VEE JA TAEVA VAHEL

AVAMERE NAFTA- JA GAASIPLATVORMIDE TAASKASUTUS

BETWEEN SKY & WATER - REPURPOSING OFFSHORE OIL AND GAS RIGS

AUTOR: AGUR-ANDRI TARMO | JUHENDAJA: IRINA RAUD

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

VEE JA TAEVA VAHEL - AVAMERE NAFTA- JA GAASIPLATVORMIDE TAASKASUTUS

BETWEEN SKY AND WATER - REPURPOSING OFFSHORE OIL AND GAS RIGS

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Agur-Andri Tarmo

Üliõpilaskood: 184888EAUI

Juhendaja: Irina Raud, volitatud arhitekt-ekspert 8

Tallinn 2020

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

"....." 2020

Autor: Agur-Andri Tarmo

/ allkiri /

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

"....." 2020

Juhendaja: Irina Raud

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"....."..... 2020.

Kaitsmiskomisjoni esimees .....

/ nimi ja allkiri /

Ehituse ja arhitektuuri instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane:	Agur-Andri Tarmo, 184888EAUI
Õppekava, peaeriala:	EAUI12/15 - Arhitektuur
Juhendaja:	Irina Raud, volitatud arhitekt-ekspert 8
Konsultant:	Rain Männikus

Lõputöö teema:
Vee ja Taeva Vahel - Töö lõpetanud nafta- ja gaasiplatvormidele uue elu andmine
Between Sky and Water - Repurposing Decommissioned Gas and Oil Rigs

Lõputöö põhieesmärgid:
1. Kirjeldada nafta- ja gaasiplatvormide tüüpilist elutsüklit, nende ehituslikke iseärasusi, võimalikku mõju keskkonnale ning enamlevinud tööst eemaldamise praktikaid.
2. Uurida töö lõpetanud avamere nafta- ja gaasiplatvormide ümberkavandamise ning uue funktsiooni andmise võimalusi alternatiivina nende merekeskkonnast eemaldamisele.
3. Uurida merekeskkonna, sellega kaasneva isolatsiooni ja maismaast eemaloleku mõju seal pikendatud aja vältel viibivale inimesele.

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Üliõpilane esitab lõputöö lõpliku teema (töö võimalik pealkiri) ja kirjelduse.	14.02.2020
2.	Üliõpilane esitab lõputöö uurimistöö teesid ja projekti ideelahenduse eskiisi tasemel.	13.03.2020
3.	Üliõpilane esitab portfoolio ja planšetid digitaalselt.	24.05.2020

