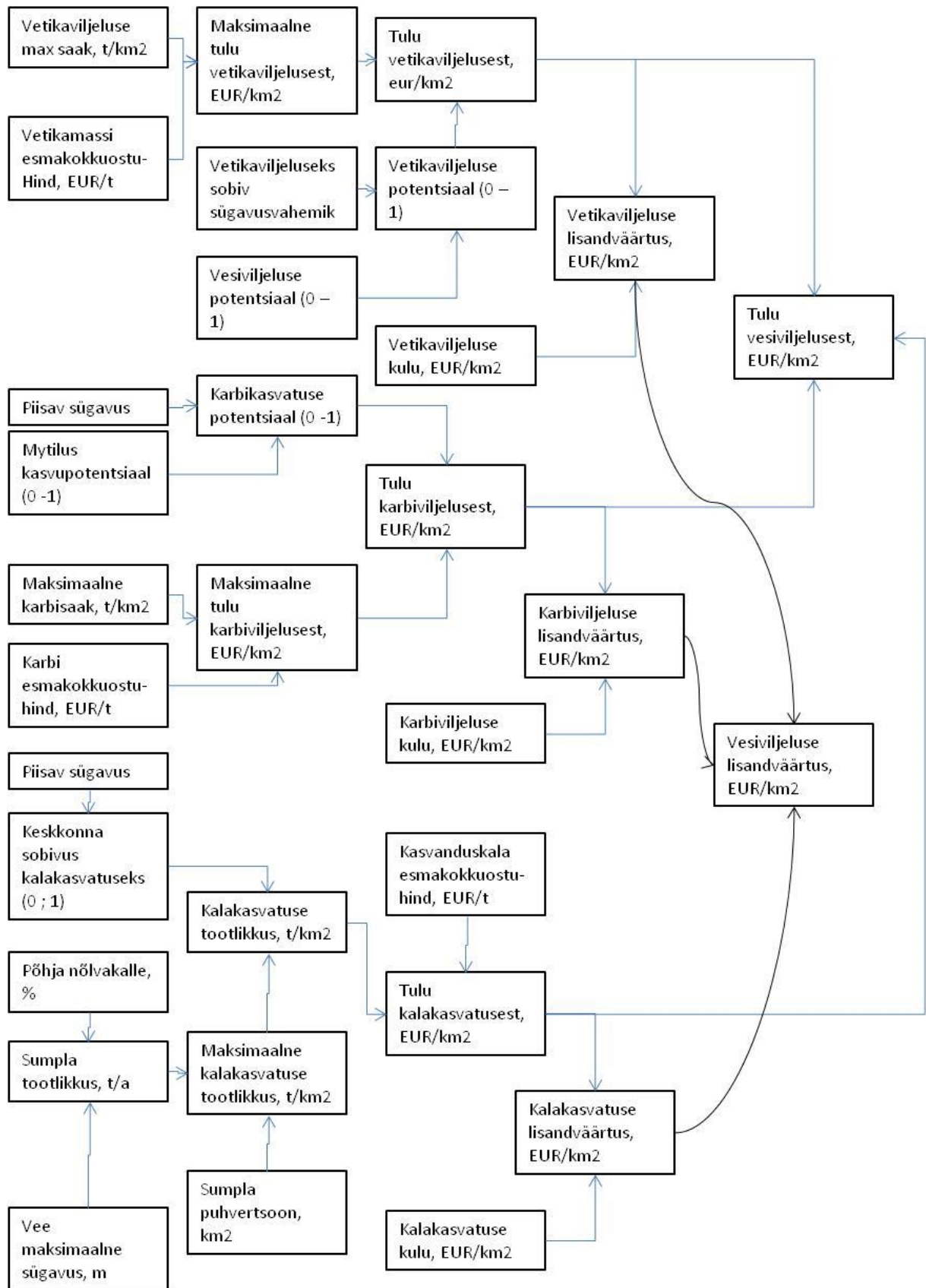
$LK = dS \times l$, kus LK – laevanduskulu, dS – kaugus lähimast sadamast ja l – laevanduse ühikukulu.

$TKM = TK \times TMM$, milles TK – tööjõukulud ja TMM – tööjõumaksude määr. TMM sõltub palgamaäärast. Näiteks, kui ühe töötaja tööjõukulu on 4000€, siis $TMM = 0,393$. Mudelis eeldatigi, et kõikides alamsektoritel $TMM = 0,4$.

$HT = MH \times MT$, milles HT – hoonestusõiguse tasu, MH – mereala hind ja MT – hoonestusõiguse tasu määr, kusjuures $MH = 1\,090\,000 \text{ €/km}^2$ ja $MT = 0,04$.

$MKM = T \times KMM$, milles MKM – toodangu müügist tekkiv käibemaks, T – alamsektori müügitulu ja KMM – käibemaksu määr (0,2).

$T = P \times H$, milles T – alamsektori tulu, P – alamsektori tootlikkus ja H – toodangu esmakokkuostuhind.



JOONIS 15. VESIVILJELUSE ALAMMUDEL

Kalakasvatuse osas

Kalakasvatuse osas on lähtutud avamere lahendusest, mis seisneb vähemalt 50 m sügavustes sumpades vikerforelli tootmises, nii et ühe sumba tootlikkus on ligi 5000 tonni (eeskujuks Norra ettevõtte SalMar ASA avamerelahendused, www.salmar.no). Mudelis on arvestatud, et ühe sumba puhvertsoon on 25 km² ja et farmil on vähemalt 10 sumpa, nii et kalakasvatuse minimaalne pindala on vähemalt 250 km².

Mudel seab kalakasvatusele kaks eeltingimust: mere sügavus vähemalt 50 m ja mere jäävaba määr peab olema vähemalt 95%.

Kalatootlikkus arvutatakse võrrandist:

$$P = 100 \times \ln(d) + 500 \times \ln(s) + 4000$$

milles P on sumba tootlikkus (t/a), d – mere sügavus (m) ja s – nõlvakalle (%).

Vetikaviljeluse osas

Vetikaviljeluse osas lähtutakse lahendusest, et meres kasvatatakse agarikku. Farm seisneb peamiselt merre ankurdatud vetikakoplite rajamises, hooldamises ja saagi koristuses. Vetikafarm toodab kuni 1000 tonni (mürgkaal) vetikamassi ruutkilomeetril. Tootmine toimub Kotta (2016) näidatud piirkondades. Mudel korrutab maksimaalsetootlikkuse mere sobivusega selleks tootlikkuseks: vastavad parameetrid on 0, 25, 50, 75 ja 100%.

Vetika esmakokkuostuhind on mürgkaalus 100 €/t ja maksimaalne tulu seega 100 000€/km². Laevanduskulu on 0,5 €/m/km²/a, mis annab olenevalt farmi kaugusest sadamast ligi 1000 – 10 000 €/km²/a. Investeeringukulu on 5000€/km²/a ja tööjõukulu 18 000€/km²/a. Kulud kokku on suurusjärgus 30 000€ aastas ja lisandväärtus suurusjärgus 70 000€ aastas.

