



EESTI MEREAKADEEMIA
Merenduskeskus

Maria Bahmatova

**Laevatee ohutuse analüüsimine avamere tuulepargi kavandataval
alal**

Lõputöö

Juhendaja: Dr. Inga Zaitseva-Pärnaste

Tallinn, 2022

Olen koostanud töö iseseisvalt.

Töö koostamisel kasutatud kõigile teiste autorite töödele, olulistele seisukohtadele ja andmetele on viidatud.

Maria Bahmatova

(allkirjastatud digitaalselt, kuupäev digiallkirjas)

Üliõpilase kood: 183522VDVR

Üliõpilase e-posti aadress: mariabahmatova1@gmail.com

Juhendaja Dr. Inga Zaitseva-Pärnaste:

Töö vastab lõputööle esitatud nõuetele

(allkirjastatud digitaalselt, kuupäev digiallkirjas)

Kaitsmiskomisjoni esimees Dr. Inga Zaitseva-Pärnaste

Lubatud kaitsmisele

(allkirjastatud digitaalselt, kuupäev digiallkirjas)

Sisukord

Annotatsioon.....	4
Kasutatud lühendid.....	5
Jooniste loetelu.....	6
Tabelite loetelu.....	7
Sissejuhatus.....	8
1 Mereala ja avamere tuulepargid.....	10
1.1 Eesti mereala.....	10
1.2 Mereala planeerimine.....	11
1.3 Tuuleenergia.....	12
1.4 Navigatsioon merel.....	14
1.5 Avamere tuuleparkide navigatsiooniohutusega seotud organisatsioonid ja juhendid.....	15
2 Metoodika.....	17
2.1 Andmete kogumine ja töötlemine.....	17
2.1.1 ArcGIS Pro.....	18
2.1.2 Avamere tuulepargi valik.....	19
2.1.3 Saaremaa meretuulepargi asukoht.....	20
2.1.4 AIS andmed.....	22
2.1.5 Eesti laevateed.....	23
2.2 Analüüs.....	24
3 Laevatee paigaldamine.....	26
3.1 Projektlaev.....	27
3.2 Ohutukaugus tuulepargi ja laevatee vahel.....	27
3.2.1 Ohutusvöönd.....	27
3.2.2 Kaugus laeva manööverdusvõimseks.....	29
3.3 Laevatee laius.....	30
3.4 Navigatsioonimärgistus.....	32
4 Tulemused.....	35
Kokkuvõte.....	37
Summary.....	39
Viidatud allikad.....	41

Annotatsioon

Lähitulevikus alustatakse esimese avamere tuulepargi rajamist Eesti veetes. Sellise rajatise ilmumine toob kaasa lisa riskitegurid, mis mõjuvad laeva navigatsiooni ohutusele. Nende maandamiseks on tähtis õigesti mereruumi projekteerida arvestades meretranspordi ja avamere tuulepargi huve. Peamine probleem seisneb selles, et Eestis puuduvad oma juhendid ohutu laevaliikluse korraldamisest. Lähtudes sellest tekib küsimus, milliseid tingimusi järgida, et ohutu merenavigatsioon tagada avamere tuuleparkide alal. Antud lõputöö raames püstitas autor eesmärgi – tänane navigatsiooni olukorra hindamine ja navigatsiooni ohutuse tingimuste määratlemine avamere tuulepargi alal.

Käesolev lõputöö põhineb rakenduslikul meetodil, mis eeldab probleemi püstitamist ja lahenduse leidmist. Eesmärkide saavutamiseks on valitud konkreetne meretuulepargi hoonestusala, mis asub Läänemeres Saaremaa lääneranniku läheduses. Selles alas tegeleb avamere tuulepargi arendamisega eesti ettevõtte Saare Wind Energy OÜ. Praktiline osa on jagatud tänase navigatsiooni olukorra analüüsi ja laevatee paigalduse osaks. Analüüsi teostamiseks on leitud vajalikud andmed nii avalikest allikatest kui ka saadud eraettevõtetest. Nende visualiseerimise protsess toimub ArcGis Pro tarkvaras, kus on valmistatud järgmised plaanid: 1) hoonestusala asukoht 2) hoonestusala ja AIS andmed 3) hoonestusala ja eesti laevateed.

Püstitatud probleemi lahendamine eeldab ohutu navigatsiooni reeglite ülevaatamine ja nende alusel laevatee paigaldus plaanil avamere tuulepargi suhtes koos navigatsioonimärgistusega. Laevatee paigalduse osa põhineb peamiselt PIANCi juhendil „Interaction Between Offshore Wind Farms and Maritime Navigation“ ja Ühendkuningriigi kogemusel. Plaanil on esitatud kahesuunaline laevatee koos suunanoolega, Saare Wind Energy meretuulepargi hoonestusala, ohutusvöönd avamere tuulepargi kaitsmiseks, skemaatiline navigatsioonimärgistus meretuulepargi ehitamise ja eksploatatsiooni etappidel ning arvutatud ohutu kaugus laevatee ja meretuulepargi vahel.

Võtmesõnad: laevatee, avamere tuulepark, ohutunavigatsioon, Saare Wind Energy, PIANC-i juhend

Kasutatud lühendid

MVS2	Majandusvööndi Seadus
ÜRO	Ühinenud Rahvaste Organisatsioon
UNCLOS	United Nations Convention on the Law of the Sea
MSP	Maritime Spatial Planning
EL	Euroopa liit
OWF	Offshore Wind Farm
IMO	International Maritime Organization
PIANC	World Association for Waterborne Transport Infrastructure või Permanent International Association of Navigation Congresses
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities
AIS	Automatic Identification System
WMS	Web Map Service
OGC	Open Geospatial Consortium
GIS	Geographic information system
SWE	Saare Wind Energy OÜ
KMH	Keskkonnamõju hindamine
COLERG	Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea
TSS	Traffic Separation Scheme
UTM	Universal Transverse Mercator
GRS80	Geodetic Reference System 1980
WGS84	World Geodetic System 1984
ETRS89	The European Terrestrial Reference System 1989
NM	Meremiil

Jooniste loetelu

Joonis 1. Eesti merealapiirid: sissemeri, territoriaalmeri ja majandusvöönd	11
Joonis 2. SPS ja IPS tulede paigaldus	16
Joonis 3. Eesti merenavigatsioonikaart ArcGIS Pro tarkvaras	19
Joonis 4. MSP poolt arenenud ala avamere tuuleparkide rajamiseks.....	20
Joonis 5. SWE avamere tuulepargi hoonestus ala	21
Joonis 6. SWE avamere tuulepargi hoonestus ala ArcGIS Pro tarkvaras	22
Joonis 7. AIS andmed hoonestuse alal Eesti navigatsioonikaardil.....	23
Joonis 8. Eesti laevateed SWE hoonestus alal.....	24
Joonis 9. SWE hoonestusala 500 meetrilise ohutuvööndiga	28
Joonis 10. Laiused ringpööre alustamiseks ja teostamiseks	30
Joonis 11. Laevatee uus asukoht.....	32
Joonis 12. Esimene plaan. Laevatee, hoonestusala ja navigatsioonimärgistus ehitamise etapil	36
Joonis 13. Teine plaan. Laevatee, hoonestusala ja navigatsioonimärgistus eksploatatsiooni etapil ...	36

Tabelite loetelu

Tabel 1. SWE hoonestusala koordinaadid	21
Tabel 2. Navigatsioonimärgistus	33

Sissejuhatus

Keskkonna terveseisundi säilitamine on üks tähtsamatest küsimustest kaasaegses maailmas. Selle küsimuse lahendamiseks kasutavad inimesed kompleksseid meetodeid. Tõstavad informeeritust keskkonna probleemidest, alandavad fossiilkütuste kasutamist, vähendavad kahjulikke CO₂ heitmeid, arendavad keskkonnasõbralikke tehnoloogiaid ja otsivad uusi viise keskkonna seisundi parandamiseks. Üks säilitamismeetmetest on taastuenergia allikate rakendamine maailma energeetikas. Päike, vesi ja tuul – need on kõik taastuvad energiaressursid.

Eestis on valdavalt tugevad tuuled, mis on määratletud selle asukohast Läänemere ääres (Estonica, Kliima). Niisugused ilmastikutingimused on soodsad tuuleenergia tootmiseks, sellepärast püüdlus antud valdkonda arendada on kasvanud eriti viimastel aastatel. Eestimaal on juba paigaldatud 145 tuulikut ja need paiknevad valdavalt Kirde-, Loode- ja Lääne-Eesti rannikutel. Tuuleenergia toodangu suurendamiseks on vaja tuule tugevust tõsta. Seda on võimalik teha ainult merel ja juba täna on Eestis mereala ruumilises plaanis ette nähtud 2 tuuleenergeetika arenguala. Antud hetkel Eesti veeruum ei ole valmis uue sektori ilmumiseks, kuna ei ole loodud vajalikke tingimusi ohutute sektorite koeksistentsiks. Eriti on tähtis laevanduse töö säilitamine kuna meretransport on peamine mere kasutaja. See on antud uuringu probleem: milliseid tingimusi järgida, et ohutu merenavigatsiooni tagada laevadele kuna meretuulepark on uus takistus. Eesti riigil puudub laevateede projekteerimiskogemus meretuulepargi suhtes – see teeb selle teema uurimise huvitavamaks.

Lähtudes sellest probleemist lõputöö peamine eesmärk on tänane navigatsiooni olukorra hindamine ja navigatsiooni ohutuse tingimuste määratlemine avamere tuulepargi alal. Eesmärgi täitmiseks püstitas autor järgmised ülesanded: andmete kogumine ja tänase navigatsiooni olukorra analüüsi teostamine, ohutu navigatsiooni reeglite ülevaatamine ja selle visualiseerimine ning laevatee paigaldus plaanil avamere tuulepargi suhtes koos navigatsioonimärgistusega. Lisaks teema süvendatud uuringuks määrab autor uurimisküsimused:

- Kuidas tagada ohutu navigatsiooniolukord avamere tuulepargi alal?
- Kuidas meretuulepark mõjutab laevaliiklust?
- Milline on ohutu kaugus laevale avamere tuulepargi alast?
- Kuidas märgistada avamere tuuleparki?

Lõputöö koosneb kolmest põhiosast: teoreetiline, meetoodiline ja tulemused. Teoreetilises osas käsitletakse mereruumi, tuuleenergia ja navigatsiooniohutuse põhisätteid. Järgmine osa on

metoodiline, mis jaguneb kaheks peatükiks. Esimene peatükk käsitleb vajalike andmete kogumise ja visualiseerimise kasutatud meetodikat. Teine osa kirjeldab ohutu laevatee projekteerimise meetodi meretuulepargi alal. Metoodilises osas uuritakse erinevaid juhiseid ja reegleid, millest autor lähtub projekteerimise protsessis. Tulemuste osas kirjeldab autor õppetöö põhilisi tulemusi, autor annab hinnangu projekteeritud laevatele ning märgistatud avamerepargi alale, detailselt loetleb projekteerimisega seotud probleeme ning nende lahendamise ettepanekuid, kuidas tõsta ohutust meretuulepargi alal.

1 Mereala ja avamere tuulepargid

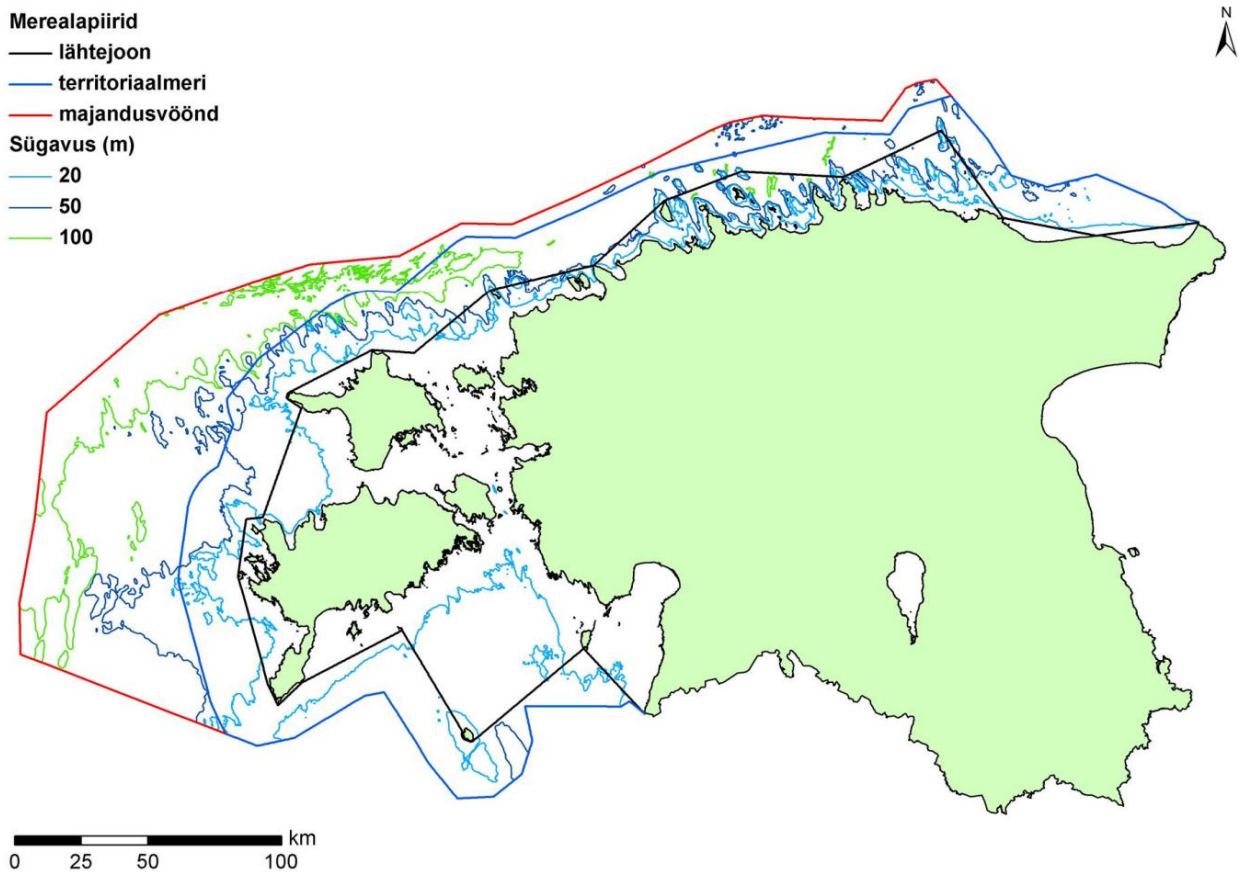
1.1 Eesti mereala

Vastavalt merealapiiride seadusele merealad on maismaaga piirnev osa merest, millele laieneb Eesti jurisdiktsioon, mis omakorda on jagatud kolmeks osaks: sisemereks, territoriaalmereks ja majandusvööndiks (vt. Joonis 1). Eesti mereala asub Läänemere kirdeosas, koosneb Soome lahest, Liivi lahest ja Läänemere avaosast ning Lääne-Eesti saarestiku piirkonda jäävast Väinamerest (Merealapiiride seadus, 1993).