Töö keel: eesti Lõputöö esitamise tähtaeg: “.....”.....2020a

Üliõpilane: Agur-Andri Tarmo “.....”.....2020a
/allkiri/

Juhendaja: Irina Raud “.....”.....2020a
/allkiri/

Programmijuht: Üllar Ambos “.....”.....2020a
/allkiri/

SISUKORD

ABSTRAKT **9**

SISSEJUHATUS **11**

Probleemipüstitus ja eesmärk 11

Metoodika 11

Töö struktuur 11

Mõisted, lühendid 11

AVAMERE NAFTA- JA GAASITOOTMISE AJALUGU **12**

NAFTA- JA GAASITOOTMISE STATISTIKA **13**

NAFTA- JA GAASIPLATVORMIDE EHITUSLIKUD ERIPÄRAD **14**

Põhilised tüübid 14

Nafta/gaasiplatvormi tüüpilised osad 15

Energiavarustus avamerel 15

Massiivseimad paigaldised 16

AVAMERE PLATVORMIDEL TÖÖTAMINE **17**

Majutus 17

Toitlustamine 18

Vaba aja veetmise võimalused 18

Ohutus ja evakuatsioon 18

NAFTA- JA GAASIPLATVORMIDE TÖÖST KÕRVALDAMINE - SENINE PRAKTIKA **19**

Riiklikud ja rahvusvahelised regulatsioonid 19

Riffeerimine 20

NAFTA- JA GAASIPLATVORMIDE TAASKASUTUSE VÕIMALUSED **21**

Taastuvenergia jaamad (Taani) 22

Frying Pan Tower (USA) 23

Sukeldumishotell Seaventures (Malaisia) 23

Sealand 24

Tulevikuvisioonid 25

Seasteading 25

Maldiivide kolimine naftaplatvormidele 25

KOKKUVÕTE **26**

PROJEKTLAHENDUS **29**

Eesmärk, lähteandmed 29

Asukoht, asendiplaan 31

Energiavarustus, tehnoseadmed 31

Arhitektuurne kontseptsioon 33

Veealune baar 34

Plaanilahendus, funktsioonid 35

Näituseala 45

KASUTATUD ALLIKAD **46**

JOONISTE LOETELU **47**

ABSTRAKT

Lähikümnenditel on üle maailma töö lõpetamas tuhandeid avamere nafta- ja gaasiplatvorme, mille merekeskkonnast eemaldamine on keeruline ning kallis ülesanne, sisaldades endas puurkaevude sulgemist, platvormi lahtivõtmist, kaldale toimetamist ning merepõhja endise seisukorra taastamist. Lisaks keerukusele võib eelmainitud tegevuste käigus kaasneda lisanduv oht keskkonnale puurkaevude lekkimisel või hiljem platvormi osade käitlemisel. Kõik see on andnud tõuke alternatiivide otsimisele nagu näiteks platvormide kas täielikult või osaliselt merre jätmine, leides neile uue funktsiooni.

Käesoleva magistritöö põhieesmärk on uurida töö lõpetanud avamere nafta- ja gaasiplatvormide ümberkavandamise ning uue funktsiooni andmise võimalusi alternatiivina nende merekeskkonnast eemaldamisele, kirjeldades sealhulgas nende tüüpilist elutsüklit, ehituslikke iseärasusi, võimalikku mõju keskkonnale ning enamlevinud tööst eemaldamise praktikaid. Analüüsitud on erinevaid lähenemisi alates täielikust merekeskkonnast eemaldamisest kuni erinevate projektideni nagu ümberehitamine hotellideks või muutmine tuule-, laine-, päikese- ja soojusenergia jaamadeks. Teemast tulenevalt on uuritud ka merekeskkonna, seal pikema aja vältel viibimisel kaasneva isolatsiooni ja maismaast eemaloleku mõju inimesele nii sotsiaalsest kui psüühilisest aspektist. Uurimusele tuginedes on käesoleva arhitektuuri eriala magistritöö ülesanne kavandada Itaalia rannikuvetes asuvale endisele gaasiplatvormile veemuuseum ja teaduskeskus.

Võtmesõnad: arhitektuur, nafta- ja gaasiplatvormid, Aadria meri, magistritöö

ABSTRACT

Thousands of offshore oil and gas rigs are about to be decommissioned in the coming decades. Removing those structures from the marine environment is a difficult and expensive task comprising of sealing the wells, dismantling the platform, transporting it to the shore and returning the seabed to its former state. In addition to the complexity of said activities, there is an additional risk to the environment from possible leaking wells or later handling parts of the platform. All this has given impetus to the search for alternatives, such as leaving platforms in whole or in part at sea, finding them a new function.

The main objective of this master's thesis is to explore the possibilities of redesigning and reprogramming offshore oil and gas platforms as an alternative to their removal from the marine environment, describing their typical life cycle, structural features, potential environmental impacts and common decommissioning practices. Various approaches have been analyzed, ranging from complete removal from the marine environment to various projects such as conversion into hotels, marine research facilities or power plants to generate wind, wave, solar and thermal energy. Due to the topic, the impact of the marine environment, isolation during long-term stay and absence from land on humans from both social and psychological aspects has also been studied. Based on the study, a water museum and research center have been designed on the former gas platform off the coast of Italy.