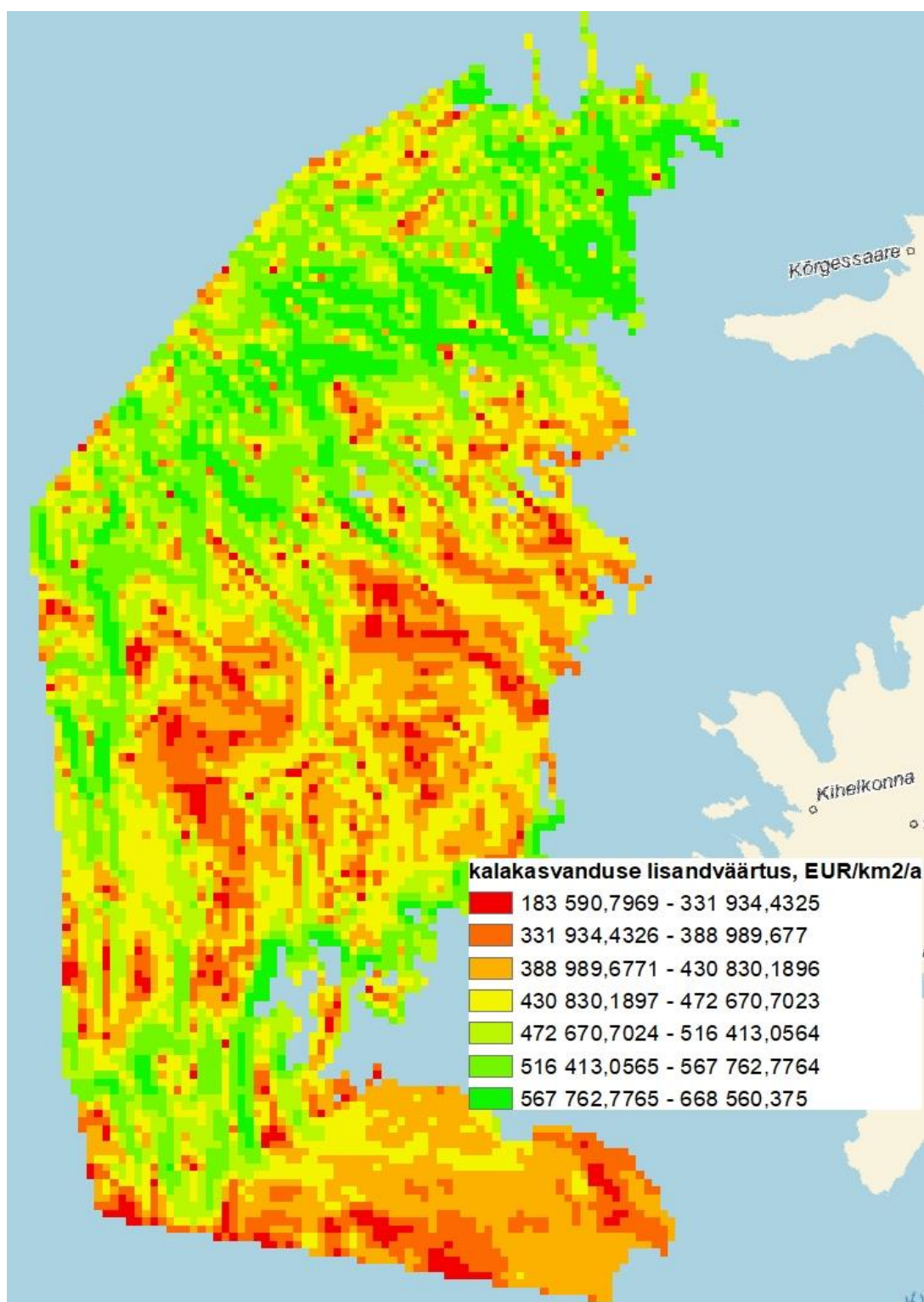
Karbiviljeluse osas

Karbiviljeluse modelleerimisel lähtuti Buck *et al* (2010) analüüsist kahe km² suurusel alal peamiselt söödava rannakarbi (*Mytilus edulis*) kultiveerimisel Weseri jõe estuaaris Põhjameres. Kuna Läänemere madal soolsus on karbile ebasoodsam, lähtuti eeldusest, et Põhjamere farmi keskmine biomassi tootlikkus võrdub Eesti mereala maksimaalse võimalikuga. Maksustamiste osas lähtuti loomulikult Eesti seadusest, muude parameetrite osas aga Buck *et al* (2010) tulemustest.

Karbifarm tähendaks söödava rannakarbi või rändkarbi jaoks kunstliku kinnitumissubstraadi loomist köite või võrkude näol. Peamiseks tooteks oleks kanafarmide sööt. Karbifarmi minimaalne sügavus on 2m. Maksimaalne tootlikkus korrutatakse *Mytilus* kasvukiiruse parameetriga (0 - 1; Kotta, 2016).

Mõned vaikumisi sisendparameetrid: tööjõukulu: 60 000 €/km²/a, investeeringukulu (sh laev ja maapealne hoone) 397092 €/km²/a, laevakütuse kulu 1,5 €/m/km²/a, muud kulud 15% investeeringukuludest, karbi esmakokkuostuhind 1500 €/t, maksimaalne tootlus 1189 t/km²/a.