- Sisemeri on mereala osa, mis asub territoriaalmere lähtejoone ja ranniku vahel. Territoriaalmere lähtejoon on mõtteline joon, mis ühendab omavahel maismaa, saarte, laidude, kaljude ja veest väljaulatuvate üksikute kivide rannikust kõige kaugemal asuvaid punkte;
- Territoriaalmeri on sisemerega külgnev mereala osa, mille laius on 12 meremiili. Territoriaalmerd koos sisemerega loetakse territoriaalveteks ning territoriaalmere välispiir on Eesti riigipiir;
- Majandusvöönd on väljaspool territoriaalmerd asuv ja viimasega külgnev mereala osa, mille piirid on kindlaks määratud Eesti Vabariigi ja naaberriikide vaheliste lepingutega (Merealapiiride seadus, 1993).

Majandusvööndi olemuse ja seal lubatud tegevused sätestab majandusvööndi seadus (MVS2), vöönd omakorda on reguleeritud ÜRO Mereõiguse konventsiooniga (UNCLOS). Eestil on oma majandusvööndis ainuõigus ehitada tehissaari, püstitada rajatisi ning paigaldada seadmestikku loodusvarade uurimise ja kasutamise või muul majanduslikul eesmärgil (Majandusvööndi seadus, 1993).

Kogu Eesti mereala pindala on kokku ligikaudu 36 500 km², sellest 14 487 km² on rannikumeri, 10 714 km² on territoriaalmeri ja 11 421 km² jääb majandusvööndisse. Mandri-Eesti rannajoone pikkus on 1242 km, koos saartega ulatub rannajoone kogupikkus 3793 km-ni. (Eesti mereala keskkonnaseisundi esialgne hindamine, 2012)



Joonis 1. Eesti merealapiirid: sisemeri, territoriaalmeri ja majandusvöönd

Allikas (Eesti mereala keskkonnaseisundi esialgne hindamine, 2012)

1.2 Mereala planeerimine

Majandusetegevuse jätkuv levik meredel toob kaasa ühe tähtsa probleemi – see on huvide konkurents valdkondade vahel. Nagu laevandus ja meretransport, asulate ja sadamate arendamine, avamereenergia, kalandus ja vesiviljelus, puhkemajandus ja turism ning keskkonnakaitsega seotud huvid. Nende valdkondade tasakaalu jõudmiseks viimasel ajal rakendaks üks vahend – see on mereala ruumiline planeerimine (Introduction to MSP).

Mereala ruumiline planeerimine on vahend merekasutuse pikaajaliseks kavandamiseks, mis võtab tasakaalustatult arvesse nii majanduslikke, sotsiaalseid, kultuurilisi kui ka looduskeskkonna huve ja vajadusi. Mereala ruumiline planeerimine võimaldab määratleda, kus ja millistel tingimustel on merealal erinevate inimtegevuste elluviimine kõige otstarbekam, et oleks tagatud nii mereressursside kasutamisest saadav majanduslik kasu kui ka mere ja rannikuala väärtus sotsiaalselt ja kultuuriliselt olulise alana, pidades iga tegevuse kavandamisel silmas, et mistahes

inimtegevuse aluseks on merekeskkonna hea seisundi saavutamine või säilitamine (Eesti mereala planeering mõjude hindamisearuanne, 2018).

Eestis MSP rakendamisel tasub arvestada ja viidata planeerimisseadusele. See on suunatud eelkõige maapealsele planeerimisele, kuid see põhimõte kehtib ja võib olla rakendav ka mereruumi kohta. Tõhusa, mõistliku ja säästva maakasutuse artikkel 12 sätestab, et asustuse planeerimisel tuleb tasakaalustatult arvestada ehitatud keskkonda ja looduskeskkonda, arvestades olemasolevast keskkonnast ja asukohast tulenevaid asjaolusid. See tähendab, et kavandatavad tegevused oleksid planeeritud otstarbekalt, mõistlikult ja säästlikult.

2014 aastal Euroopa liit rakendas direktiivi, mis kehtestab mereruumi planeerimise raamid. Antud direktiivi järgi kõik rannikuriigid, mis kuuluvad Euroopa liidusse, peavad mereala plaani ette valmistama kuni 2021 aasta märtsini. Samuti direktiivis on tähistatud minimaalsed nõuded iga riigi sooritamiseks. Näiteks maismaa ja mere vastastikumõju arvestamine, keskkonna-, majandus-, sotsiaal- ja ohutusaspektide arvestamine ning huvipoolte kaasamine. Euroopa parlamendi ja nõukogu direktiivis 2014/89/EL, MSP määratletakse mõistet – „Mereruumi planeerimine“. See on protsess, mille abil asjaomased liikmesriigid ning ametiasutused analüüsivad ja korraldavad merealadel inimtegevust ökoloogiliselt, majanduslike ja sotsiaalsete eesmärkide saavutamiseks (Euroopa parlamendi ja nõukogu direktiiv 2014/89/EL, 2014, lk. 6).

MSP kogemuse alusel eraldatakse peamist MSP eeliseid juba praegusel ajal. Esimene eelis seisneb selles, et konfliktide hulk väheneb ja nende lahendamine lihtsustatakse. Teine suur eelis on EL riikide koostöö mahtude suurendamine. See tugevdab partnerisuhteid ning edendab erinevaid tegevusi, mis on seotud energiavõrkude, tuuleparkide, merekaablite, laevateedega jne. Samuti peab märkima, et keskkonna kaitsmine ja säilitamine on nüüd lihtsam protsess, kuna ebasoodsad mõjud võib eelnevalt tuvastada (Introduction to MSP).

1.3 Tuuleenergia

Ökoloogilised probleemid ja jätkusuutliku majanduse areng läheb enam aktuaalsemaks probleemiks riigiorganite ja ühiskonna jaoks. Juba täna taastuvaenergia aktiivsed kasutajad leiavad, et taastuvad energiaallikad omavad suuremat potentsiaali, kui taastumatud allikad. Seega riigid analüüsivad taastuvaenergia kasutusvõimalusi ja vaatavad üle oma lähenemist energia tootmisele. Lisaks astuda tähtsa sammu tõukavad EL ambitsioonikad eesmärgid seotud kliima- ja energiapoliitikaga.

Tuul on taastuv ja puhas ressurss mida kasutatakse elektrienergia saamiseks. Eestis kasutatakse tuuleenergiat alustades 1997 aastast, kui rajati Eesti esimene tuulegeneraator. Selline uuendus on näidanud tuuleenergia potentsiaali ja huvi on selles valdkonnas suurenenud. 2002. aastal rajati esimene Virtsu tuulepark, mis koosneb kolmest tuulikust. Elektrituulikuks nimetatakse mõiste kontekstis mis koosneb tuuleturbiinist, ajamist, generaatorist, juhtimissüsteemist ja tornist. See kõik koos muundab tuule kineetilise energia elektrienergiaks. Mitmest elektrituulikust ning tuulikuid omavahel ühendavatest seadmetest, ehitistest ning rajatistest koosnevat elektriijaama nimetatakse tuulepargiks (Elektrituulik).

Hetkel paigaldatud tuulikud maismaal Euroopas toodavad kokku 207 GW energiat. Kõikidest EL riikidest Saksamaa on tuuleenergia arengus esikohal ja selle osakaal kogu EL tuuleenergiast moodustab 29%. Samuti Euroopas tuuleenergiasektor on arenenud edukalt Hispaanias, Ühendkuningriigis, Prantsusmaal ning Rootsis. Nende energia toodang moodustab 36% kogu EL tuuleenergiast. Kuigi Eesti taastuvenergia osakaal Euroopas ei ole nii suur võrreldes Saksamaaga, aga iga aastaga tuuleenergia toodang suureneb. Eestis on 31 tuuleparki ja nende koguvõimsus võrdub 320 MW. Selle võimsuse saamiseks töötavad 145 tuulikut ja kõik tuulepargid asuvad maismaal.

Viimastel aastatel huvi avamere tuuleenergia vastu kasvab ja jätkab oma potentsiaali suurendamist üle maailma. Selle peamised põhjused on kõrge energia nõudlus, globaalne taastuva energiaspektori areng, aga võtmeteguriks on tuulekiiruse koefitsient merel mis on kõrgem kui maismaal. See võimaldab rohkem energiat toota ning kiiresti seatud eesmärged saavutada. Avamere tuuleenergia tootmise tehnoloogia areng oli alati kiirem Euroopas kui teistes piirkondades. Esimene avamere tuulepark (OWF) rajati 1991. aastal Taanis. Antud samm näitas, et selles valdkonnas kasvav potentsiaal on ilmne. Seoses sellega EL jätkab taastuvenergia taristu arendamist ja soodustab uute tuuleparkide teket Põhja-, Lääne-, Vahe- ja Mustas meredes. 2020 aasta statistika näitab, et avamere tuulepargid on enam levinud Saksamaal, Ühendkuningriigis, Madalamaates, Taanis ja Belgias. Nende riikide edukas kogemus motiveerib teisi riike tuule ressursi kasutama ja puhta energia tootmist. Kogemusi üle võtmisel riigid vältivad vigu, saavutavad EL seatud eesmärged, lähenevad üle jätkusuutliku majandusele, see vähendab energiasõltuvust teisest riikidest ning riikidevaheline koostöö edeneb taastuvenergia taristu.

1.4 Navigatsioon merel

Ohutu navigatsioon koosneb erinevatest teguritest ja nende ignoreerimine võib negatiivselt peegelduda ohutusele. Nagu näitab praktika mereõnnetused juhtuvad kaasaegses maailmas ka vaatamata erinevatele navigatsioonisüsteemidele. Mereõnnetuse võimalikud põhjused on keskkonnategurid, inimlikud vead ja mehaanilised rikked. Keskkonnategureid saab liigitada looduslikeks ja kunstlikeks keskkonnateguriteks. Eelkõige tuul, lained ja nähtavus on peamised looduslikud keskkonnategurid, aga samal ajal avamere tuulepargid kuuluvad kunstlike keskkonnategurite hulka. Sellel teguril on suur ja märgatav mõju navigatsiooniohutusele kuna see on kombineeritud inimlike vigade või laevamasinate rikutega (Investigation on Improving Strategies for Navigation Safety in the Offshore Wind Farm in Taiwan Strait, 2021).

Uuringu põhjal laevade kokkupõrgete sagedusele mõjutavad tegurid on: liiklusvoog, liiklustihedus, kanali laius, ebasoodne ilm ja keskkonnapimedus. Teoreetiliselt kõige mõjutavam tegur on keskkonnapimedus, aga peab märkima, et avamere tuulpark võib olla laevade õnnetuste põhjusena ka. Need piiravad piirkonda, kus laevad saavad navigeerida, ja suurendavad liiklustihedust teistes kohtades. Seoses meretuuleparkide võimalike mõjudega navigatsiooniohutusele kinnitas Euroopa mereala ruumilise planeerimise (MSP, Euroopa Komisjon, Brüssel, Belgia) platvorm 2021. aastal, et avamere tuuleparkide rajamine võib meretranspordi ohutust ja tõhusust negatiivselt mõjutada (Exploring effects of ship traffic characteristics and environmental conditions on ship collision frequency, 2020).

Rajatised, nagu avamere tuulepargid, on meretranspordi jaoks eriline probleem kuna need võivad olla ohtlikuks takistuseks, seetõttu laevad püüavad sõita tuulepargist kaugemale sel lihtsal põhjusel, et vältida kokkupõrkeid turbiinidega. Laevandus on oluline merendus valdkond, mis vajab ohutuid tegevustingimusi ja selle tagamiseks on kolm tegurit, mis määravad ohutu navigatsioon avamere tuulepargi alal. Esiteks ohutukauguse valimine tuulepargi alast. Kui tuulepark asub laevatee liiga lähedal või teiste tuuleparkide kõrval, siis läbivatele laevadel kokkupõrke vältimiseks on manööverdamisruumi vähem. Teiseks on ebapiisav tuulepargi nähtavus. Kui ei ole rakendatud vajalike meetmeid tuulepargi eraldamiseks taustal, siis suurendab kokkupõrgete tõenäosus tuulikutega. Samal ajal visuaalselt võib tuulepark varjata väiksemaid laevu, nagu lõbusõidulaevad, kalapüügi- ja hoolduslaevad. Tuulepargi servast peab olema piisav kaugus, siis sellisel juhul laevaga kokkupõrke korral on rohkem aega reageerida. Lõpuks tuuleturbiinid mõjuvad mereradareid. Tuulepargi lähedal navigeerimisel on tulnuinud teateid signaali peegeldustest, vale kajadest ja muudest vigadest. Neid mõjusid ei tekita tuuleturbiinid ise,

sagedamini on see ebapiisav radari seadistus ja konfiguratsioon (Assessing the impacts to vessel traffic from offshore wind farms in the Thames Estuary, 2015).

1.5 Avamere tuuleparkide navigatsiooniohutusega seotud organisatsioonid ja juhendid

Viimasel ajal paiksed inimeste rajatised, nagu avamere tuulepargid (OWF) suurendavad oma areng merel, mis on eriline probleem meretranspordi jaoks. Tuuleparkide eristamine taustal on üks vajalikust meetmetest kokkupõrgete tõenäosuse vähendamiseks meretuulikutega. OWF rajamine toob kaasa lisaohud sellised nagu:

- OWF võivad olla ohtlikuks takistuseks, mis raskendab navigatsiooni olukorda;
- OWF võivad mõjutada laeval radarisüsteemidele, mis põhjustavad süsteemi häireid;
- OWF mõjutab laevade manööverdamise võimalusi.

Laevaõnnetuste minimeerimiseks ja ohutu navigatsiooni tagamiseks tasub põhjalikult OWF ala ja vahetusläheduses oleva territooriumi uurida ja projekteerida.