Keywords: architecture, oil and gas rigs, Adriatic sea, master's thesis

I OSA
TEOORIA

SISSEJUHATUS

Inimese jaoks on avameri olnud müstiline piir läbi aegade. Piir, mis eraldab võõraid maid, peites enda taga senitundmatut, kättesaamatut. Selle piiri kompamine on olnud meile loomuomane, otsides merelt toitu, uusi maid, rahvaid, lühemaid kaubateid.

Inimkonna aina suurenev energiavajadus on viinud meredest ja ookeanidest ressursside ammutamiseni nafta, gaasi ja muude maavarade näol. Naftatoorme ammutamine merepõhjast on kallis, keeruline ja keskkonnaohtlik tegevus ning nafta kasutamise tagajärjel atmosfääri paiskuv süsihappegaas suur keskkonnaprobleem. Vaatamata sellele moodustab nafta ikka veel suurima osa kogu maailma energiasektorist (Enerdata, 2019).

Probleemipüstitus ja eesmärk

Kuigi nafta tootmiseks kasutatav tehnoloogia on arenemas, muutumas efektiivsemaks ja ka keskkonnasäästlikumaks, vaadatakse maailmas aina rohkem jätkusuutlikumate, taastuvate energiaallikate poole nagu päikese- ja tuuleenergia. On selge, et nafta osakaal maailma energiasektoris väheneb tulevikus märgatavalt. See aga toob kaasa tuhandete töö lõpetanud platvormide tekkimise järgmiste kümnendite jooksul. Juba praegu lõpetab aastas tegevuse mitusada puurplatvormi üle maailma (BOEM, 2007). Iga nafta- ja gaasiplatvorm jõuab teatud aja möödudes seisu, kus puurkaevust ressursside ammutamine ei ole enam majanduslikult tasuv. Enamasti on nafta- ja gaasitootjad seadusega kohustatud peale platvormi töö lõpetamist selle merekeskkonnast täielikult eemaldama. Tööst eemaldamise protsess hõlmab endas tavaliselt kaevude sulgemist, platvormi lahtivõtmist, selle kaldale toimetamist ning merepõhja endise seisukorra taastamist. Sügavamatest vetest platvormide eemaldamine on aga keeruline ning kallis. (Callahan & Jackson, 2014) Enamasti panustavad töö lõpetanud platvormide kõrvaldamisse ka riigid, kas otseselt või kaudselt läbi investeeringute. Näiteks Ühendkuningriigi Põhjamere sektoris oli 2016. aastal järgmise 30 aasta (kuni 2040) ennustatav nafta- ja gaasiplatvormide tööst eemaldamise kulu maksumaksjale 30-75 miljardit naela (34-85 miljardit eurot) (Todd, Warley & Todd, 2016). Töö lõpetanud nafta- ja gaasiplatvormide merekeskkonnast eemaldamisest on saanud miljardiäri, pakkudes tuhandeid töökohti (Hurst, 2019). Kuid kas nende eemaldamiseks kuluv energia ja võimalik lisanduv keskkonnakahju on ennast õigustav?

Käesoleva magistritöö eesmärk on uurida töö lõpetanud nafta- ja gaasiplatvormidele uue funktsiooni andmise võimalusi, alternatiivina nende merekeskkonnast eemaldamisele. Teooriaosale toetudes on loodud arhitektuurne projektlahendus Itaalia rannikuvetes asuvale töö lõpetanud gaasiplatvormile, kavandades selle ümber veemuuseumiks ja teaduskeskuseks.

Metoodika

Töös on analüüsitud naftaplatvormide tüüpilist elutsüklit, nende poolt põhjustatavat majanduslikku, keskkondlikku ja poliitilist mõju ning seniseid praktikaid nende tööst eemaldamisel. Juhtumiuuringuna on läbi töötatud mitmeid olemasolevaid näiteid mahajäetud meres asuvatest platvormidest ja muudest sarnastest rajatistest, millele on uus funktsioon antud. Uuritud on erinevaid visioone ja juba läbiproovitud praktikaid platvormidele uue elu andmisest.