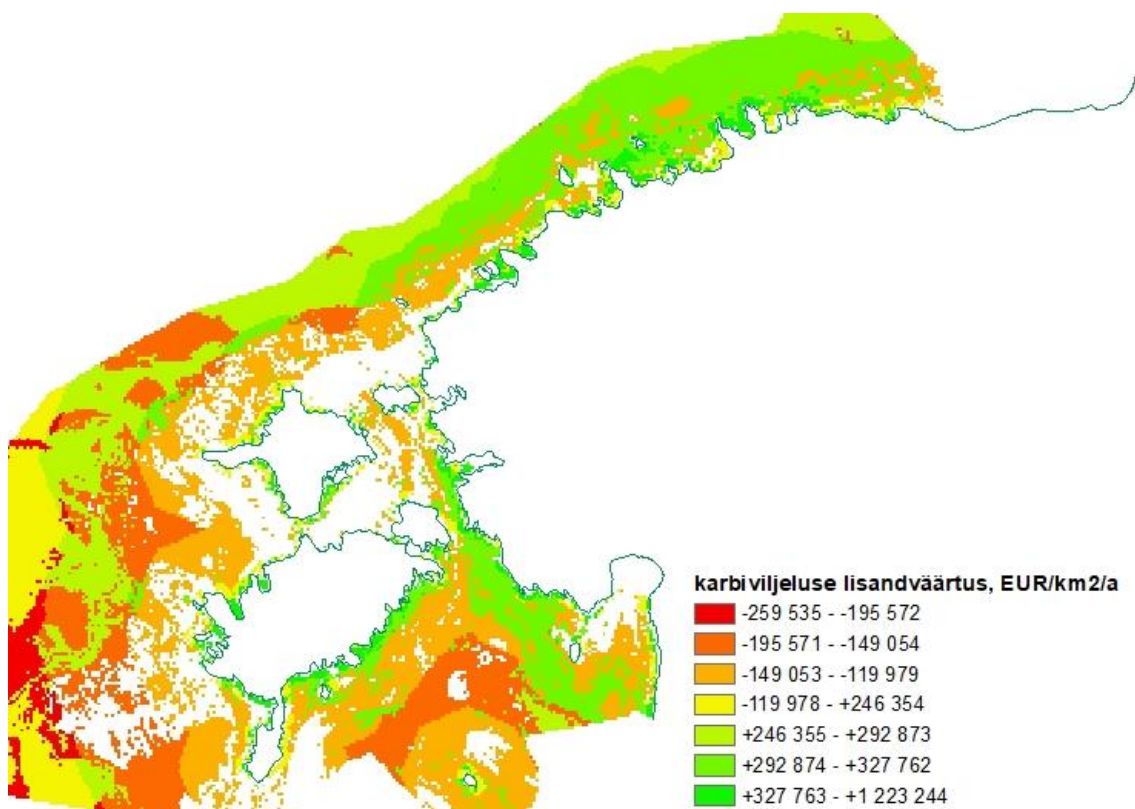
4.2.2. Väljund



JONIS 16. VESIVILJELUSE ALAMMUDELI TULEMUSED MUDELI PÕHJAL

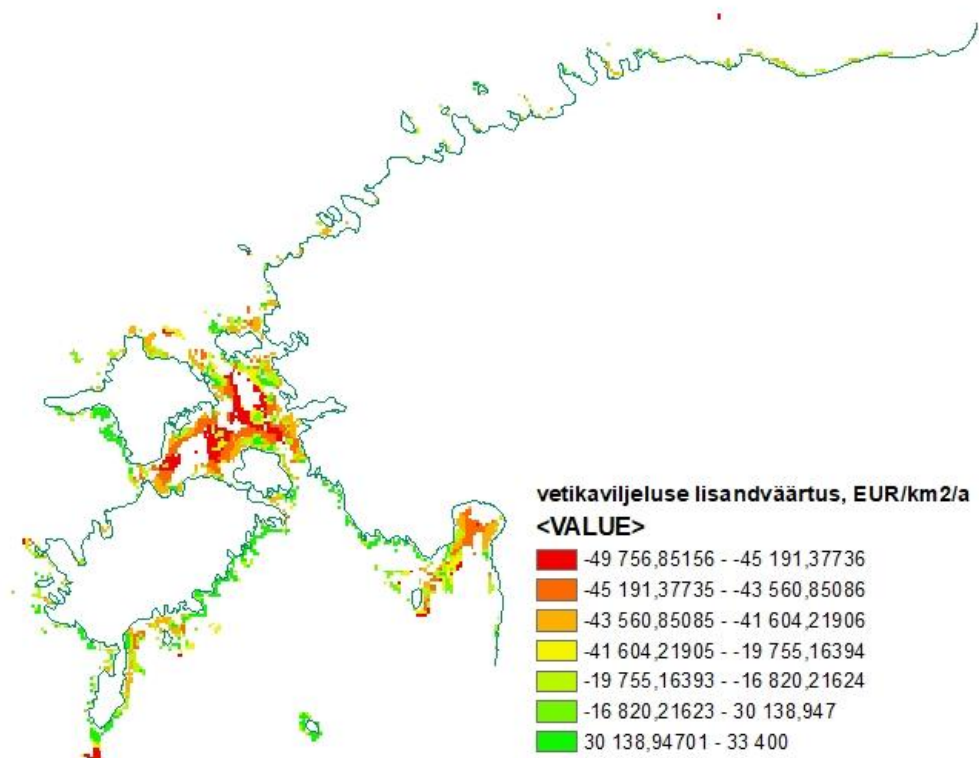
Kalakasvatus. Mudel soovib kalafarme eelkõige sügavamatesse ja jäävabamatesse Eesti majandusvööndi kohtadesse, mis jäävad Saaremaast ja Hiiumaast kaugemale läände. Oodatav lisandväärtus on suurusjärgus 0,6 M €/km²/a, mis on võrreldav tuuleenergeetika lisandväärtusega.

Karbiviljelus. Karbiviljelus on oodatavalt kõige suurema pindalalise lisandväärtusega alamsektor, andes mudeli järgi koguni ligi 1M €/km²/a. Samal ajal on see kõige suurema määramatusega uuritud kolmest alamsektorist. Näiteks, kanasöödaks mineva *Mytilus* karbimassi hind varieerub 200 ja 3000 €/t vahel ning lisaks on seda söödavat rannakarpi võimalik müüa hoopis restoranidele. Häid karbiviljeluse kohti leidub kõikides Eesti mere osades, eriti aga teatud kohtades rannikul sadamate lähistel, kus väiksed kulud.