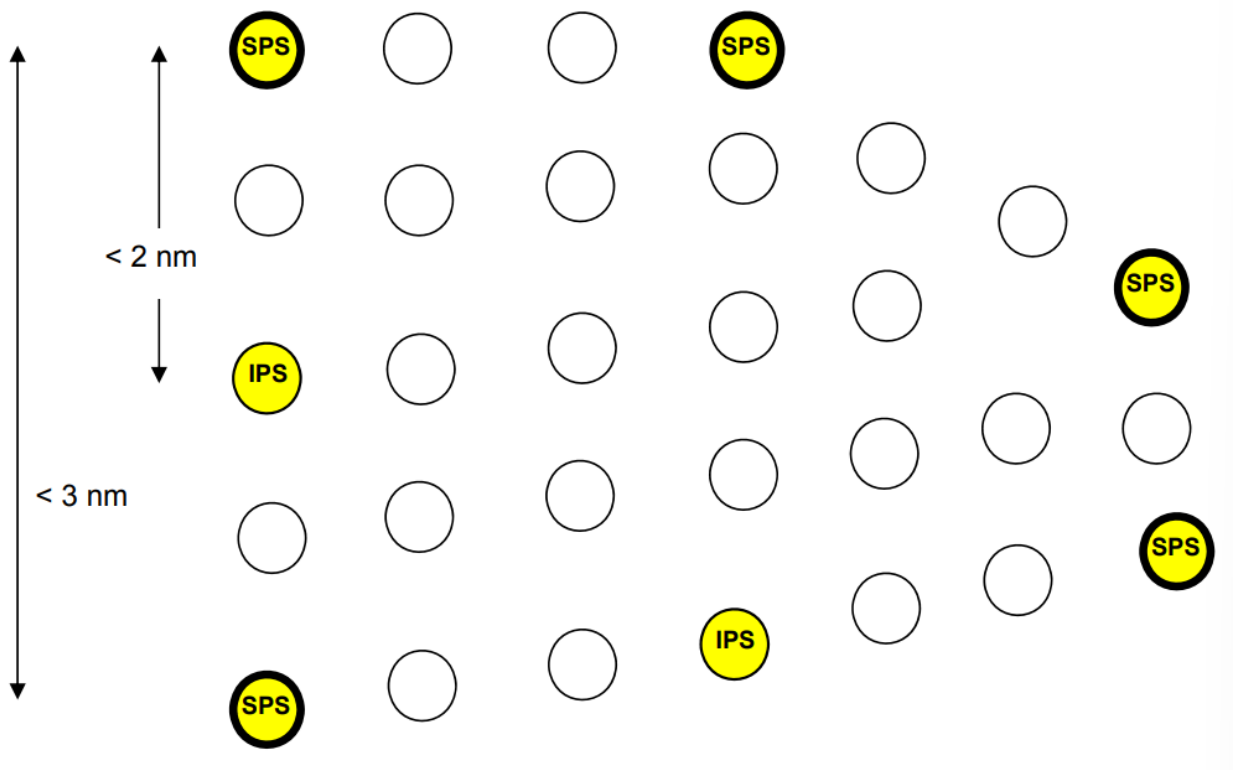
Peamised 3 juhendit, millele tasub tähelepanu pöörata, et tagada ohutust laevaliiklusele avamere tuuleparkide alal on:

- IMO Ships' Routeing – on ohutuse huvides loodud juhend laevaliikluse suunamise süsteemide kavandamiseks koos IMO kehtestatud liikluse suunamise süsteemide loetelu ja andmetega. IMO – Rahvusvaheline Mereorganisatsioon (International Maritime Organization) – alates 1959. aastal ÜRO juures tegutsev organisatsioon, mis sätestab ülemaailmsel tasemel laevanduse ohutuse, turvalisuse ja keskkonnavalased standardid;
- PIANC „Interaction Between Offshore Wind Farms And Maritime Navigation“ – juhend ohutu kauguse määramiseks laevatee ja OWF vahel; PIANC – Maaailma Veetransporditaristu Liit (World Association for Waterborne Transport Infrastructure) – 1885. aastal asutatud tehniline mittetulunduslik erialaorganisatsioon. Koondab maailma sadamate ja laevateede valdkonna erialaspetsialiste, et pakkuda ekspertide nõu tõhusa, usaldusväärse ja jätkusuutliku veetransporditaristu (kanalid, lüüsid, sadamad jms) rajamiseks;
- IALA „The Marking of Man-Made Offshore Structures“ – kogutud soovitusel on suunatud navigatsiooni ohutuse tagamiseks inimeste poolt ehitatud mererajatiste aladel. IALA – Rahvusvaheline Tuletorniadministratsioonide Liit (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities) 1957. aastal asutatud rahvusvaheline

mittetulunduslik tehniline liit. Koondab maailmas mere navigatsioonimärgistuse valdkonnas tegutsevaid pädevaid riiklikke asutusi, tootjaid, konsultante ning teadus- ja koolitusasutusi, et vahetada, võrrelda ja koondada kogemusi ja teadmisi.

Lähtudes IALA juhendist peavad üksikud tuulikud olema märgistatud:

- Tunnuspaneelidega. Igal tuulikul peab olema igas suunas nähtavat kollasel taustal 1 m kõrgusel mustade tähtede või numbritega tunnuspaneelid. Need paneelid peavad olema hästi nähtavad nii päevavalguses kui ka öösel, kasutades selleks valgustust või valgust peegeldavat materjali;
- Kollase märgiga. Konstruktsioonid tuleb värvida ümberringi kollaseks alates HAT tasemest kuni 15 meetrini;
- Udu signaalidega võttes arvesse valitsevat nähtavust, topograafiat ja laevaliikluse tingimusi. Sellise udu signaali ulatus ei tohiks olla väiksem kui kaks 2 NM;
- Tuled lennukite ohutu tagamiseks
- SPS - horisontaaltasapinnas igast suunast nähtavad plinkivad tuled kollase värviga. Need panevad pargi nurgasse või teisesse olulisesse kohasse. Nähtavuskaugus 5 NM (Joonis 2);
- IPS – vahetuled OWF-i perifeerias, mille iseloom erineb SPS tulest, aga sama kollase värviga. Nähtavuskaugus 2 NM (vt. Joonis 2).



Joonis 2. SPS ja IPS tulede paigaldus

Allikas (The Marking of Man-Made Offshore Structures, 2013)

2 Metoodika

Uuringu meetodi valimisel lähtub autor lõputöö eesmärkidest ja uurimisküsimustest, seetõttu käesolevas lõputöös kasutas autor empiirilise (rakendusliku) kirjutamisreegleid. Empiirilise töö eesmärgiks on mingi nähtuse või objektidega seonduvate probleemide väljaselgitamine ja lahenduste otsimine, olemasolevate teoreetiliste ja empiiriliste allikate analüüsimine, empiirilise uuringu teostamine, tulemuste analüüsimine ning hinnangu andmine. (Eesti Mereakadeemia lõputööde koostamise ja vormistamise juhend, 2017).

Metoodiline osa annab võimaluse lõputöö probleemi lahendust leida. Probleem seisneb selles, et kiiresti arenev energiasektor laiendab oma taastuva energiaallikate kasutusvõimalusi. Laiend mõiste all mõeldakse Eesti esimese avamere tuulepargi rajamist Läänemerel. Uute valdkondade ilmumine merel eeldab kooskõlastust teiste valdkondade eriti meretransportidega. Kavandatava avamere tuulepargi alal ja läheduses läbivad veeliiklusalad ja seetõttu tekivad küsimused:

- Kuidas tagada ohutu navigatsioon avamere tuuleparkide alal?
- Mis lisaohud tulevad avamere tuulepargi rajamisega?
- Mis andmed on vajalikud huvide konfliktide leidmiseks?
- Kuidas kahe valdkonna vahel kooskõlastust saavutada?
- Millega võrdub ohutukaugus meretuulepargist?
- Millise navigatsioonimärgistuse peab ohtlikus alas paigutama?

Eeltoodud küsimustest lähtudes lõputöö peamine eesmärk on tänane navigatsiooni olukorra hindamine ja navigatsiooni ohutuse tingimuste määratlemine avamere tuulepargi alal.

Antud lõputöö ülesanded on andmete kogumine ja analüüsimine, probleemide lahendamine ja tulemuse esitamine. Seetõttu lõputöö praktiline osa koosneb kahest osast. Esimene osa annab ülevaate andmete kogumise protsessile ja nende visualiseerimine. Kogutud andmete põhjal teostatakse analüüs ja määratakse huvide konflikte. Teises osas on esitatud lahenduse leidmine. Selle all mõeldakse ohutukauguse määratlemine meretuulepargist ja laevatee paigaldamine ArcGis Pro tarkvaras.

2.1 Andmete kogumine ja töötlemine

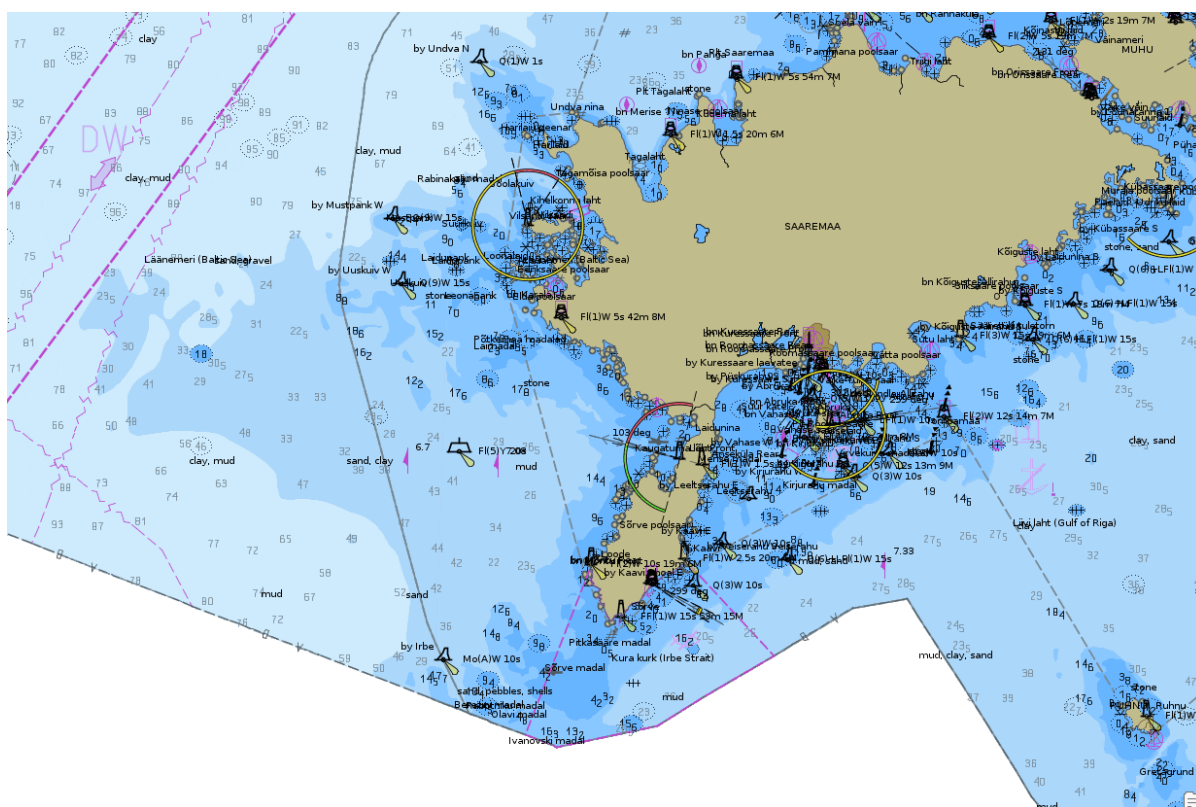
Veeliiklusala ja meretuulepargi vahel peamiste konfliktide leidmiseks on vaja vajalikud andmed saada, seetõttu praktiline osa on jagatud etappideks: andmete kogumine, andmete töötlemine ja

analüüs. Esimese etapi teostamiseks andmed on leitud nii avalikest allikatest kui ka saadud eraettevõtetest. Andmete töötlemiseks on valitud ArcGis Pro tarkvara.

2.1.1 ArcGIS Pro

Peamiste probleemide määramiseks, mis tekivad tuuleenergeetikaala ja veeliiklusalade vahel, on vaja saadud andmed visualiseerida. Selle etapi täitmiseks kasutatakse ArcGIS Pro tarkvara. ArcGIS Pro – on rikkaliku funktsionaalsusega ja universaalse rakendusala GIS tarkvara, mis võimaldab geoandmete koostamist ja visualiseerimist, ruumianalüüside teostamist, tabelandmete sidumist kaardimaterjaliga, 2D/3D/4D kaardiakende kooskasutust, erinevate (riiklike) avaandmete ja teenuste lihtsat kaasamist jpm. (ArcGIS Pro)

Projekti loomist alustatakse taustakaardi valimisest. Lõputöö eesmärkidele lähtudes taustakaardiks on valitud Eesti navigatsioonikaart, mis on avalikus juurdepääsus. Eesti merenavigatsioonikaart sisaldab veesügavusi, veekogu põhja iseloomu, kõrgusi keskmise veeseisu järgi, ranniku iseärasusi, ohte ja navigatsioonimärke. ArcGis Pro tarkvara esimesel avamisel luuakse uut projekti, kus on lisatud vaikimisi topograafiline kaart. Merenavigatsioonikaardi lisamiseks uue kihina on lisatud WMS serveriga ühendust (vt. Joonis 3). Eestis transpordiamet pakub WMS kaarditeenuse kasutamist, mis põhineb OGC standardil ning võimaldab transpordiameti aluskaartide ja andmete kasutamist erinevate GIS-tarkvaradega. Teenused on mõeldud kaartide ruumiandmete allalaadimiseks, pärides andmed otse transpordiameti serverist. Eesti merenavigatsioonikaart kasutab „Estonia 1997 National Grid“ koordinaatsüsteemi ning põhineb Lamberti konformsel koonilisel projektsioonil. Kõik järgmised andmed pannakse merenavigatsioonikaardile, mille põhjal toimub analüüs.