Töö struktuur

Käesolev magistritöö koosneb kahest osast – teoreetilisest uurimusest ja projektlahendusest.

Teoreetiline osa annab ülevaate probleemi ulatusest ja senisest käsitlusest läbi erinevate uurimuste ning projektide analüüsi. Teises osas on esitatud arhitektuurne projektlahendus, kus on teooriaosa järeldustele tuginedes endisele gaasiplatvormile kavandatud veemuuseum ja teaduskeskus.

Mõisted, lühendid

Riffeerimine (autori tõlge), RTR (Rigs-to-Reefs) - tööst kõrvaldatud naftaplatvormide veealuse osa sihipärane muutmine elupaigaks mereelukatele.

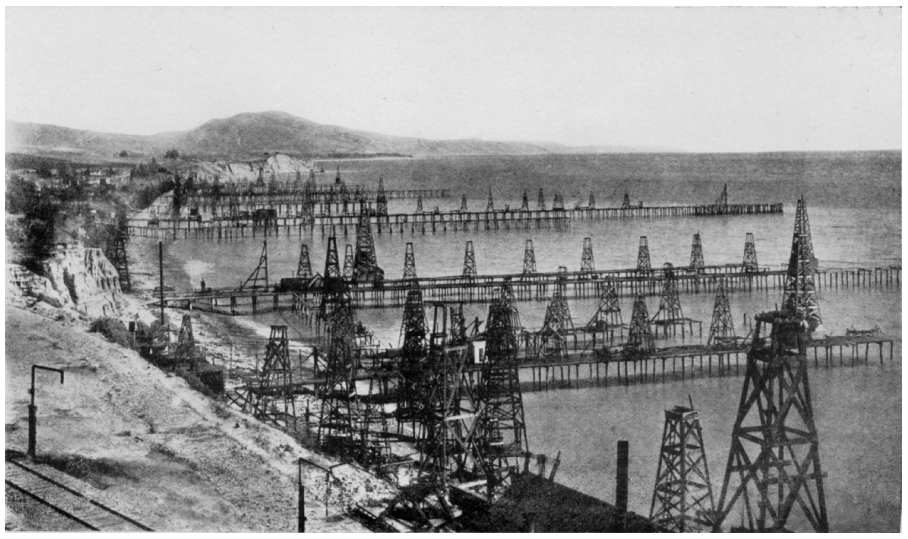
Seasteading – idee/liikumine, mis näeb ette inimesele püsivate elupaikade loomise merele. (Seasteading, 2020)

UNCLOS (United Nations Convention on the Law of the Sea) – ÜRO mereõiguse konventsioon