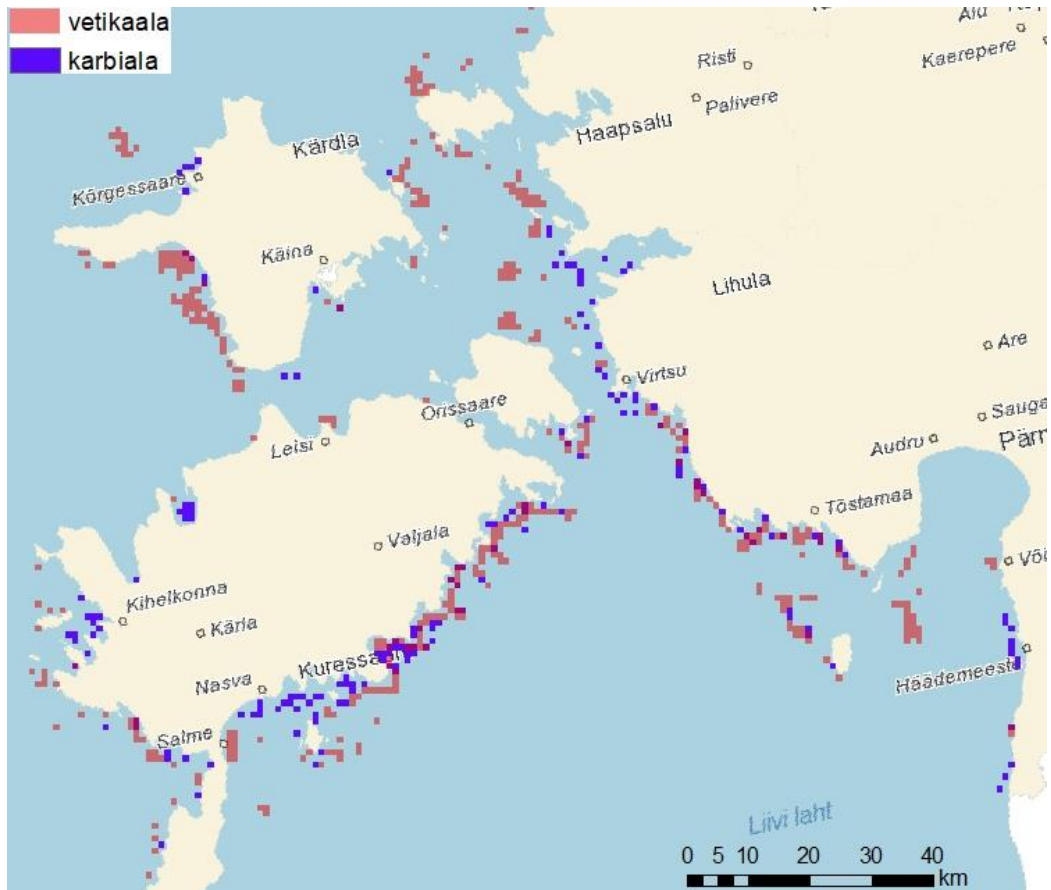
JOONIS 17. KARBIVILJELUSE POTENTSIAALNE LISANDVÄÄRTUS MUDELI TULEMSUENA

Vetikaviljelus. Vetikaviljeluse oodatav lisandväärtus on ligi 0,03 M €/km²/a. See on oluliselt väiksem kui teistel vesiviljeluse valdkondades ning samas suurusjärgus intensiivsete laevateede lisandväärtusega. Kuna kulud on suured, siis on vetikaviljelusega tõenäoliselt keeruline positiivset lisandväärtust saavutada ja sobilikke kohti on vähe. Vetikaviljeluse kasumlikkus sõltub palju kaugusest sadamatest. Väärtuslikumad alad on teatud kohtades piki rannikut. Tõenäoliselt ilmselt vetikaviljeluse mõttekus eelkõige kaudsete efektide kaudu: sisendina töötlevasse tööstusse (kus Eesti mereala agarik võib olla asendamatut) ja veepuhastuseefektina.



JONIS 18. VESIVILJELUSE POTENTSIAALNE LISANDVÄÄRTUS MUDELI TULEMUSENA

Konfliktid. Üldiselt, erinevad merelised tegevused üksteist ei välista. Kalakasvatus võib hästi haakuda karbi- ja vetikaviljelusega, sest kalakasvatuse toitainejäägid sobivad hästi vetikate ja karpide sisendiks. Kahjuks, kalakasvatuseks sobivaimad alad ei kattu mudelis ei vetika ega karbikasvatuseks sobivaimate aladega. Konflikt võib olla aga vetika- ja karbikasvatuse vahel, sest mõlemad elustiku rühmad sõltuvad toitainete juurdevoost. Karbifarm võib segada samas paiknevat vetikafarmi ja vastupidi. Enamuses vetikate ja karpide viljeluseks sobivaimad alad õnneks ei kattunud. Teatud kattuvust näitab mudel Kuressaare lähistel ja veel mõnes üksikus kohas.



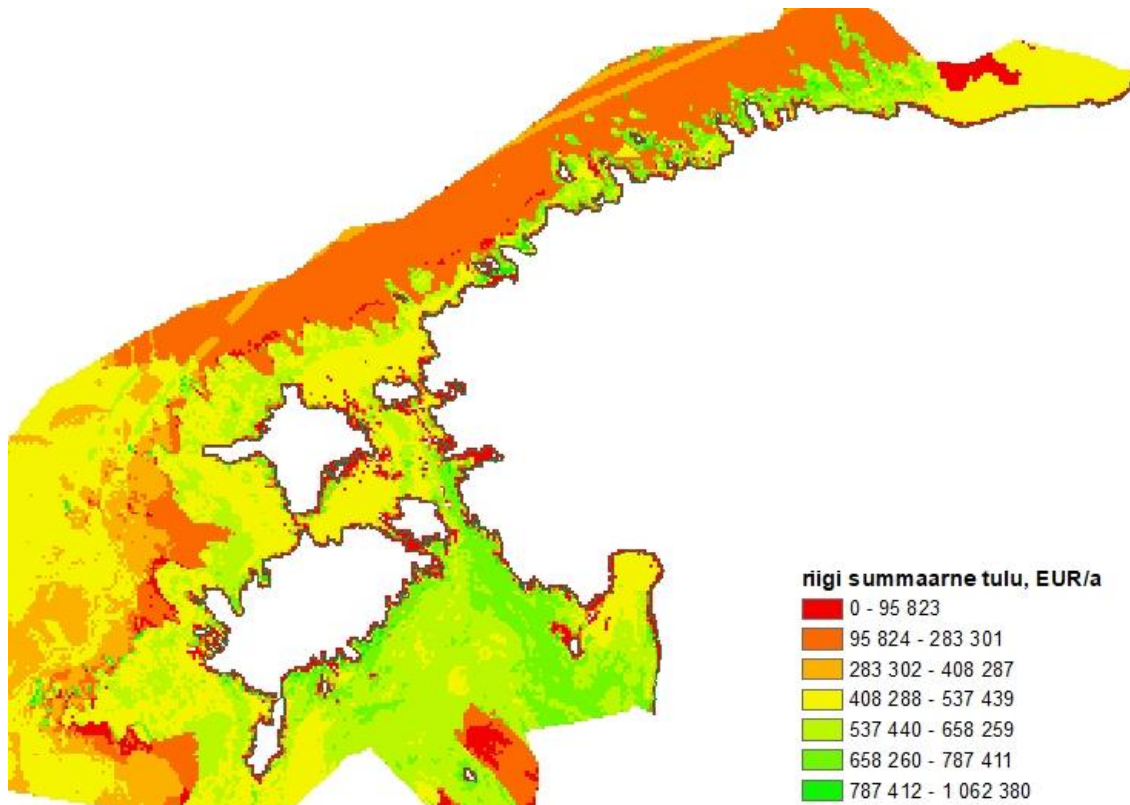
JONIS 19. VESIVILJELUSE POTENTSIAALSED KONFLIKTALAD

5. Meremajanduse agregaatmudel

Meremajanduse alammudel võrdleb ja summeerib kalanduse, vesiviljeluse, energia ja transpordi alammudelite väljundeid.

5.1. Alammudelis toodud kasude summeerimine

Ühel mereala ruutkilomeetril on võimalik mitu erinevat majandustegevust, ilma et need üksteist olulisel määral häiriks. Enamikel juhtudel realselt toimub teatud häirimine. Näiteks, tuulikupark häirib oluliselt purjelaevaliiklust ja võib koguni välistada traalpüügi. Lihtsuse mõttes eeldatakse käesolevas mudelis, et kui traalpüügi ja tuulepargi võimalik konflikt välja jätta, siis kõik erinevad majandustegevused ühel ja samal piksilil on võimalikud ning et nende tegevuste kokkulangemine ei mõjuta teist tegevust. Näiteks, mudel eeldab, et rannapüük ja meretransport ei sega teineteist ega aita ka üksteisele kaasa. Seega, kui välja arvata traalpüügi ja tuuleenergeetika konflikt, siis erinevate valdkondade lisandväärtused ja riigitulu summeeruvad kogu mereala potentsiaalseks lisandväärtuseks ja kogu mereala potentsiaalseks riigituluks.