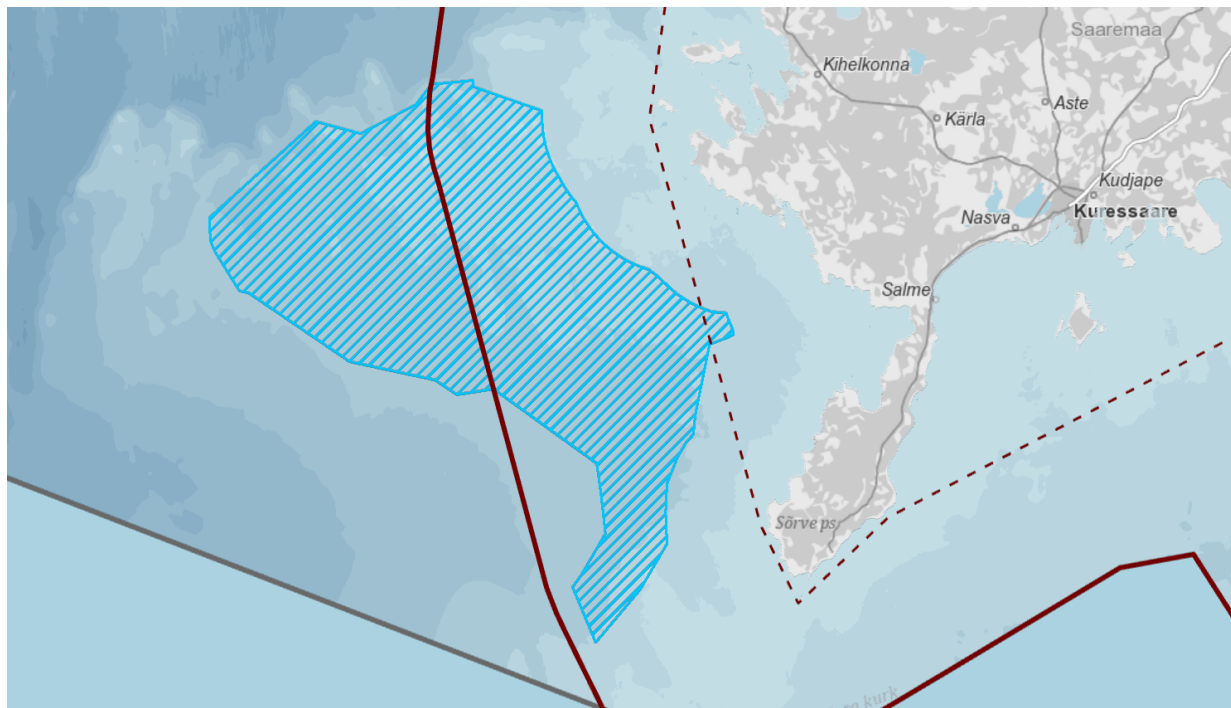
Joonis 3. Eesti merenavigatsioonikaart ArcGIS Pro tarkvaras

2.1.2 Avamere tuulepargi valik

Lõputöö käsitlev probleem on aktuaalne eesti navigatsiooniohutuse tagamiseks kuna avamere tuuleparkide rajamine hakkab läheduses tulevikus. Eesti mereala ruumilise plaani analüüsimisel leidis autor 2 ala, mis on antud tuuleenergeetika arenguks ning 3 reservala ja 1 innovatsiooniala. Nendest aladest autor valis suurema ala oma lõputöö eesmärkide saavutamiseks ja probleemi lahenduse leidmiseks. Valitud ala asub Läänemeres Saaremaa lääneranniku läheduses (vt. Joonis 4). Selles alas avamere tuulepargi arendamisega tegeleb üks eesti ettevõtte Saare Wind Energy OÜ. SWE OÜ eesmärgiks on rajada kuni 100 elektrituulikut, et pargi võimsus saavutab 1400 MW.

Projekti arendamist alustati 2014. aastal. Selle projekti raames on juba esitanud hoonustusloa taotluse ja KMH programmi tarbijakaitse ja tehnilise järelevalve ametile. 2020. aastal SWE OÜ ettevõtte alustas koostööd Van Oord ettevõttega, sedaviisi anti võimalus meretuulepargi arendamiseks ja ehitamises osalemiseks. Van Oord on Hollandi perefirma, mis omab 150 aastat kogemust rahvusvahelise mereehituse alal. Peamiselt ollakse keskendunud süvendustöödele, taristuarendusele Hollandis, avamere tuuleenergia-, nafta- ja gaasitaristu ehitamisele.

Uuenduslike, nutikate ja jätkusuutlike lahendustega soovib Van Oord anda oma panuse tulevaste põlvete jaoks parema maailma loomiseks. Eeltoodu iseloomustab Van Oord'i tugevat positsiooni avamere tuuleturul. Ehitustegevuse algus planeeritakse 2026. aastal (SWE Projektist).



Joonis 4. MSP poolt arenenud ala avamere tuuleparkide rajamiseks

Allikas (Eesti mereala planeeringu kaart, 2020)

2.1.3 Saaremaa meretuulepargi asukoht

Eesti tuuleenergeetika sektori arenemiseks on esitatud suur ala Saaremaa lääneranniku läheduses, aga mitte kogu ala kuulub SWE projektile. Andmed täpse hoonestussektori asukoha kohta ei kuulu avaliku informatsiooni tüübile, seetõttu on juurdepääs piiratud. Kuid need andmed on vajalikud analüüsi teostamiseks, et määrata huvide konfliktid. Lõputöö raames SWE ettevõtte on edastanud hoonestussektori andmeid autorile õppimise eesmärkideks.

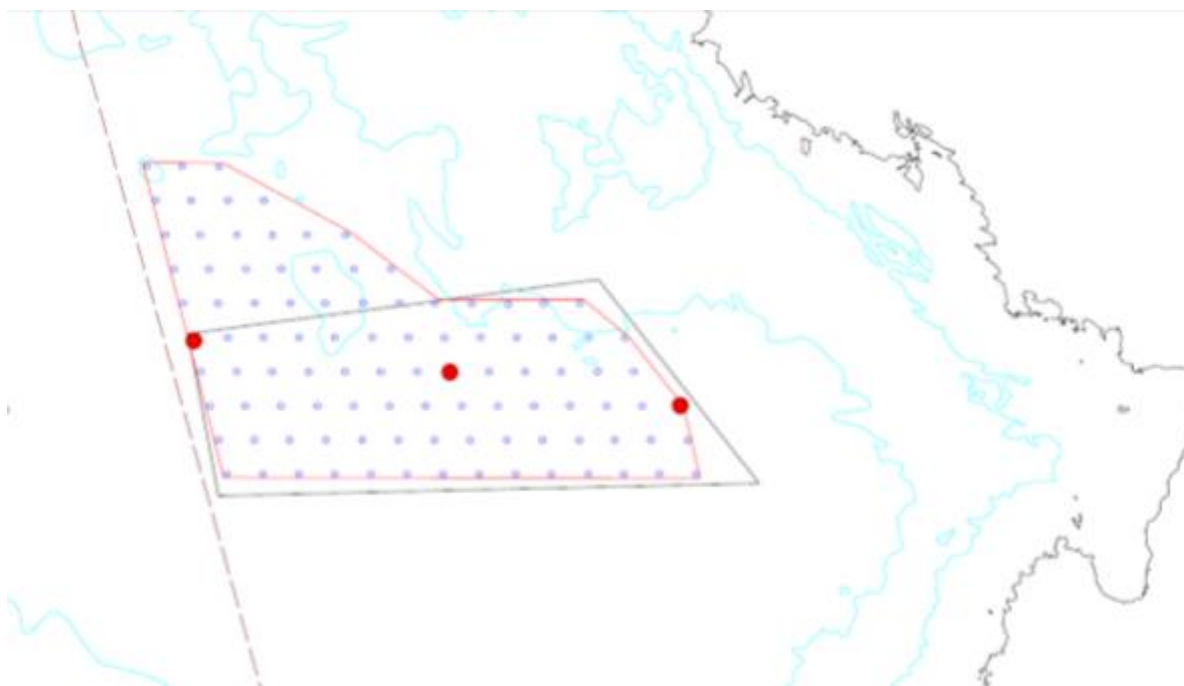
Asukohamääramiseks SWE ettevõtte on jaganud koordinaatidega, mis moodustavad hoonestusala piire. Kokku on 7 asukohapunkti moodustav polügooni. Esimesed koordinaadid on esitatud L-EST97 koordinaatsüsteemis, mis põhineb Lamberti konformsel koonilisel projektsioonil LAMBERT-EST. Andmed on seotud geodeetilise referentsüsteemi ETRS89 ja referentsellipsoidiga GRS80. Teised koordinaadid on esitatud UTM 34N koordinaatsüsteemis (Mercatori universaalsel põiksilindrilisel projektsioon) ja andmed on seotud referentsellipsoidiga WGS84 (vt. Tabel 1). Koos koordinaatidega on saadud hoonestusala skeemi millel on kaks

polügooni punase ja musta värviga. Musta värviga on määratud esialgne hoonestusala, aga punase värviga on muutunud ala pärast suurendamistaotluse kinnitamist. Sellel alal planeeritakse maksimaalselt rajada kuni 100 tuulikut (vt. Joonis 5).

Edasiseks analüüsimiseks on loodud kiht koordinaatidest ArcGis Pro tarkvaras. Koordinaadid on määratud punaste punktidega, mis näitavad hoonestusala piirid. Eralduskihi loomiseks on kasutatud UTM 34N koordinaatsüsteem ja selle nimetus on „Coordinates“ (vt. Joonis 6).

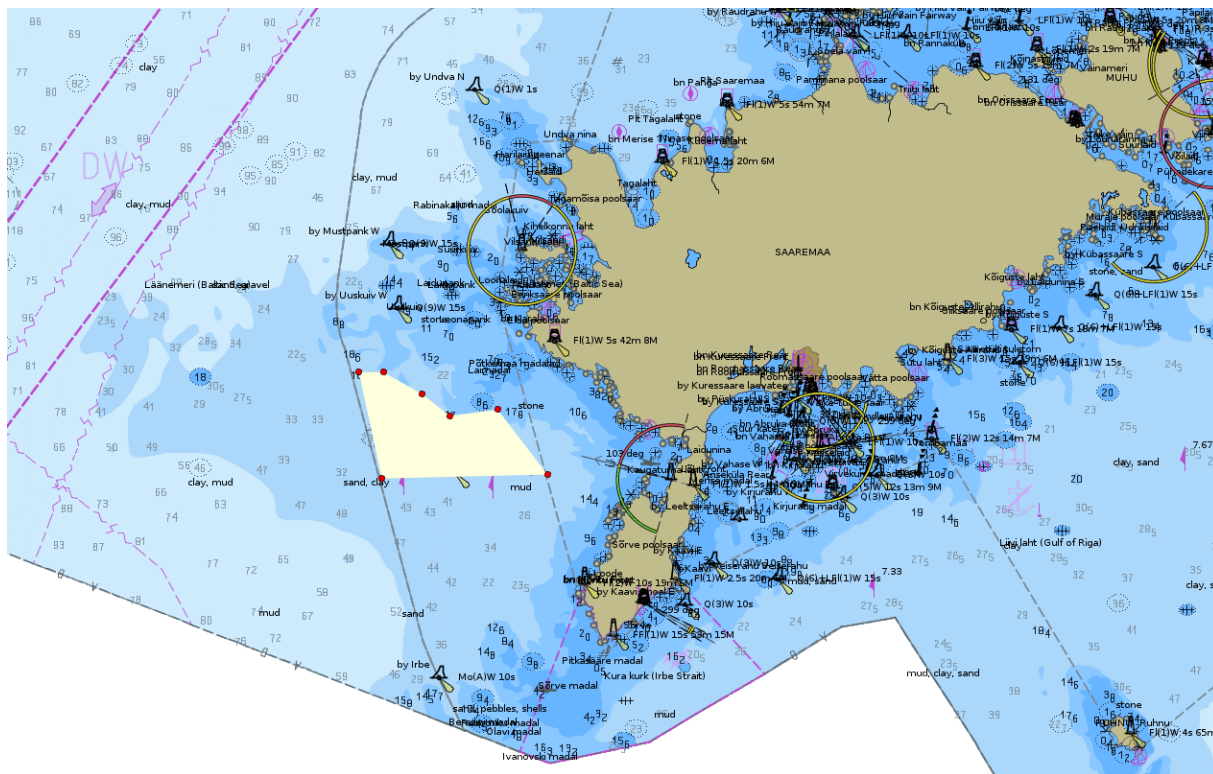
Tabel 1. SWE hoonestusala koordinaadid

Koordinaadid (kombinatsioon kahest alast)				
	X (north) L-EST97	Y (east) L-EST97	X (north) UTM 34N	Y (east) UTM 34N
a	6456675	349600	6453854	525831
b	6456650	353000	6453981	529228
c	6453650	358325	6451223	534680
d	6450650	362100	6448396	538584
e	6451486	368759	6449528	545196
f	6442546	375586	6440904	552413
g	6441998	352769	6439339	529651



Joonis 5. SWE avamere tuulepargi hoonestus ala

Allikas (Saare Wind Energy, 2022)