UKCS (United Kingdom Continental Shelf Act) – Suurbritannia mandrilava seadus

AVAMERE NAFTA- JA GAASITOOTMISE AJALUGU

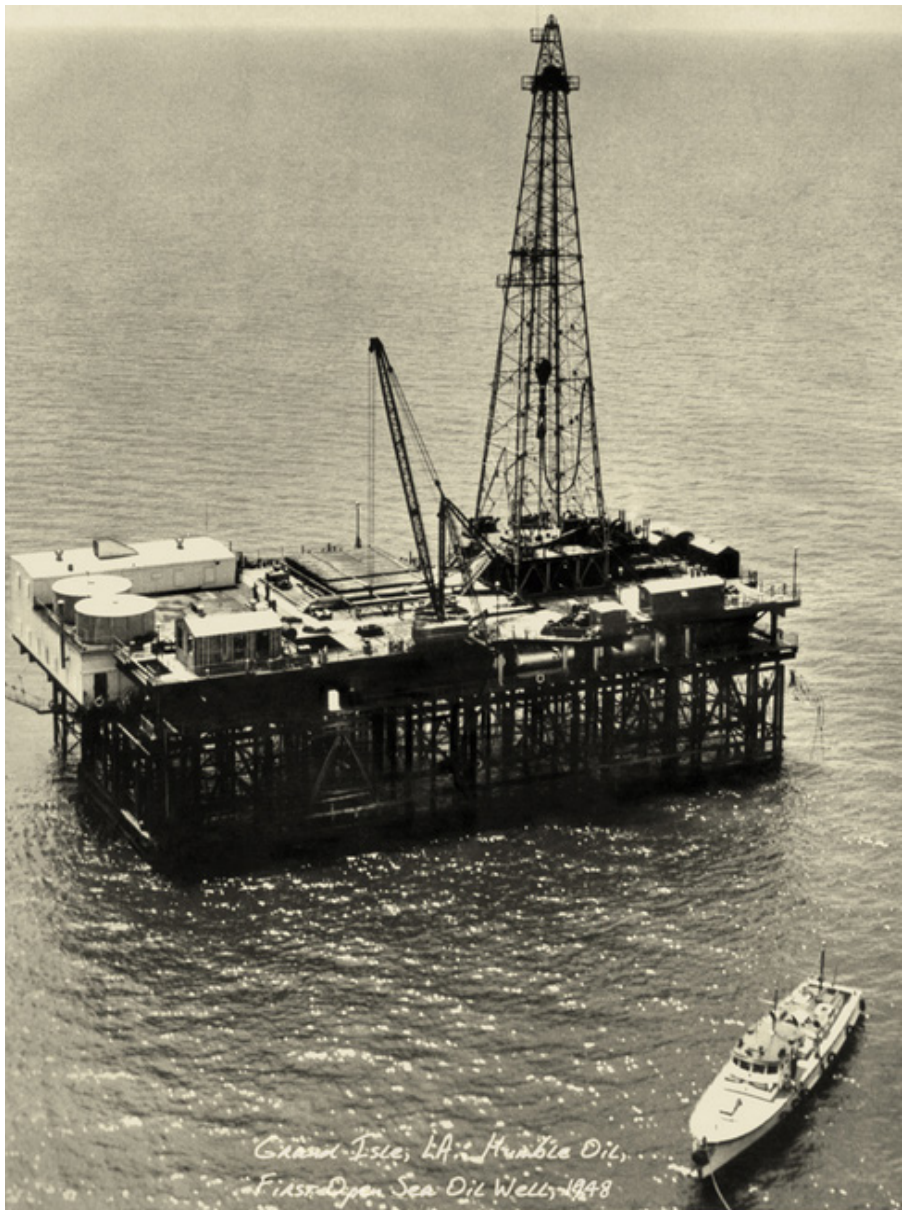
Merepõhjast nafta- ja gaasi otsimine sai alguse USA-s, kus 1890-ndatel tehti esimesed puuraugud kaldaäärsetelt puitkaidelt (vaata Joonis 1). Järk-järgult liikus puurimine kaldast kaugemale ning 1930-ndatel võeti kasutusele liigutatavad praamid, mis kujutasid endast lihtsaid aluseid, millele oli paigaldatud vajalik puurimistehnika. 1938. aastaks oli Mehhiko lahte püstitatud esimene merepõhja kinnitatud naftapuurtorn (vaata Joonis 2), asudes kaldast juba 2,4 km kaugusel. Nafta- ja gaasi tootmine sai suurema hoo sisse II maailmasõja ajal, mil sõjategevuse tõttu nõudlus kasvas ning puurtorne hakati paigaldama juba ka sügavamatesse vetesse. 1949. aastaks oli Mehhiko lahes juba 11 nafta- ja gaasimaardlat, koosnedes 44-st puuraugust. (National Academies of Sciences, Engineering and Medicine, 2016)



Joonis 1. Ühed esimesed naftapuurtornid Californias, u. 1901. (NOAA)

Euroopas paigaldati üks esimesi naftaplatvorme Itaalias 1959. aastal, kuhu lisandus majandusbuumile järgnevalt veel 200 erinevat platvormi (Proximity Island). Põhjameres algas puurimistegevus peale 1964. aastat kui kuulutati välja Suurbritannia mandrilava seadus (UKCS), mis lubas nafta- ja gaasi otsimise Põhjameres (Larminie et al., 1987). Põhjamerest nafta ja gaasi leidmisesse suhtuti algusaegadel skeptiliselt, kuid tänaseks moodustab sektor suure osa kogu maailma toodangumahust.