JOONIS 20. RIIGI POTENSTIAALNE TULU MERERESSURSSIDE KASUTUSEST MUDELI PÕHJAL

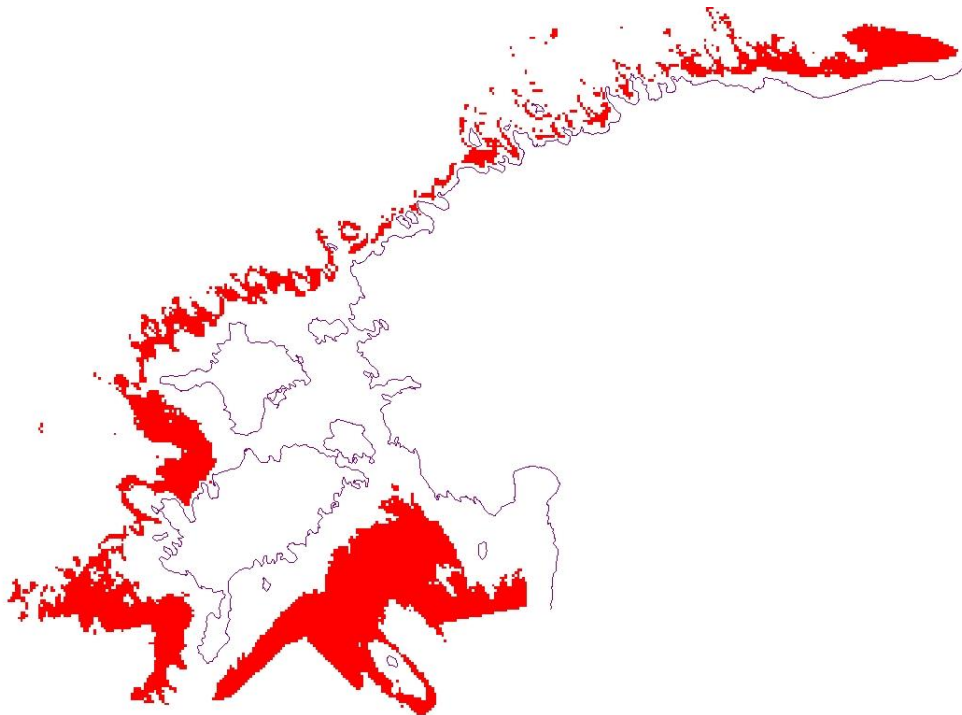
5.2. Majandussektorite konfliktianalüüs

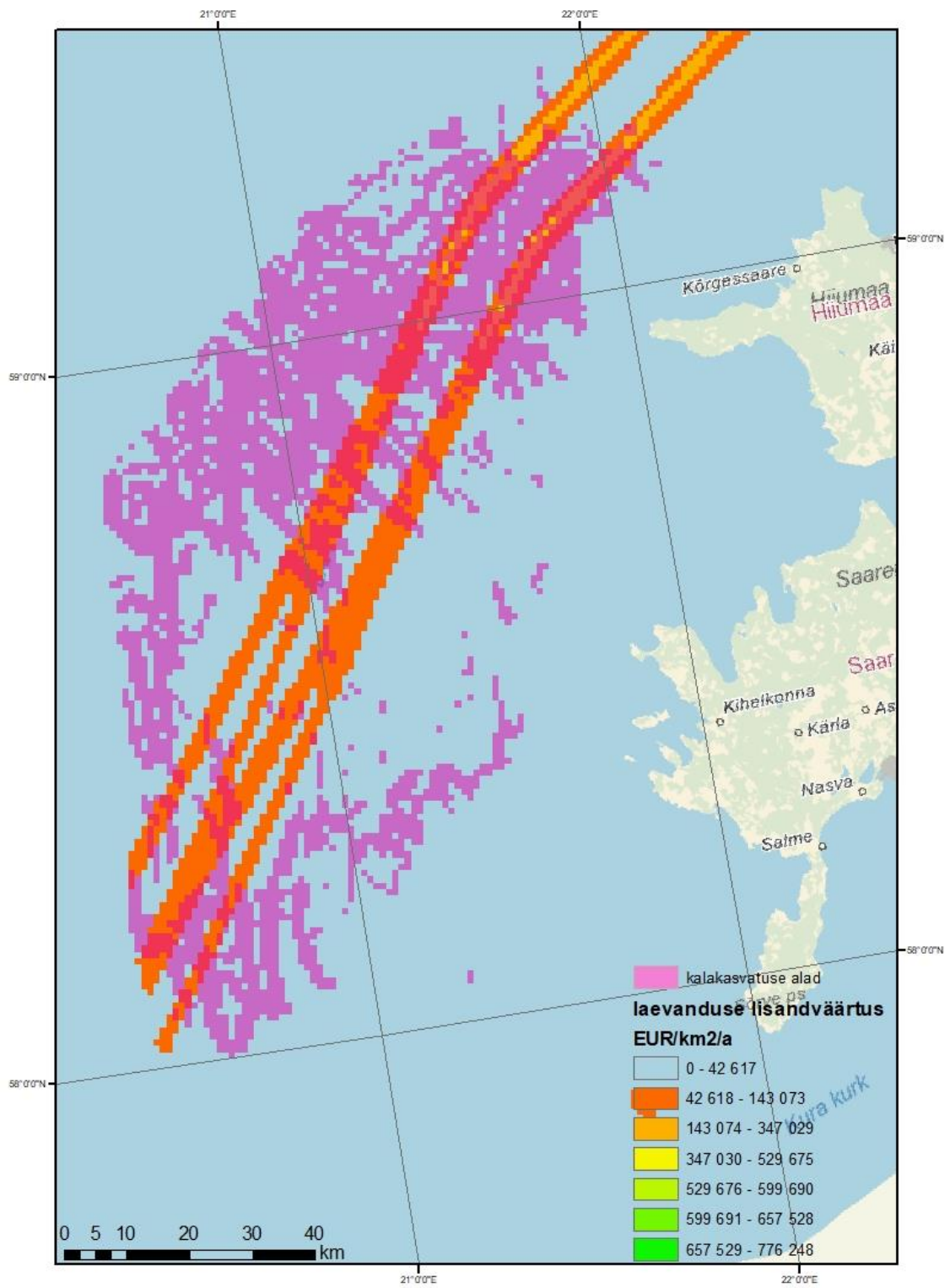
Mudel eeldab, et tuulepark ja traalpüük on samal piksilil teineteist välistavad. Mudel identifitseerib need alad ja tekitab vastava väljundkaardi, kus on näidatud, kumma sektori potentsiaalne riigi tulu oleks

suurem. Mudeli vaikimisi parameetrite kasutamisel osutub tuuleenergeetika kõikjal riigi jaoks tulusamaks kui traalpüük.

Konfliktaladel summeerib mudel kasud nii, et kõigepealt võrdleb energeetika ja traalpüügi potentsiaalset riigi tulu, seejärel valib nendest kahest tulusama tegevuse ning lõpuks liidab juurde kõik teised sektorid. Negatiivse väärtusega komponendid jäetakse summast välja.