Joonis 6. SWE avamere tuulepargi hoonestus ala ArcGIS Pro tarkvaras

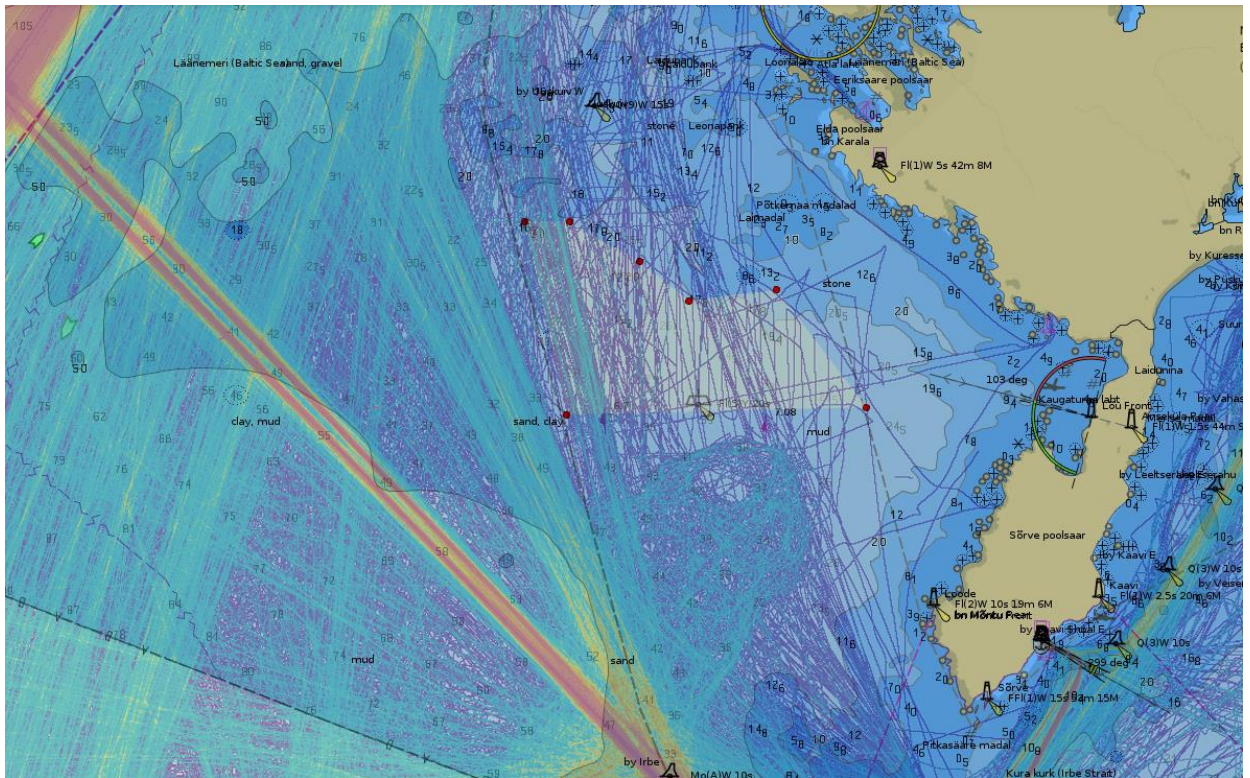
2.1.4 AIS andmed

Käesolevas lõputöös üks tähtsamatest andmetest analüüsi teostamiseks on AIS andmed. AIS (Automatic Identification System) – see on automaatne tuvastussüsteem, mille eesmärk on suurendada inimelude ja navigeerimise ohutust merel ning aidata laevu tuvastamist ja lihtsustada teabevahetust. (Revised guidelines for the onboard operational use of shipborne automatic identification systems, 2015)

AIS andmed säilitatakse erinevates andmebaasides ja nende saamisel tekivad raskused. Need on tavaliselt tasulised või piiratud juurdepääsuga. Kuid MarineTraffic lehekülje abil on võimalik andmeid võtta 2019 või 2020 aastast. MarineTraffic – see on maailma juhtiv laevade jälgimise ja mereluure pakkuja. Selle töö raames on võtnud AIS 2019. aastaga kaardikihi Marinetransport leheküljelt. Selle andmetega on võimalik hinnata laevade hulka, mis läheb läbi tulevase hoonestusala.

Pildil aluskaardiks kasutatakse eesti merenavigatsioonikaart, kuhu on lisatud tuleviku avamere tuulepargi polügooni ja AIS andmeid 2019. aastaga. Kaardil on punased punktid – koordinaadid, mis näitavad polügooni piirid ja polügoon beeži värviga omakorda on tuleviku hoonestusala. Jooned erinevate värviga näitavad laevade liiklustihedust. Merepargi alal ja läheduses esinevad

tumelilla jooned, mille tihedus võrdub 5 teed/ 0.15 km²/ aastal. Samal ajal võib märgata kollaseid jooni, mille tihedus 45 teed/ 0.15 km²/ aastal ning punaseid jooni, mille tihedus 600 teed/ 0.15 km²/ aastal. Kuid kaardil on valdavalt rohelised jooned, mille tihedus 20 teed/ 0.15 km²/ aastal (vt. Joonis 7).

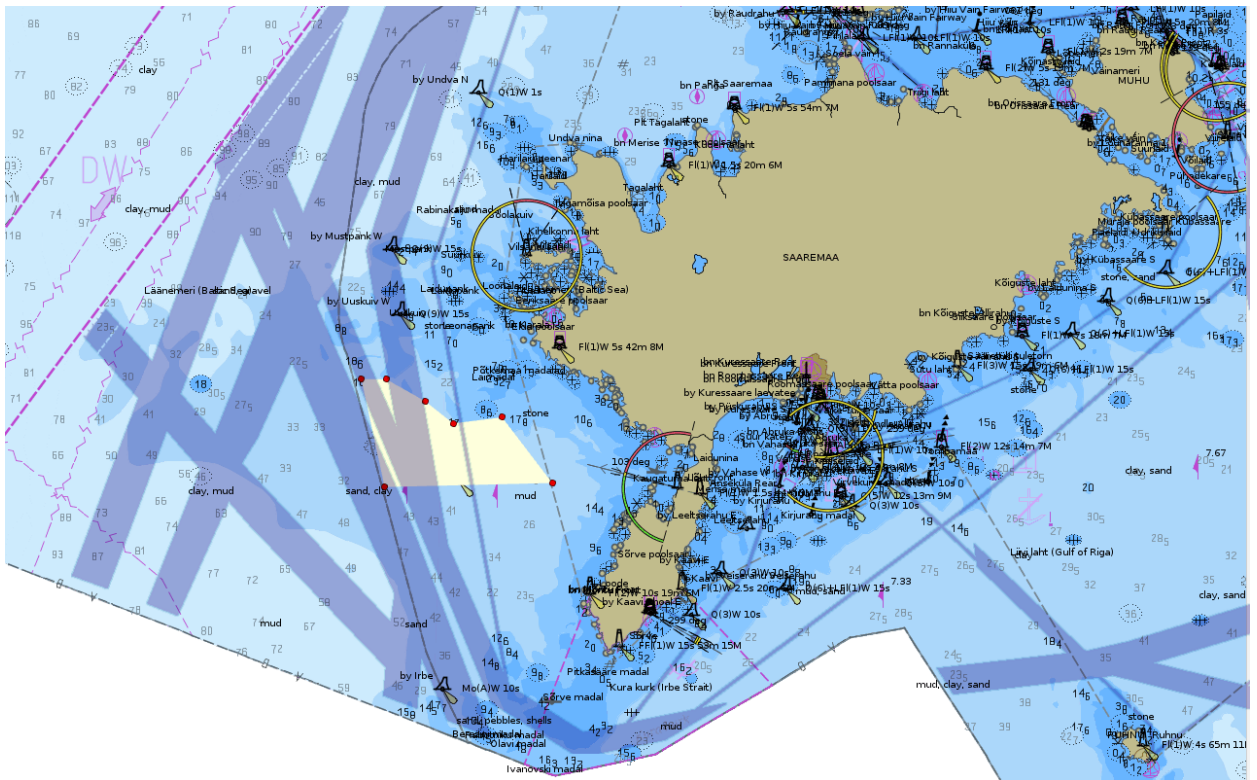


Joonis 7. AIS andmed hoonestuse alal Eesti navigatsioonikaardil

2.1.5 Eesti laevateed

Täielikuks analüüsimiseks on vajalikud laevateede asukoha andmed. Laevatee - veete osa, mis on veeliikluseks sobivaim ja navigatsiooniteabes avaldatud ning vajaduse korral looduses tähistatud. (Eesti mereala planeeringu lähteseisukohad ja mõjude hindamise väljatöötamise kavatsus, 2018)

Andmed laevateede asukohast on kättesaadavad eesti mereala planeeringu kaardirakenduses, mis koosneb erinevatest kihtidest. Üks vajalikest kihtidest on „veeliiklusala“. See koosneb kolmest andmetüübist: a) rahvusvaheline veeliiklusala b) ohutusvaru c) eesti veeliiklusala. Analüüsi teostamiseks autor on võtnud andmed eesti veeliiklusalade asukohast ja need on pandud eesti merenavigatsiooni kaardile. Hallelilla värviga on määratud veeliiklusala ja beeži värviga on määratud tuleviku hoonestusala (vt. Joonis 8).



Joonis 8. Eesti laevateed SWE hoonestus alal

2.2 Analüüs

Käesolevas peatükis autor teostab analüüsi eelmise etapi tulemuste alusel. Enne analüüsi alustamist on tehtud andmete visualiseerimine ja selle liitmine, mis annab võimaluse nähtlikult probleemi näha ja järeldusi teha. Tulemus seisneb piltides: 1) hoonestusala asukoht 2) hoonestusala ja AIS andmed 3) hoonestusala ja eesti laevateed. Andmete liitmisel peamised probleemid ja konfliktid paistavad välja, mis tekivad kahe valdkondade vahel. Peamised ohutus- ja huvikonfliktid:

- Tänaused kehtivad laevateed Eesti territooriumil läbivad tuleviku hoonestusala;
- Meretuulepargi ehitamine tähendab, et tihenevad laevaliiklusvood teistes merealades, mis omakorda suurendab laevade kokkupõrgete tõenäosust;
- Meretuulepark – see on takistus merel, mis muudab nähtavuse laevadele halvemaks, seetõttu võimalus ajaldi märgata navigatsioonimärgistusi või ohtlikku olukorda väheneb;
- Laevaliiklus tihedusega 20 teed/ 0.15 km²/ aastal kohtab sagedamini hoonestuse alal ning vahetusläheduses AIS andmetest lähtudes (kaardil on määratud roheline värviga);

- Laevaliiklus tihedusega 5 teed/ 0.15 km²/ aastal kuni 45 teed/ 0.15 km²/ aastal asuvad kavandatava meretuulepargi ala lääne pool;
- Selle ala keskel on paigaldatud poi (special purpose boy), mis tähendab, et ankurdamine, traalimine või mistahes muu mõõteseadmeid kahjustada võiv tegevus on keelatud 0,3 M raadiuses.

3 Laevatee paigaldamine

Antud lõputöö praktiline peatükk on jagatud kaheks suureks osaks. Esimeses osas on tehtud hoonestusala analüüs ning on leitud peamised huvide konfliktid. Teine osa – see on tekitatud probleemidele lahenduse leidmine, mis eeldab laevateeks uue koha leidmist. Antud protsess peab põhinema rahvusvahelistel konventsioonidel ja juhenditel ning reeglitel ja seadustel.

Käesolevas lõputöös laevatee paigaldamine põhineb peamiselt PIANCI juhendil „Interaction Between Offshore Wind Farms and Maritime Navigation“. Kuid töös on kasutanud ka IMO organisatsiooni COLERGi ja SOLAS juhendeid, IMO Ships Routeing dokumenti ja IALA organisatsiooni navigatsioonimärgistuse juhendit, UNCLOS konventsiooni ning teiste riikide näidet. Antud juhendit on valitud mitmel põhjusel. Esiteks, laevatee projekteerimise valdkond on Eestis suhteliselt väike, seetõttu puudub oma juhend laevatee ja navigatsioonimärgistuste projekteerimiseks ja paigaldamiseks. Teiseks, Eesti pole puutunud kokku laevatee projekteerimisprobleemidega avamere tuuleparkide alal kuna antud hetkel Eestis ei ole mitte ühtegi avamere tuuleparki, mis tähendab, et laevatee paigaldamisel tasub põhineda teiste riikide kogemusel.

Juhend „Interaction Between Offshore Wind Farms and Maritime Navigation“ annab juhiseid, suuniseid ja soovitusi, et hinnata meretuuleparkide läheduses asuvate laevade vajalikku manööverdamiskiirust ning minimaalset soovitatavat kaugust laevateede ja avamere tuulepargi alade vahel, et tagada minimaalne risk navigeerimisele. (Juhend „Interaction Between Offshore Wind Farms and Maritime Navigation“)

Laevatee projekt koostatakse ArcGis Pro tarkavaras, kus on tehtud eelnev huvide konfliktide analüüs. Paigaldamiseks kasutatakse sama projekti, et näitlikult näidata kus peab olema paigutatud laevatee, mis ohutukaugust avamere tuulepargi ja laevatee vahel ning anda vastused olulistele küsimustele:

- Kus peab olema laevatee paigutatud?
- Kui kaugele on vaja praegune laevatee nihutada?
- Millistest osadest koosneb ohutu kaugus?
- Mis laevatee laius peab olema?
- Milline navigatsioonimärgistus kasutada?

3.1 Projektlaev

Projektlaev – teatud maksimaalsete parameetritega (süvis, pikkus, laius jms) laev, mis võib antud sadamas, kanalis, merekitsuses, lüüsis jms ohutult manööverdada. (Vello kala hüdrograafia alused)

Projektlaeava valikust sõltub laevatee laius ja sügavus, seetõttu tuleks valida nii, et laevatee lahendus võimaldaks ohutult liikuda laevale ja teistele laevatee kasutajatele. Autor kasutas projektlaeva valimiseks Soome faarvaatri projekteerimise juhendit ja AIS andmeid ning analüüsis Eesti ja läheduse asuv veeruumi. Pärast keskkonna analüüsimist on eraldatud mõjuvaid võtmetegureid projektlaeva valikule: a) liiklustiheduse suurendamine b) läheduses asuv Riia sadam c) laevade suuruste areng. Selle informatsiooni põhjal on valitud projektlaevaks kaubalaev, mille mõõdud on 250 x 40 x 14 (pikkus, laius, süvis).

3.2 Ohutukaugus tuulepargi ja laevatee vahel

Ohutukauguse määramisel kasutas autor PIANCI juhendit „Interaction Between Offshore Wind Farms and Maritime Navigation“. Antud juhend määrab ohutukauguse tuulepargi ja laevatee vahel kauguse mõiste kui kaugus tuulepargi füüsilise piiri ja laevatee või navigatsioonikanali lähima serva vahel.

Ohutukaugus koosneb mitmetest osadest: ohutuvööndist ja vööndist manööverdamiseks. Kuid tasub arvestada meretuulikute mõju laeva elektroonikaseadmete tööle, kuna meretuulikud võib laeva kasutatava kommunikatsioonile mõjuda.

3.2.1 Ohutusvöönd

Ohutusvöönd – see on üks osa ohutukaugusest tuulepargi ja laevatee vahel. Selle kauguse valimine on tähtis, et tagada ohutu navigatsiooni seisund. Ohutusvööndi määramiseks autor põhineb UNCLOS konventsioonil, mis sätestab seadusi toimuvatest tegevustest merel.