Nafta- ja gaasitööstuse algusaegadel iseloomustas sektorit tohutu risk, kuid ka sellega kaasneda võiv suur rikastumisvõimalus. Tööstust kontrollivaid seadusi ja regulatsioone oli vähe ning ohutuse tagamine ei olnud prioriteet. Lisaks karmidele ilmastikutingimustele avamerel, oli kasutatav tehnika suuresti veel katsetusjärgus ja ohtlik, põhjustades vigastusi ning paljude tööliste surma (National Academies of Sciences, Engineering and Medicine, 2016). Peale teist maailmasõda on avamere nafta- ja gaasisektor tänu pidevalt kasvavale nõudlusele kiirelt arenenud, töötades välja järjest efektiivsemaid, paindlikumaid, keskkonnasõbralikumaid ja ohutumaid tehnoloogiaid. Naftat ja gaasi ollakse võimelised ammutama üha sügavamatest vetest kuhu varem ligipääs puudus. Siiski ei ole me pääsenud keskkonnakatastroofidest. Näiteks Deepwater Horizon'i õnnetus 2010. aastal, mil kuid kestnud lekke käigus umbes 53 000 barrelit (1 barrel=159 l) naftat iga päeva jooksul ookeanisse voolas, tappes kümneid tuhandeid kalu, linde ja imetajaid (Kaushik, 2020). Eelmainitud õnnetus on ajendanud looma täiendavaid riiklikke ja rahvusvahelisi regulatsioone ning seadusi, mis sunnivad tootjaid üha rohkem vastutust võtma nii keskkonna kui ka oma töötajate ohutuse eest, et vältida sarnaseid katastroofe tulevikus.



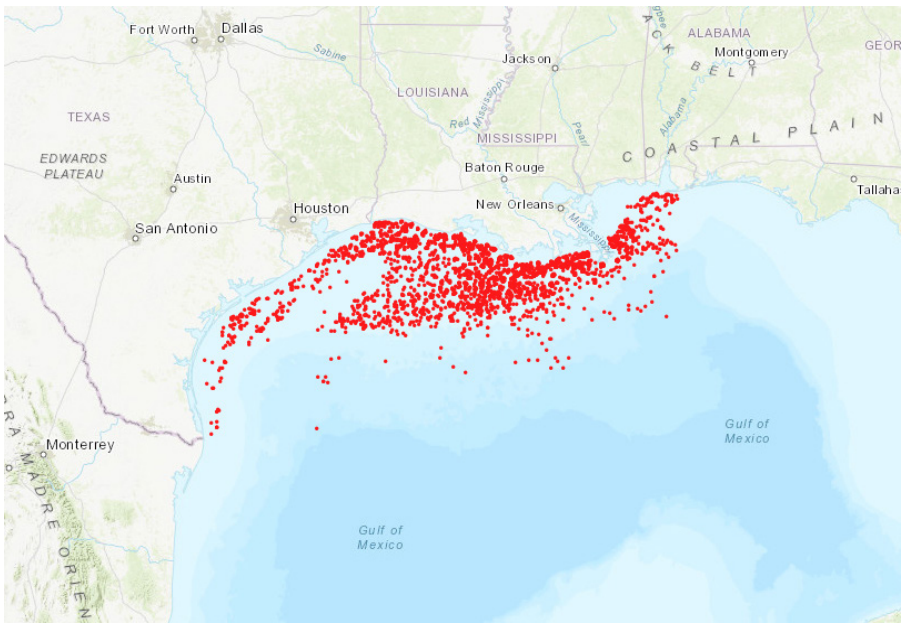
Joonis 2. Üks esimestest vette paigaldatud platvormidest. (NOAA)