Üksteist takistavateksivad osutuda suure intensiivsusega meretranspordi alad ühelt poolt ja teiselt poolt kõik muud tegevused. Näiteks, kalakasvatuseks parimad alad kattuvad osaliselt läänesaarte taguste intesiivsete laevateedega.





JONIS 21. TRAAPÜÜGI JA ENERGEETIKA VAHELINE POTENTSIAALNE KONFLIKTIALA (PUNASEGA)

6. Eesti merekeskkonna ressursside kasutamisest saadava majandusliku kasu mudeli tehniline dokumentatsioon

6.1. Mudeli üldised põhimõtted

Mudeli loomiseks kasutati ArcGIS platvormil töötavat ModelBuilder'it, mis kommunikeerub Python'iga. Sellel platvormil on välja töötatud nn 'RasterMode Tools' kui üks ArcToolbox'i tööriistakast. Kasutaja jaoks hõlmab see viit tööriista, arendaja jaoks lisaks kuuendat tööriista ehk mudelit nimega 'meremask'. Iga alamudel hõlmab hulka omavahel paralleelselt ja sekventaalselt ühendatud ArcGIS tööriistu, mis üldjuhul töötavad sisendkaartide ja parameetrite põhjal välja väljundkaarte.

Mudel töötab peamiselt raster-GIS-ina 1 x 1 km² pikslitel, mis katavad kogu Eesti mereala. Osa mudelist töötab vektor-GIS-ina. Väljundfailid on kõik 1 x 1 km² raster-GIS lahendusena.

Modelleerimiskeskonna parameetrid

Projitseeritud koordinaatsüsteem: ETRS 1989 LAEA

Projektsioon: Lambert Azimuthal Equal Area.

Lineaarühik: meeter

Geograafiline koordinaatsüsteem: GCS ETRS 1989.

6.2. 'meremask' mudel

'meremask' mudeli ülesandeks on defineerida modelleerimiskeskond ehk territoorium, projektsioon, piksli suurus, asend ja paigutus teistele alamudelitele. Mudeli väljundiks on mask (fail 'mask10'), mida kasutatakse kõikide teiste alamudelite ruumilisel defineerimisel.

Eesti mereala sisse on arvestatud: (1) mereala polügoonfailist tuletatud nn **merepikslid** ja (2) rannajoone joonfailist tuletatud nn **rannapikslid**, mis külgnevad mereala pikslitega. Maskist on välja jäänud osa Pärnu sadamast, mis mere asemel seotud hoopis jõega.

'meremask' defineerib teistel alamudelitel järgmised keskkonnaparameetrid:

- Protsessimise ulatus (*Processing Extent*)
- *Snap Raster*
- Piksli suurus (*Cell Size*)
- *Mask*

Mitte-arendajast kasutaja 'meremask' mudelit ei näe.

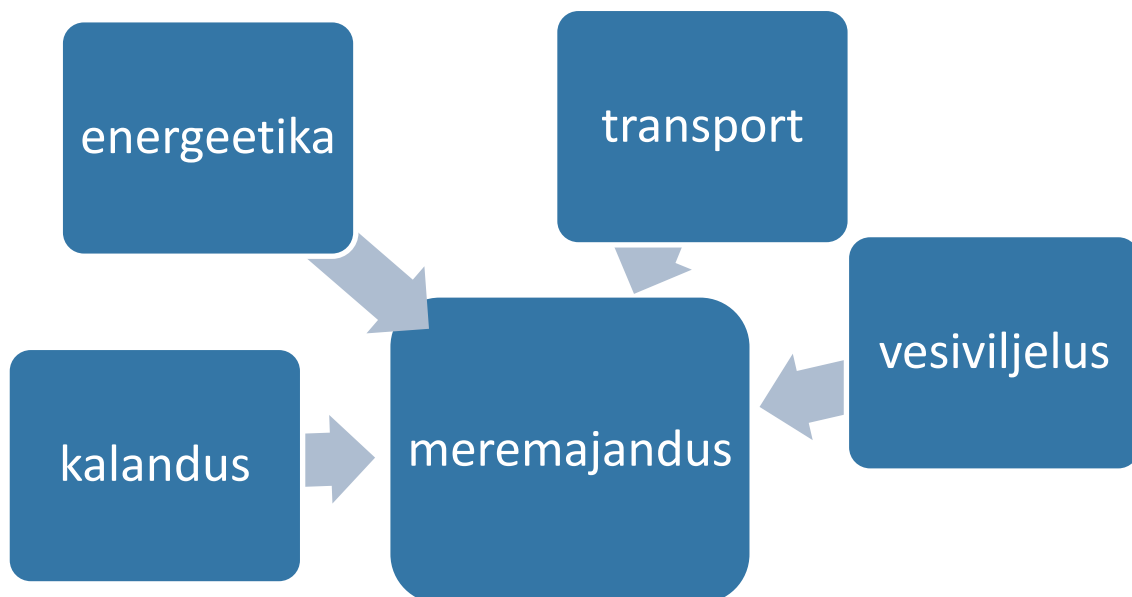
6.3. Soovitavad kasutajaseaded

- Display aken peaks mudeli käivitamisel katma kogu Eesti mereala (kohustuslik 'abimudel-kaabel' käivitamisel!)
- Geoprocessing > Geoprocessing options:
 - märkida linnuke 'overwrite the outputs of geoprocessing operations'
- Background processing - eemaldada linnuke 'enable' juurest
 - märgi linnuke 'Add results of geoprocessing operations to the display'
- Customize > ArcMap options:
 - eemalda linnuke 'make newly added layers visible by default'

6.4. Mudelite hierarhia

Mudel koosneb kasutaja jaoks põhiliselt neljast alammudelist, millest 'kalandus', 'energeetika' ja 'transport' paralleelsed ning 'meremajandus' neile järgnev. 'Energeetika' mudelile eelneb lisaks 'abimudel_kaabel'. Arendaja jaoks eelneb kõigele 'meremask'.

JOONIS 22. MUDELITE HIERARHIA



7. Kasutatud kirjandus

Alkoholi-, tubaka-, kütuse- ja elektriaktsiisi seadus, Riigi Teataja I 2007, 45, 319

Armulik, T., Sirp, S. (2014). Eesti kalamajandus 2013. Kalanduse teabekeskus. Pärnu.

AS Tallinna Sadam. Konsolideeritud majandusaasta aruanne. (2015) [WWW] www.portoftallinn.com/?dl=679 (30.11.2016)

Barthelmie, R. J. ja Pryor, S. (2001) A review of the economics of offshore wind farms, Wind Engineering, vol 25(3), lk 203-212

BASREC. (2012) Conditions for deployment of wind power in the Baltic Sea Region. Analysis part II, Strategic Outline offshore wind promotion.

BEA-APP (2017). Regional Pilot Cases. Blekinge. [<https://www.balticenergyareas.eu/regional-pilot-projects/blekinge>] (03.12.2017)

Bjorndal, T., Conrad, J.M. (1987). The dynamics of an open access fishery. The Canadian Journal of Economics. 20: 74 – 85.