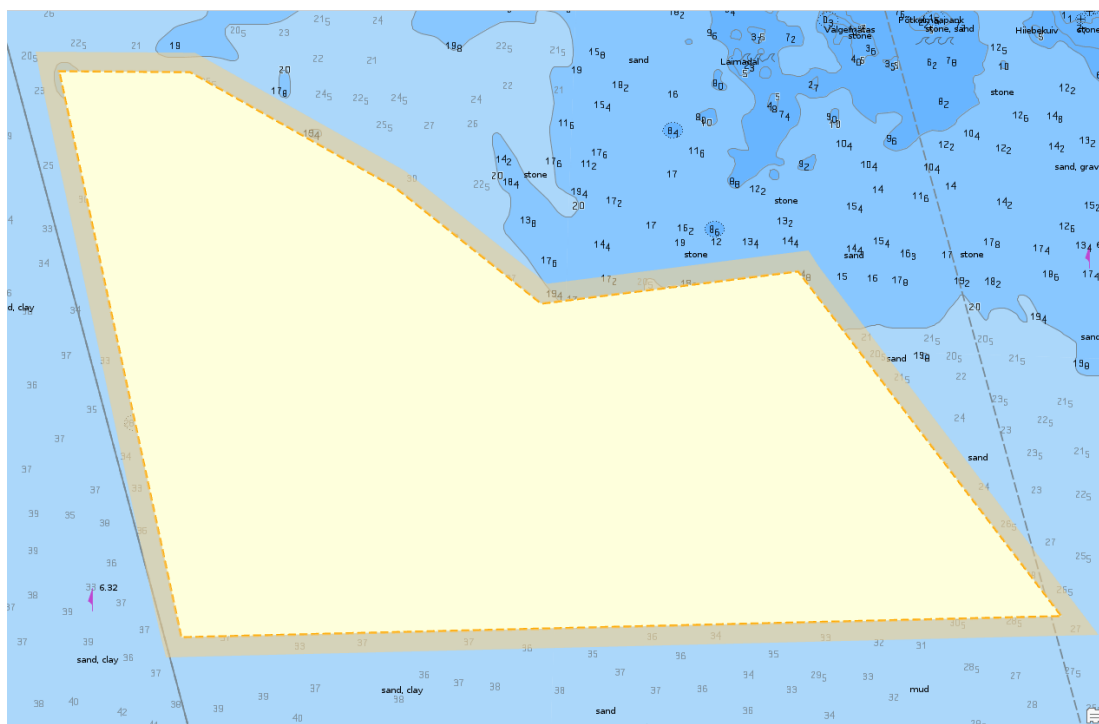
Majandusvööndis asuvad tehissaared, seadmestikud ja rajatised. Artikkel 60 punkt 1 (UNCLOS 1982) sätestab, et „Rannikuriigil on ainuõigus majandusvööndis ehitada, lubada ehitada ja reguleerida järgmiste objektide ehitamist, käitamist ja kasutamist: a) tehissaar; b) artiklis 56 nimetatud või muul majanduslikul eesmärgil ehitatud seadmestikud ja rajatised c) seadmestikud või rajatised, mis võivad rannikuriigil takistada majandusvööndis oma õigusi teostada.“

Majandusvööndis asuvad tehissaared, seadmestikud ja rajatised. Artikkel 60 punkt 4 (UNCLOS 1982) sätestab, et „Rannikuriik võib vajaduse korral kehtestada tehissaare, seadmestiku või rajatise ümber ohutusvööndi, mille piires on tal õigus võtta meetmeid nii meresõidu kui ka tehissaarte, seadmestike ja rajatiste ohutuse tagamiseks.“

Majandusvööndis asuvad tehissaared, seadmestikud ja rajatised. Artikkel 60 punkt 5 (UNCLOS 1982) sätestab, et „Ohutusvööndi laius määrab rahvusvahelisi nõudeid järgides rannikuriik. Ohutusvööndite loomisel arvestatakse tehissaare, seadmestiku ja rajatise laadi ja otstarvet ning ohutusvööndi laius on objekti väliserva igast punktist mõõdetuna kuni 500 meetrit, kui üldtunnustatud rahvusvahelised nõuded või pädeva rahvusvahelise organisatsiooni soovitus ei näe ette teisiti. Ohutusvööndite ulatus tehakse nõuetekohaselt teatavaks.“

Üleval mainitud artikli põhjal maksimaalne ohutusvööndi laius peab olema 500 meetrit objekti väliserva igast punktist. Tähtis arusaamiseks, et ohutusvööndi laius – see kaugus on mõeldud tuleviku avamere tuulepargi kaitsmiseks, mitte ohutu kaugus laevatee ja tuulepargi vahel.

Ohutusvööndi kuvamiseks kaardil, ArcGis Pro tarkavaras on loodud uus „Feature Class“, mis nimetatakse „UNCLOS_Safety_zone“. Kaardil ohutusvöönd kajastub heleoranži värviga, mis ümbritseb tuleviku merepargi ala ja selle laius on 500 meetrit (vt. Joonis 9).



Joonis 9. SWE hoonestusala 500 meetrilise ohutusvööndiga

3.2.2 Kaugus laeva manööverdusvõimseks

Ohutu navigatsioon on eriti tähtis meretuulepargi läheduses, seetõttu tasub kaugus laeva manööverdamiseks arvestada. Kaugus laeva manööverdusvõimseks – see on teine osa ohutukaugusest tuulepargi ja laevatee vahel. Selle kauguse tarvilikkus kinnitatakse COLERG reeglitega, mille täitmine aitab laevade kokkupõrkeid vältida. Autor põhines järgmistel reeglitel:

B osa. Juhtimis- ja sõidureeglid. Reegel 8. tegevus kokkupõrke vältimiseks punkt c (COLERG 1972) sätestab, et „Kui vaba veeala on piisavalt, võib ainuüksi kursi muutmine olla tõhusaim tegevus laevade ohtliku lähenemise vältimiseks tingimusel, et seda tehakse aegsasti, et see on märgatav ega põhjusta uut ohtliku lähenemise olukorda.“

B osa. Juhtimis- ja sõidureeglid. Reegel 8. tegevus kokkupõrke vältimiseks punkt d (COLERG 1972) sätestab, et „Teise laevaga kokkupõrget vältiv tegevus peab kindlustama lahknemise ohutul kaugusel. Tegevuse tõhusust tuleb hoolikalt jälgida niikaua, kui teisest laevast on lõplikult ja ohutult lahknetud.“

B osa. Juhtimis- ja sõidureeglid. Reegel 15. lõikuvatel kurssidel lähenemine (COLERG 1972) sätestab, et „Kui kaks jõuajamiga laeva lähenevad teineteisele lõikuvatel kurssidel nii, et tekib kokkupõrkeoht, peab teed andma laev, mille paremale pardale teine laev jääb, ja kui asjaolud võimaldavad, vältima läbisõitu teise laeva eest.“

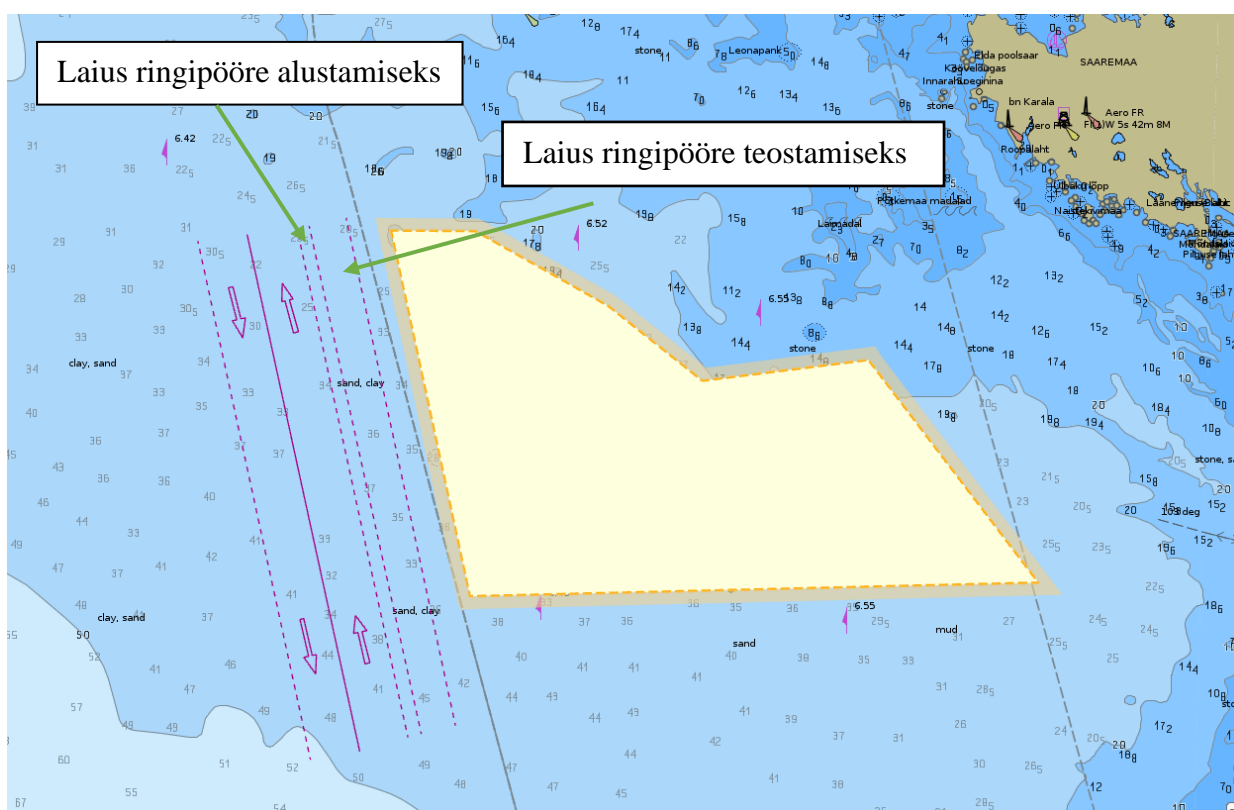
Manööverdamiskauguse valimisel autor põhineb PIANCI juhendil, mis omakorda viitab IMO dokumendile „Standards for Ship Manoeuvrability“. Antud kaugus on jagatud kaheks osaks:

- Laius on ringipööre alustamiseks. Ringipöör alustatakse tavaliselt kaldumisest kursist kõrvale jälgides samal ajal teist laeva, mis nõuab aega. Tavaliselt võetakse kauguseks minimaalselt 0,3 NM, mis võrdub umbes 555,6 meetrit.
- Laius on ise ringipööre teostamiseks. Ringipöör ei pea ületama 4,5 laeva pikkust (L) ja taktikaline diameeter ei pea ületama 5 laeva pikkust (need nõuded kehtivad kontrollitud tingimustes).

„Standards for Ship Manoeuvrability“ alusel laius ise ringipööre teostamiseks ei pea ületama 5 laeva pikkust, aga see tingimus täidetakse normaalsetes tingimustes. Kuna laevatee laiub avamerel ja seal on tingimused erinevad, on otstarbekam valida suurema laiuse, et tagada ohutu navigatsioon. Laevatee projekti raames on valitud 6 laeva pikkust.

Juhenditest ja reeglitest lähtudes ohutute manöövrite teostamiseks on valitud 2055 meetriline laius. Antud laius koosneb 555 meetrite kaugusest, mis annab võimaluse ohutult kalduda kursist ja alustada manöövrit ning 1500 meetrite kaugusest, mis on saadud laevapikkuse ja laevakoguse korrutamisel ($6 * 250 \text{ m} = 1500 \text{ m}$).

Laevamanööverdamise vööndi kuvamiseks kaardil, ArcGis Pro tarkavaras on loodud uus „Feature Class“, mis nimetatakse „Turning_zone“. Ships' routeing dokumendist lähtudes kaardil vöönd kajastub lillade kriipsjoontega ja selle laius on 2055 meetrit (vt. Joonis 10).



Joonis 10. Laiused ringipööre alustamiseks ja teostamiseks

3.3 Laevatee laius

Laevatee peab olema projekteeritud niiviisi, et tagada ohutu navigatsioon merel ning COLERGI reeglite täitmine. Laevaliikluse suunamise süsteemide kavandamine on kirjeldatud IMO Ships' Routeing juhendis, mille eesmärk on parandada meresõiduohutust koonduvatel aladel ja piirkondades, kus liiklustihedus on suur või kus laevaliiklus on piiratud navigatsioonitakistuste olemasolu, sügavuste või ebasoodsate meteoroloogiliste tingimustega. Selle juhendi alusel autor kasutas oma lõputöös liikluseraldusskeemi (Traffic separation scheme, TSS). See on vahend vastassuunaliste liiklusvoogude eraldamiseks, mis koosneb järgmisest osadest:

- Vastassuunalistest sõiduradadest. Sõidurada (Traffic lane) – piiritletud ala, milles on kehtestatud ühesuunaline liiklus.
- Eraldavast eraldusalast ja/või joonest. Eraldusala või joon (Traffic separation zone or line) – eraldab sõiduradasid, millel laevad liikleavad vastas- või peaaegu vastassuundades (Ships routeing)

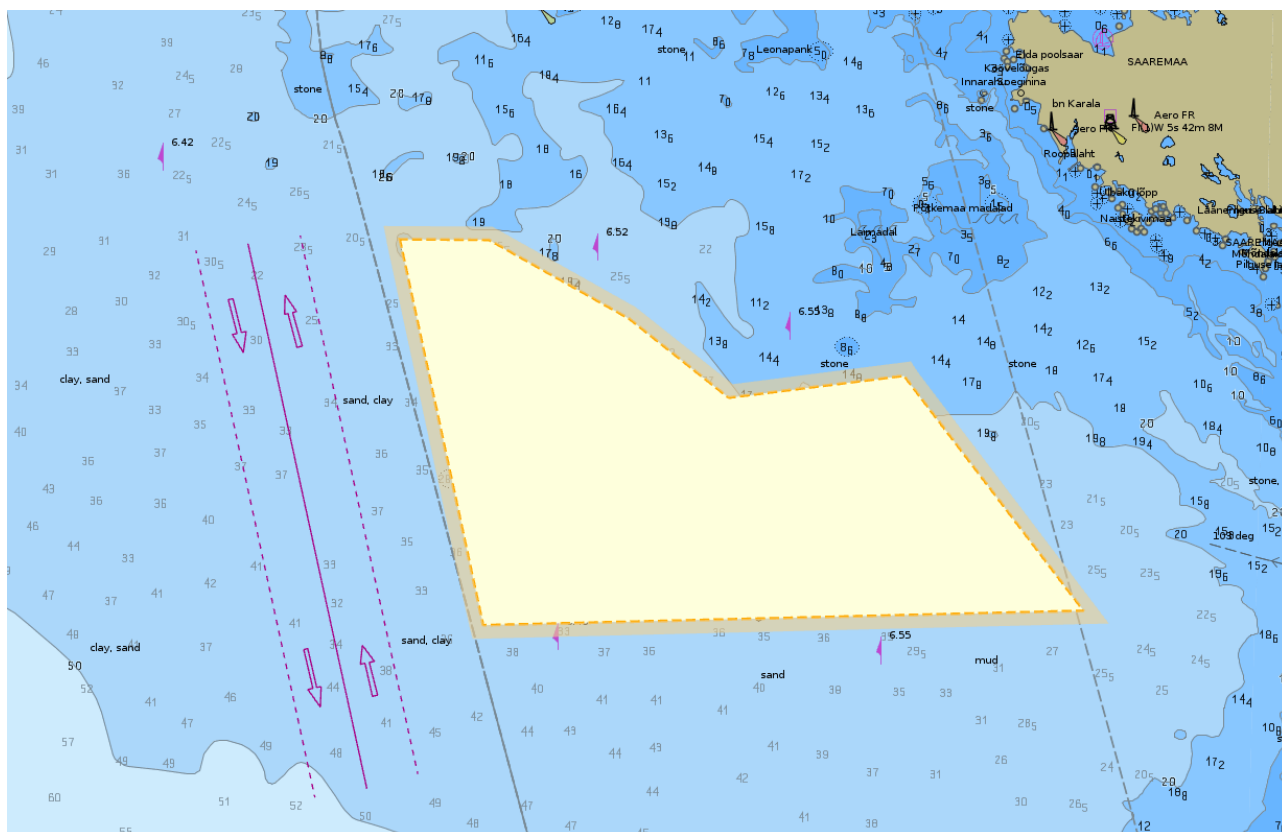
Laevateelaiuse määramiseks autor põhineb PIANCi juhendil. Selle arvutamiseks on arvestatud järgmisi tingimusi:

- Laevade hulk, mis põhineb AIS andmetel arvestades, et tulevikus on võimalik laevade hulga kasv
- Projektilaeva pikkus, arvestades, et tulevikus on võimalik laeva pikkuse areng
- Laevade hulk, mis kasutab konkreetset laevateed

Arvestades kõik ülaltoodud tegureid ja PIANCi juhendit, autori arvutuste kohaselt üks sõidurada peab võrduma 2000 meetriga ($4 \text{ kogus} * 2 * 250 \text{ pikkus} = 2000 \text{ m}$).

Laevatee kuvamiseks kaardil, ArcGis Pro tarkavaras on loodud uus „Feature Class“, mida nimetatakse „Laevatee_küljed“. Ships’ Routeing dokumendist lähtudes kaardil sõidurajade piirid kajastuvad lillade kriipsjoontega ja nende laius on 2000 meetrit igas suunas, kokku on 4000 meetrit. Sõiduradade vahel on paigutatud eraldav joon, mis näitab iga sõiduraja piiri. Selle loomiseks on tehtud uus „Feature Class“, mis nimetatakse „Eraldav_joon“. Ships’ routeing dokumendist lähtudes kaardil joon kajastub lilla pidevjoonega (vt. Joonis 11).

Laevatee lõppkuju andmiseks on loodud suunanooled, mis näitavad liiklumise suunda. Selleks on tehtud uus „Feature Class“, mida nimetatakse „Suund“. Ships’ routeing dokumendist lähtudes kaardil nooled kajastuvad lilla pidevjoonega.



Joonis 11. Laevatee uus asukoht

3.4 Navigatsioonimärgistus

Navigatsioonimärgistuse valikul kasutas autor IALA juugendeid „The Marking of Man-Made Offshore Structures“ ja „The IALA Maritime Buoyage System“ ning põhines Suurbritannia tuulepargi projekteerimise kogemusel. IALA juhendis Marking of offshore structures / platforms in general 2.1 peatükis on kirjutatud, et:

„Riiklik asutus võib hinnata, et üksteise lähedal asuvate objektide rühma saab märkida üheks platvormiks või struktuuriks“



„Riiklik asutus võib hinnata, et poid või majakad paigaldatakse struktuuri perimeetri tähistamiseks, konstruktsioonide rühma läbivate kanalite tähistamiseks või mis tahes fikseeritud ehitise tähistamiseks püstitamise või demonteerimise ajal. Selliste märkide omadused määrab kindlaks riiklik asutus kooskõlas IALA Maritime Buoyage System-ga“

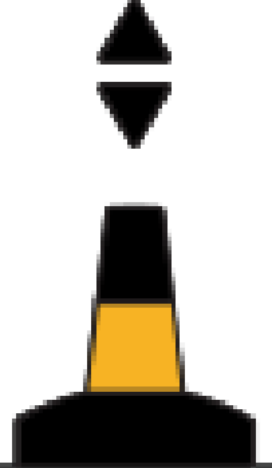
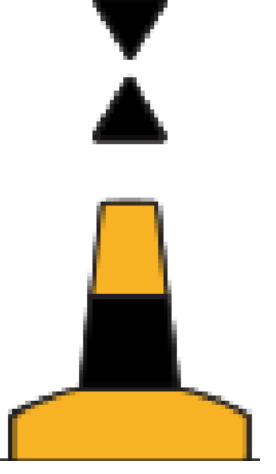

Antud soovitude alusel Saaremaa avamere tuulepark on ühendatud ühele struktuurile. Juhendis ei ole täpset juhutust mis navigatsioonimärgid kasutatakse meretuulepargi eristamiseks, sellepärast

kasutas autor Suurbritannia meretuulepargi projekti. Antud projektis on kirjutatud, et navigatsioonimärgistus on erinev meretuulepargi ehitamise ja eksploatatsiooni etapil. Sellepärast on loodud kaht navigatsioonimärgistuse varianti.

Esimene variant näitab navigatsioonimärgistus ehitamise etapil. Plaanil on paigutatud kardinaalmärgid meretuulepargi hoonestusala perimeetril. Kardinaalmärkidega tähistatakse navigatsioonilisi ohte ilmakaarte järgi sõltumata mis regioonis asub oht kas A või B regioonis. ArcGIS Pro tarkvaras on pannud 4 tüüpi kardinaal märke: põhja-, lõuna-, ida- ja läänepoid. Kokku need on 11 tükki: 3 läänepoid, 3 lõunapoid, 2 idapoid ja 3 põhjapoid. Teine variant näitab navigatsioonimärgistus eksploatatsiooni etapil. Plaanil on paigutatud eriotstarbelised märgid meretuulepargi hoonestusala perimeetril, need on kokku 9 tükki. Vahekaugus navigatsiooni märkide vahel on umbes 5 km. Tabelis on esitatud navigatsioonimärgid ja nende tulede iseloom:

Tabel 2. Navigatsioonimärgistus

	Nimetus	Tuleiseloom	Tulevärv	Näidis
1	Põhjapoi	VQ või Q	Valge	
2	Lõunapoi	VQ(6) + LFl 10s või Q(6) + LFl 15s	Valge	

3	Idapoi	VQ(3) 5s või Q(3) 10s	Valge	
4	Läänepoi	VQ(9) 10s või Q(9) 15s	Valge	
5	Eriotstarbeline poi	Fl 5s	Kollane	

4 Tulemused

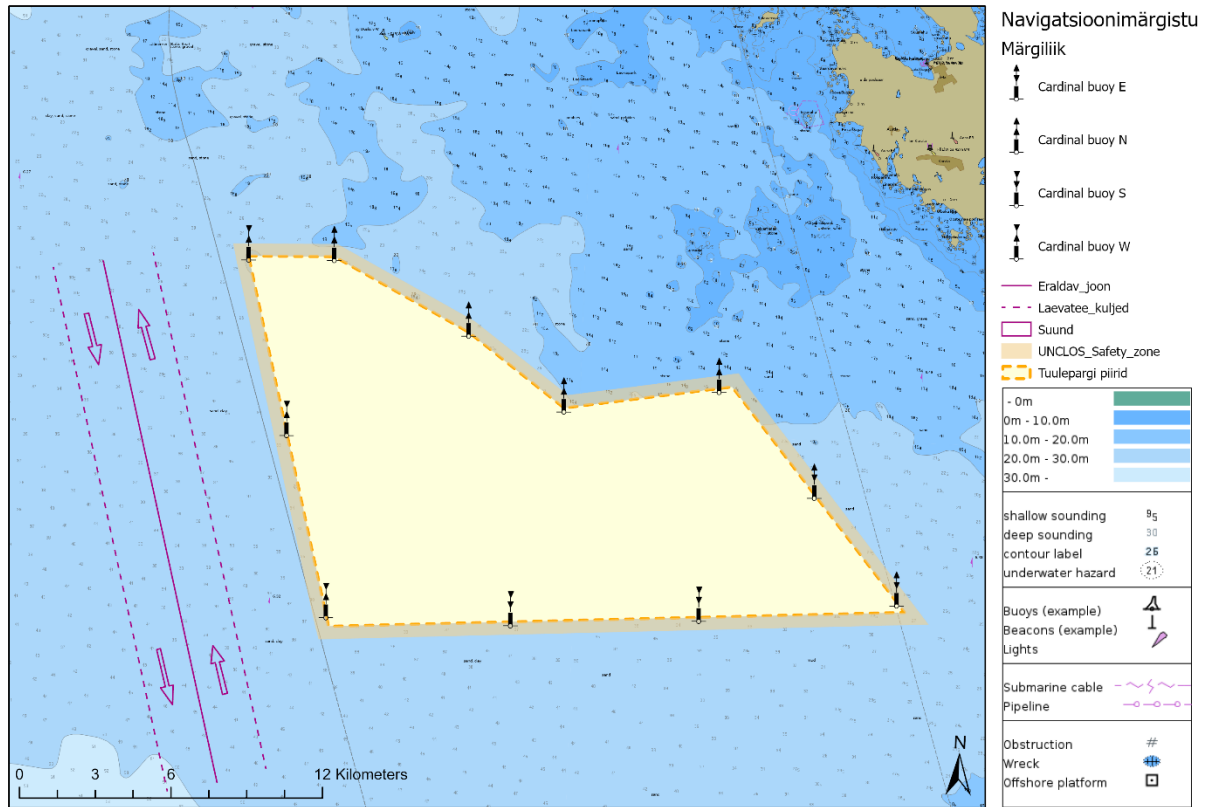
Praktiline osa on jagatud tänase navigatsiooni olukorra analüüsi ja laevatee paigalduse osaks. Esimeses osas on leitud vajalikud andmed ja tehtud analüüs, et laevateede ja avameretuulepargi vahel probleemid leida. Lihtsama analüüsimiseks on tehtud andmete visualiseerimine ArcGis Pro tarkvaras, kus on valmistatud järgmised plaanid: 1) hoonestusala asukoht 2) hoonestusala ja AIS andmed 3) hoonestusala ja eesti laevateed. Andmete liitmisel on leitud peamised probleemid:

- Tänapäevased kehtivad laevateed Eesti territooriumil läbivad tuleviku hoonestusala;
- Meretuulepargi ehitamine tähendab, et tiheneb laevaliiklusvoogude teises merealades, mis omakorda suurendab laevade kokkupõrgete tõenäosust;
- Meretuulepark – see on takistus merel, mis muudab nähtavuse laevadele halvemaks, seetõttu võimalus ajaldi märgata navigatsioonimärgistusi või ohtlikku olukorda väheneb.

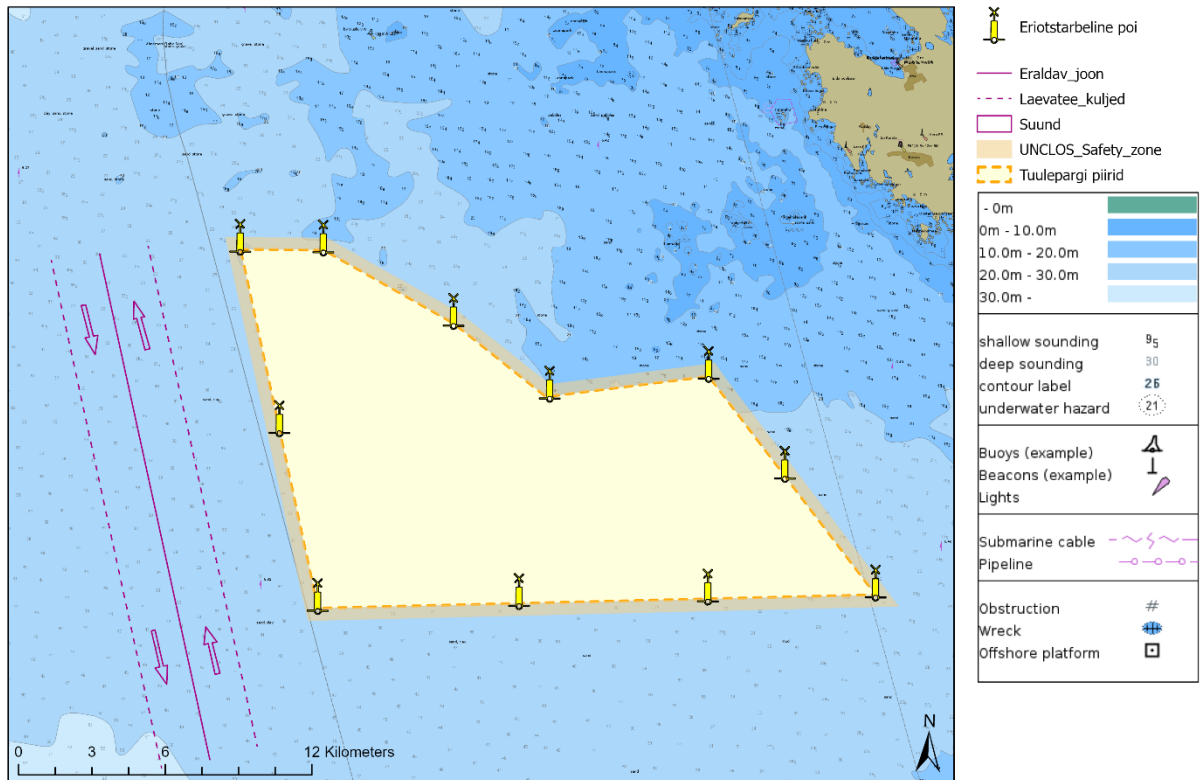
Teises osas on täidetud lõputöö ülesanne: laevatee paigaldus plaanil avamere tuulepargi suhtes koos navigatsioonimärgistusega. Nagu autor esitab tulemusprojekti ArcGIS Pro tarkvaras. Projekti esitamiseks kasutas autor aluskaardiks Eesti merenavigatsioonikaarti. Kaardil on pandud:

- Kahesuunaline laevatee, mis koosneb küljest ja suundade eraldav joonest. Kaardil sõidurajade piirid kajastuvad lillade kriipsjoontega ja suundade eraldav joon, mis kajastub lilla pidevjoonega. Laevatee laius kokku on 4000 m, millest 2000 on ühesuunaline rada;
- 4 radade suunanoolt, mis kaardil kajastuvad lillade kriipsjoontega;
- SWE meretuulepargi hoonestusala koordinaadid, mille abil on joonestatud hoonestusala piirid. Kaardil hoonestusala pindala kajastub beeži värviga;
- Ohutusvöönd avamere tuulepargi kaitsmiseks 500 meetrilise laiusega. Kaardil ohutusvöönd kajastub heleoranži värviga;
- Skemaatiline navigatsioonimärgistus meretuulepargi ehitamise ja ekspluatatsiooni etappidel. Ehitamise etapil kasutatakse 11 kardinaalmärki ja ekspluatatsiooni etapil kasutatakse 11 eriotstarbelist poid.