Buck, B.H., Ebeling, M.W., Michler-Cieluch, T. 2010. Mussel cultivation as a co-use in offshore wind farms: potential and economic feasibility. Aquaculture Economics & Management 14: 255 – 281.

Bulder, B., van Roermund, M. (2016), Lifecycle and decommissioning offshore wind. ECN

BVG Associates. (2010), Value breakdown for the offshore wind sector. A Report A report commissioned by the Renewables Advisory Board. [WWW] https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/48171/2806-value-breakdown-offshore-wind-sector.pdf (30.11.2016)

Capacity factors for wind farms; <http://energynumbers.info/capacity-factors-at-danish-offshore-wind-farms> (WWW) (01.12.2016)

Cian D. et al (2016), Description of an 8 MW reference wind turbine. Journal of Physics: Conf. Ser. 753 092013

Danish Shipowners' Association (2010). The Economic Significance of Maritime Clusters: Lessons Learned from European Empirical Research.

Dinwoodie, I., O.-E. V. Endrerud, M. Hofmann, R. Martin, and I. B. Sperstad (2015). "Reference Cases for Verification of Operation and Maintenance Simulation Models for Offshore Wind Farms." Wind Engineering 39: 1-14

Eesti Taastuenergia Koda. Taastuenergia tasu ja võimalikud toetused. [WWW] <http://www.taastuenergeetika.ee/poliitika/> (15.08.2016)

Eesti Tuuleenergia Assotsiatsioon. Hiiumaa teel meretuulepargi poole. [WWW] <http://www.tuuleenergia.ee/2015/03/hiiumaa-teel-meretuulepargi-poole/> (30.11.2016)

Elektrituru seaduse muutmise seaduse eelnõu (2016). Seaduseelnõu nr 290. <http://www.riigikogu.ee/tegevus/eelnoud/eelnou/5b8f3e3a-617c-424a-89a8-e10cc25f34d4/Elektrituruseaduse%20muutmise%20seadus/>

Elering AS. Taastuenergia toetus [WWW] <http://elering.ee/taastuenergia-toetus> (WWW) (15.08.2016)

Elering AS. Vastus järelepärimisele. E-kiri. Kätlin Klemmer, 17.11.2016.a ja 8.12.2017.a.

EV Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. Eesti merenduspoliitika 2012- 2020 <https://www.mkm.ee/sites/default/files/merenduspoliitika.pdf> [WWW] (30.11.2016)

EWEA (2016). The European offshore wind industry - key trends and statistics 2015. A report by the European Wind Energy Association, veebruar 2016

Green, R. ja Vasilakos, N. (2010) Market Behaviour with Large Amounts of Intermittent Generation. Energy Policy 38, no 7, lk 3211–3220

Green, R. ja Vasilakos, N. (2011) The Economics of Offshore Wind. Energy Policy 39, no 2, lk 496–502

Gype, P. Fundamentals of Wind Energy. http://www.wind-works.org/cms/fileadmin/user_upload/Files/presentations/Wind-101/Wind_101-half-5_Fundamentals.pdf (30.11.2016)

HELCOM, (2007). HELCOMi Läänemere tegevuskava.

Hiiu vald. Hiiumaa Offshore Tuulepark OÜ ja Hiiu valla vaheline ühiste kavatsuste protokoll. [WWW] www.hiiuvald.ee/images/failid/ykp/UKP_10_04_2014_2014_04_11.doc (30.11.2016)

Hunt, T; Kasepõld, K; Kopti, M. (2016) Merendussektori majandusmõju uuring. [WWW] http://www.ttu.ee/public/m/mereakadeemia/teadusarenduskeskus/ISBN_Merendussektori_majandusmõju_uuring_20161013.pdf (30.11.2016)

International Renewable Energy Agency (IRENA), (2012) Renewable energy technologies: cost analysis series. Volume 1: Power Sector. Wind Energy.

International Economic Development Council (IEDC), (2013) CREATING THE CLEAN ENERGY ECONOMY. Analysis of the Offshore Wind Energy Industry.

Jaanuska, H. (2015). Vesiviljeluse laiendamiseks sobivaimate alade kaardistamise, vajalike infrastruktuuride arendamise ja innovatsiooniliste tehnoloogiate elluviidavus. Eesti Maaülikool. Tartu.

Jaanuska, H. (2016). Kalade vesiviljeluseks sobilike alade väljaselgitamine Eesti merealal. Eesti Maaülikool.

Kaiser, M.J. and B. Snyder (2011). Offshore Wind Energy Installation and Decommissioning Cost Estimation in the U.S. Outer Continental Shelf. U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Regulation and Enforcement, Herndon, VA. TA&R study 648. 340 pp.

Kapsali, M. ja Kaldellis, J. K. (2012). "Offshore Wind Power Basics", vol. 2, in Comprehensive Renewable Energy, Elsevier Ltd., lk 431-468

Kitzing, L. ja Morthorst, P. E. (2015). Trends in offshore wind economics – the past and the future. In Proceedings - 14th Wind Integration Workshop

Krohn, S., Morthorst, P.E. ja Awebuch, S. (2009) The Economics of Wind Energy: A Report by the European Wind Energy Association Brussels. European Wind Energy Association