Vahekaugus laevatee ja meretuulepargi vahel on arvatud PIANCi „Interaction Between Offshore Wind Farms and Maritime Navigation“ juhendi abiga. Vahekaugus koosneb ohutusevööndist (500 m), laiusest ringipööre alustamiseks (555 m), laiusest ise ringpööre teostamiseks (1500 m) ning lisakaugusest. Lisakaugus on lisatud laeva ohutuse eesmärkides, et standardi järgi laevatee paigutus oleks keskmises riskitasemes.



Joonis 12. Esimene plaan. Laevatee, hoonestusala ja navigatsioonimärgistus ehitamise etapil



Joonis 13. Teine plaan. Laevatee, hoonestusala ja navigatsioonimärgistus eksploatatsiooni etapil

Kokkuvõte

Eesti mereruum ei ole valmis avamere tuulepargi ilmumiseks, kuna merenavigatsiooni kaardid ei arvesta tuulepargi hoonestusalaga. Uuritud lõputöö probleemi aktuaalsus kasvab Eestis ja selle lahendamine on vajalik ohutu laevaliikluse säilitamiseks. Selle lõputöö eesmärk oli tänase navigatsiooniolukorra hindamine ja navigatsiooni ohutuse tingimuste määratlemine avamere tuulepargi alal. Autor püstitas ülesanded, mis aitasid eesmärgi saavutamiseks. Esiteks on tehtud tänase navigatsiooni olukorra analüüsimine. Analüüs näitas, et tänased kehtivad laevateed Eesti territooriumil läbivad meretuulepargi hoonestusala ja selle ilmumine muudab nähtavuse laevadele halvemaks ning tihenevad laevaliiklusvood teistes merealades. Teiseks on koostatud plaan, mis näitab ohutut olukorda avamere tuuleparkide suhtes. Plaanil on 4000-meetriline kahesuunaline laevatee suunanooltega, SWE meretuulepargi hoonestusala, ohutuskaugus laevatee ja hoonestusala vahel, mis koosneb 500-meetrilisest ohutusvööndist ja kaugus ringpöörde teostamiseks ning skemaatiline navigatsioonimärgistus meretuulepargi ehitamise ja eksploatatsiooni etappidel. Laevatee projekteerimine põhines peamiselt PIANCi juhendil „Interaction Between Offshore Wind Farms and Maritime Navigation“. Kuid töös on kasutanud ka teised juhendeid IMO, IALA, UNCLOS organisatsioonide poolt. Analüüs ja plaan on tehtud ArcGIS Pro tarkvara abiga.

Lisaks teema süvendatud uuringuks määras autor uurimisküsimused. Üks lõputöö küsimustest oli välja selgitamine, kus peaks nüüd paigaldama laevatee. Hetkel Eesti laevatee läbib meretuulepargi hoonestusala, mis ei ole lubatav. Autor arvutas juhendi abil, et tagada ohutust peaks struktuurivaheline minimaalne kaugus olema 2 NM, mis laseb jõuda keskmise riskitasemeni. Riski alandamiseks madala või väga madala tasemini ohutukaugus peab olema 5 NM ja 10 NM kohaselt. Autori arvutusel tasuks tänast laevateed nihutada 4 NM võrra. Kuid ka läheduses olevaid teisi teid tasub nihutada, sest need asuvad OWF hoonestusala piiril või läheduses, selline paigutus on ohtlik ja pole lubatav.

Antud hetkel projekt ei garanteeri 100-protsendilist ohutust, kuna navigatsiooni ohutus sõltub ka muudest teguritest, mis on käsitletud teoreetilises osas. Võimalus ohutuse tõstmiseks on kvaliteetne ja piisav meretuulepargi eristamine taustal. Vajalikud soovitusel ja nõuanded on kirjeldatud IALA juhendis „The Marking of Man-Made Offshore Structures“. Niisugused nagu kollane lint, tunnustabelid, udusignaaliid, SPS ja IPS kasutamine. Autor esitas laiema kirjeldus 1.5 peatükis „Tuuleparkide eristamine taustal“.

Tehtud töö näitab, et kasutades rahvusvahelisi juhendeid, on võimalik luua ohutu olukord meretuulepargi alal, aga antud projektil on areng. Uuringu jooksul leidis autor veel ühe probleemi, mida ei käsitleta selle lõputööraames. Meretuulepargi ehitamine tähendab, et tihenevad laevaliiklusvood teistes merealades, mis omakorda suurendab laevade kokkupõrgete tõenäosust. Liikluse intensiivsuse alandamiseks laevateedel tasub projekteerida eraldusskeemid.

Summary

Estonian maritime space is not ready for the appearance of an offshore wind farm because marine navigation maps do not take into account the offshore wind farm. The topicality of the researched dissertation problem is growing in Estonia and its solution is necessary to maintain safe ship traffic. The aim of this dissertation was to assess the current navigation situation and to define the safety conditions for navigation in the offshore wind farm. The author set tasks that helped to achieve the goal. Firstly, has been made an analysis of the current state of navigation. The analysis showed that today's valid shipping lanes on the territory of Estonia pass through the building area of the offshore wind farm and its appearance makes visibility to ships worse and also increases the flow of shipping traffic in other sea areas. Secondly, a plan has been drawn showing safe situation for offshore wind farms. The plan includes a 4,000-meter two-way fairway with directional arrows, a SWE offshore development site, a safety distance between the fairway and a 500-meter safety zone, and a schematic navigation marking during the construction and operation phases of the offshore wind farm. The design of the fairway was mainly based on PIANC's guide "Interaction Between Offshore Wind Farms and Maritime Navigation". However, other guidelines have been used by IMO, IALA, UNCLOS organizations. The analysis and plan has been done with the help of ArcGIS Pro software.

In addition to the in-depth study of the topic, the author assigned research questions. One of the questions in the dissertation was to find out where the fairway should now be installed. At the moment, the Estonian shipping route passes through the construction area of the offshore wind farm, which is not allowed. The author calculated using a guide to ensure safety, the minimum distance between the structure should be 2 NM, which allows a medium level of risk to be reached. To reduce the risk to low or very low levels, the safety distance must be 5 NM and 10 NM respectively. According to the author's calculation, it is worth shifting today's waterway by 4 NM. However, other nearby roads should also be relocated, as they are located at or near the boundary of the OWF building area, such arrangement is dangerous and is not permitted.

At the moment, the project does not guarantee 100% safety, as the safety of navigation also depends on other factors, which are discussed in the theoretical part. An opportunity to increase safety is to distinguish a high-quality and sufficient offshore wind farm in the background. The necessary recommendations and advice are described in the IALA Guide "The Marking of Man-Made Offshore Structures". Use such as yellow tape, identification tables, fog signals, SPS and

IPS. The author provided a more detailed description in Chapter 1.5 "Distinguishing wind farms in the background".

According to the author, the aim of the dissertation has been achieved and the answers to the research questions have been found, and dissertation shows that using international guidelines it is possible to create a safe situation in the field of an offshore wind farm. The dissertation can be further developed to increase the safety of navigation. During the study, the author found another problem that is not addressed in this dissertation. The construction of an offshore wind farm means that shipping flows in other sea areas are increasing, which in turn increases the likelihood of ship collisions. Separation schemes should be designed to reduce the intensity of traffic on shipping lanes.

Viidatud allikad

Merealapiiride seadus. Riigiteataja. (10.03.1993).

<https://www.riigiteataja.ee/akt/MPS>

Majandusvööndi seadus. Tehissaared, rajatised ja seadmestik. Riigiteataja. (28.01.1993).

<https://www.riigiteataja.ee/akt/191935>

Planeerimis seadus. Riigiteataja. (28.01.2015).

<https://www.riigiteataja.ee/akt/126022015003>

Euroopa parlamendi ja nõukogu direktiiv 2014/89/EL, Mereruumi planeerimise raamistik. Euroopa Liidu Teataja. (23.07.2014).

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/et/TXT/?uri=CELEX:32014L0089>

Overview | ArcGIS Pro. (2022)

<https://www.gisbaltic.eu/et-ee/product/arcgis-pro/overview>

Overview | SWE projektist.

<https://www.swe.ee/projektist/>

Overview | Elektrituulik. (2022)

<https://energiatalgud.ee/Elektrituulik>

Overview | Природа, климат. (2022).

<http://www.estonica.org/ru>

Overview | Taastuvenergia toomisvõimalused Eestis (olemasolev olukord ja tulevikusuunad).

<https://elering.ee/elektrituru-kasiraamat/5-taastuvenergeetika/54-taastuvenergia-toomisvoimalused-eestis-olemasolev>

Overview | Introduction to MSP. (2014).

<https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/msp-eu/introduction-msp>

Overview | Introduction to IMO. (2022).

<https://www.imo.org/>

Overview | About IALA. (2022).

<https://www.iala-aism.org/>

Overview | The World Association for Waterborne Transport Infrastructure. (2022).

<https://www.pianc.org/>

Overview | In focus: Renewable energy in Europe. (2020).

https://ec.europa.eu/info/news/focus-renewable-energy-europe-2020-mar-18_en

Overview | Energeetika. (2020).

<https://www.stat.ee/et/avasta-statistikat/valdkonnad/energia-ja-transport/energeetika>

Overview | Wind energy in Europe: 2021 Statistics and the outlook for 2022-2026. (2022).

<https://windeurope.org/intelligence-platform/product/wind-energy-in-europe-2021-statistics-and-the-outlook-for-2022-2026/>

Vello Kala. (2018). Hüdrograafia alused.

<https://digikogu.taltech.ee/et/Item/2c40c5da-5fd3-44be-8394-594f1f1b67fc>

Taastuenergia aastaraamat 2020. (2020). Eesti Taastuenergia Koda.

<http://www.taastuenergeetika.ee/taastuenergia-aastaraamat-2020/>

PhD Georg Martin. (2012). Eesti mereala keskkonnaseisundi esialgne hindamine. TÜ Eesti Mereinstituut.

Eesti mereala planeeringu lähteseisukohad ja mõjude hindamise väljatöötamise kavatsus. (2018). Rahandusministeerium, Hendrikson and Ko.

Eesti mereala planeering mõjude hindamise aruanne. (2021). Rahandusministeerium, Hendrikson and Ko.

Jonne Kotta. (2017). Metoodika “Merestrategie raamdirektiivi rakendamine mereala planeerimisel” koostamine. Rahandusministeerium.

Mr. Yuh-Ming Tsai, Prof. Cherng-Yuan Lin. (2021). Investigation on Improving Strategies for Navigation Safety in the Offshore Wind Farm in Taiwan Strait.

Andrew Rawson, Edward Rogers. (2015). Assessing the impacts to vessel traffic from offshore wind farms in the Thames Estuary.

Jinxian Weng, Dong Yangc, Shiguan Liao, Bing Wu. (2020). Exploring effects of ship traffic characteristics and environmental conditions on ship collision frequency.

Eesti Mereakadeemia lõputööde koostamise ja vormistamise juhend. (2017). TalTech Eesti Mereakadeemia.

Revised guidelines for the onboard operational use of shipborne automatic identification systems. (2015). International Maritime organization.

Interaction Between Offshore Wind Farms and Maritime Navigation. (2018). PIANC, The World Association for Waterborne Transport Infrastructure.

COLREGS, International Regulations for Preventing Collisions at Sea. (1972). International Maritime Organization.

UNCLOS, United Nations Convention on the Law of the Sea. (2016). European Union.

Nicole Schaeffe, Vittorio Barale. (2011). Maritime spatial planning: opportunities & challenges in the framework of the EU integrated maritime policy.

A.G.Olabi, Mohammad Ali Abdelkareem. (2022). Renewable energy and climate change

Wiesław Ostachowicz, Malcolm McGugan, Jens-Uwe Schröder-Hinrichs, Marcin Luczak. (2016). New Materials and Reliability in Offshore Wind Turbine Technology.

PhD Mart Hiob, Heiki Kalberg, Kerttu Ots, PhD Kati Orru, PhD Andres Annuk (2020). Meretuulikuparkide arendamise edendamiseks visuaalse mõju hindamise meetodiliste soovitude juhendmaterjal.

Saare Wind Energy meretuulepargi keskkonnamõju hindamine. (2021). Saare Wind Energy OÜ.

Aberdeen Offshore Wind Farm Limited. (2013). Vattenfall.

http://marine.gov.scot/sites/default/files/eowdc_designstatement_0.pdf

Seagreen Offshore Wind Farm. Lighting and Marking Plan. (2020). Sea green wind energy.

https://marine.gov.scot/sites/default/files/lighting_and_marking_plan_2.pdf

The Marking of Man-Made Offshore Structures. (2013). IALA

<https://www.iala-aism.org/product/g1162-ed1-0-the-making-of-offshore-man-made-structures/>

Marking Offshore Wind Farms. (2022). Sabik Offshore.

https://sabik-offshore.com/wp-content/uploads/2020/11/SABIK-Offshore_Brochure-2020_IALA_29.09.2020.pdf

Overview | Navionics Charts

<https://webapp.navionics.com/?lang=en#boating@8&key=wyp%7DHuoxN>

The iala maritime buoyage system. (2017). IALA.

<https://www.iala-aism.org/product/r1001-iala-maritime-buoyage-system/>

Ships' routeing. (2019). International Maritime organization.

<https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/ShipsRouteing.aspx>

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina, Maria Bahmatova:

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Laevatee ohutuse analüüsimine avamere tuulepargi kavandataval alal“, mille juhendaja on Dr. Inga Zaitseva-Pärnaste,
 - 1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

22.05.2022

¹ Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingulise tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtjaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.