- Kruus, M. (2011). Tuuleenergia. Korduma kippuvad küsimused. [WWW] <http://www.tuuleenergia.ee/about/kkk/> (30.11.2016)
- Kruus, M. (2013). Meretuulikud on kasvuvaldkond.– Postimees, 22.11.2013. [WWW] <http://pluss.postimees.ee/2605556/martin-kruus-meretuulikud-on-kasvuvaldkond> (30.11.2016)
- Kotta, J. 2016. Mereala planeeringu alusuuring – selgrootute ja vetikate vesiviljeluseks sobilikud alad. TÜ Eesti Mereinstituut. Tallinn.
- Lantz, E. et al (2013), Jobs and Economic Development Impact (JEDI) Model: Offshore Wind User Reference Guide. NREL Technical Report, NREL/TP-6A20-58389
- Lopez Alvarado, J. 1997. Aquafeed and the environment. In: Tacon, A.G.J. & Basuro, B. (eds) Feeding tomorrow's fish. Zaragoza: CIHEAM. Cahiers Options Mediterraneeennes; n. 22. 275 – 289.
- Maaeluministerium (2016). Eesti Kalamajanduse 2014-2015. Töödokument
- Noorvee, A., (2015) Eesti merestrategie meetmekava Eesti mereala hea keskkonnaseisundi saavutamiseks ja säilitamiseks keskkonnamõju strateegiline hindamine [WWW] https://www.envir.ee/sites/default/files/meetmekava_ksh_aruanne_12.10.2015_avalikustamisele.pdf (30.11.2016)
- Oxford Economics (2014). The economic value of the EU shipping industry. [WWW] http://www.shortsea.be/html_nl/publicaties/documents/150220EuropeanShippingUpdate.pdf (30.11.2016)
- Paalme, T. 2014. Kinnitumata punavetikakoosluse kunstliku kultiveerimise võimalikkus ning selle mõju Väinamere keskkonnaseisundile. Vahearuanne II. TÜ Eesti Mereinstituut. Tallinn.
- Potisepp, R., Tammist, R. ja Lokk, A. (2015) Taastuenergia aastaraamat 2015, Eesti Taastuenergia Koda
- Pärnu maakonnaga piirneva mereala maakonnaplaneering. Olemasoleva olukorra analüüs. Planeeringulahenduse kujunemine. Keskkonnamõju strateegilise hindamise aruanne. (2015) [WWW] http://www.sauga.ee/fileadmin/pdf/Volikogu/Eelnoud_2015/Aprill/1-Mereplaneeringu_lisa_4_koide_2.pdf (30.11.2016)
- Smart, G., A. Smith, E. Warner, I.B. Sperstad, B. Prinsen, R. Lacal-Arántegui (2016), IEA Wind Task 26 – Offshore Wind Farm Baseline Documentation. IEA Wind. [WWW] www.nrel.gov/docs/fy16osti/66262.pdf (30.11.2016)
- Snyder, B. ja Kaiser, M. J. (2009) Ecological and economic cost-benefit analysis of offshore wind energy. Renewable Energy 34, lk 1567-1578
- Soomere, T., Eelsalu, M. 2014. On the wave energy potential along the eastern Baltic Sea coast. Renewable Energy 71: 221–233.
- Vattenfall AB. [WWW] <https://corporate.vattenfall.com/press-and-media/press-releases/2016/vattenfall-wins-danish-near-shore-wind-tender/> (30.11.2016)
- Värnik, R., Jaanuska, H., Aro, K., Vahejõe, K., Rahnu, A., Kolju, J. 2015. Vertikaalne integratsioon vesiviljeluses, senine kogemus, sotsiaalmajandusliku mõju ja vesiviljeluse laiendamiseks sobivaimate

alade kaardistamise, vajalike infrastruktuuride arendamise ja innovatsiooniliste tehnoloogiate elluviidavuse uuring Eestis Saaremaa näitel. Uuringu lõpparuanne. Eesti Maaülikool. Tartu

Taastuenergia OÜ (2016), Tuulegeneraatori võimsus, kasutegur ja tootlikkus. <http://www.taastuenergia.ee/tuuleenergia.html> (30.11.2016)

WindEurope (2017a). Wind energy in Europe, Scenarios for 2030. [<https://windeurope.org/about-wind/reports/>]

WindEurope (2017b). Wind in power: 2016 European statistics. [<https://windeurope.org/about-wind/statistics/>]

LISA 1. Uuringus kasutatavad meretranspordiga seotud tegevusalagrupid EMTAK 2008 klassifikaatorite ja tegevusala alusel

Alamklaster		EMTAK 2008	Tegevusala
Laevandus	H	50	Veetransport
		50101	Sõitjatevedu merel ja rannavetes
		50201	Kaubavedu merel ja rannavetes
		50202	Laevade pukseerimine jms
Vesiehitus ja süvendamine	F	4291	Vesiehitus
		42911	Vesiehitus
Sadamad ja laadungikäitlus	H	522	Veondust abistavad tegevusalad
		5222	Veetransporti teenindavad tegevusalad
		52221	Sadamate töö ja veeteede kasutamisega seotud tegevused
		52229	Muud veetransporti teenindavad tegevusalad
		5224	Laadungikäitlus
		52241	Laadungikäitlus
Teenindus- ja vahendustegevus	H	5229	Muud veondust abistavad tegevused
		52291	Veoste ekspedeerimine
		52292	Mere-lastiveo organiseerimine, laevade agenteerimine
		52293	Tolliagentide tegevus
		52299	Mujal liigitamata veondust abistavad tegevused

Allikas: Registrate ja Infosüsteemide Keskus. EMTAK 2008 selgitavad märkused.

http://www.rik.ee/sites/www.rik.ee/files/elfinder/article_files/EMTAK_sisukorraga_0.pdf.

LISA 2. Meretranspordiga seotud tegevusalade majandusnäitajad 2014. aastal

Tegevusala EMTAK	501	5222	5224	5229	4291
	Sõitjatevedu merel ja rannavetes	Veetransporti teenindavad tegevusalad	Laadungikäitlus	Muud veondust abistavad tegevusalad	Vesiehitus
Tegutsevate ettevõtete arv	27	55	28	995	27
Aastakeskmine tööga hõivatud isikute arv	670	1 345	1 593	5 669	165
Aastakeskmine töötajate arv	656	1 318	1 589	5 448	161
Lisandväärtus, eurot	11 673 987	156 976 026	99 640 707	220 854 318	5 880 997
Müügitulu, eurot	509 282 315	226 356 553	200 500 108	1 597 862 198	39 442 507
Tööjõukulud, eurot	18 142 278	36 461 686	38 043 529	112 853 488	3 465 247
..palk, eurot	13 449 860	27 256 908	28 457 536	84 437 608	2 592 338
..sotsiaalmaks ja tööandja töötuskindlustusmaks, eurot	4 692 417	9 204 776	9 585 993	28 415 879	872 909
Kulud kokku, eurot	542 409 282	148 270 546	175 728 985	1 513 069 369	37 733 144
Muud äritulud, eurot	26 990 779	6 752 119	7 208 134	7 844 620	291 091
Muud ärikulud, eurot	2 354 018	4 251 318	1 490 047	5 796 500	21 172
Ärikasum, eurot	-8 490 206	80 693 835	30 489 210	85 499 807	1 929 380
Finantstulud ja -kulud, eurot	-31 574 969	-18 559 751	-2 728 827	21 550 183	309 325
Aruandeaasta kasum (-kahjum), eurot	-45 407 272	50 036 485	26 899 674	99 158 970	2 129 052
Keskmine palk töötaja kohta, eurot	20503	20684	17906	15498	16101

Allikas: Eesti Statistikaamet.

LISA 3. Veeteetasu laekumine aastatel 2013-2015

Aasta	Veeteetasu laekumine, eurot
2013	12 344 884,81
2014	21 572 350,75
2015	16 878 010,82

Allikas: Veeteede Amet

LISA 4. Uuringu raames läbiviidud intervjuud

1. Allan Noor, tegevjuht, Amisco AS, toimumisaeg 05.10.2016
2. Martin Laur, kontrollor, AS Tallinna Sadam, toimumisaeg 26.10.2016
3. Andres Hunt, juhatuse aseesimees, AS Tallink, toimumisaeg 02.11.2016.
4. Ain Kull, vanemteadur, Tartu Ülikool, toimumisaeg 07.11. 2016
5. Tuuliki Kasonen, Siim Paist, Eesti Tuuleenergia Assotsiatsioon, toimumisaeg 07.10.2016.
6. Jonne Kotta, TÜ Eesti Mereinstituut
7. Andro Ots, Ösel Aquafarms OÜ
8. Urmas Pau, Est-Agar AS
9. Heiki Jaanuska, EMÜ vesiviljeluse õppetool



2017