NAFTA- JA GAASITOOTMISE STATISTIKA

Üle maailma on umbes 6000 avamere platvormi, mis ammutavad mere- ja ookeanipõhjast naftat ja gaasi (Bull & Love, 2018). Puuraugud võivad olla kuni 2700 m sügavusel vee all (Offshore, 2008), paiknedes lähimast kaldast 1-200 km kaugusel (Bull & Love, 2018). Naftat ja gaasi tootvaid platvorme on paigaldatud Aasia, Lähis-Ida, Vahemere, Aafrika, Põhja- ja Lääne-Euroopa, Austraalia, Uus-Meremaa, Lõuna-Ameerika, Mehhiko, Põhja-Ameerika ja Kanada rannikuvetesse (Bull & Love, 2018). USA vetes on ligikaudu 3700 aktiivset nafta- ja gaasirajatist (BSEE a), millest umbes 1800 asub ainuüksi Mehhiko lahes (BSEE b) (vaata Joonis 3).

Enerdata andmetel moodustas toornafta tootmine 2018-ndal aastal kogu maailma energiasektorist 32%, ehk suurima osa. Naftale järgnesid kivisüsi (26%) ja gaas (23%) (Enerdata, 2019). Nafta tootmise osakaal on aastate jooksul olnud kõikuv (OECD, 2019), sõltudes paljudest teguritest nagu riikidevaheline poliitka, uute naftamaardlate leidmine ja sellest tulenev naftatoorme kättesaadavus ning turuhind. Taastuvate energiaallikate osakaal on aga aasta-aastalt järjepidevalt tõusnud (OECD, 2019), olles seoses ülemaailmse kliimapoliitikaga järjest enam toetatud. Nafta- ja gaasipuurimine on muutumas järjest efektiivsemaks ning liikumas sügavamatesse vetesse, mille tulemusel jääb ka rohkem kasutuse lõpetanud platvorme madalamatesse vetesse (Satterlee et al., 2018).

Viimase kahe aasta jooksul on kogu maailma aktiivsete avamere nafta- ja gaasiplatvormide arv vähenenud 0,58% aastas (Knoema, 2020). Nendele andmetele tuginedes võib ennustada, et tulevikus väheneb naftatootmise osakaal veelgi, tuues kaasa üha enamate kasutuseta platvormide tekke avamerel.



Joonis 3. Naftaplatvormide suur kontsentratsioon Mehhiko lahe lääneosas. (Gulf of Mexico Data Atlas)

NAFTA- JA GAASIPLATVORMIDE EHITUSLIKUD ERIPÄRAD

Avamerre paigaldatakse tehissaari ja muid rajatisi erinevatel eesmärkidel – merelinnad, tööstustaristud, kalafarmid, transporditerminalid, sidejaamad, sõjaväebaasid, teaduslikud uurimiskeskused, paigaldised looduslike ressursside leidmiseks ning nende ammutamiseks (Esmaeili, 2001). Viimaste hulka kuuluvad ka nafta- ja gaasiplatvormid. Järgnev peatükk annab ülevaate erinevatest avamere platvormi tüüpidest ning nende konstruktiivsetest eripäradest. Platvormide konstruktiivsetest omadustest sõltub suuresti nende eemaldamise keerukus ja ka võmalikud taaskasutamise viisid.

Põhilised tüübid

Avamere nafta- ja gaasiplatvormid liigituvad laias laastus kaheks – mobiilsed (ujuvad) ning fikseeritud (merepõhja toetuvad) üksused. Avamere platvormide põhilised tüübid on toodud Joonisel 4.

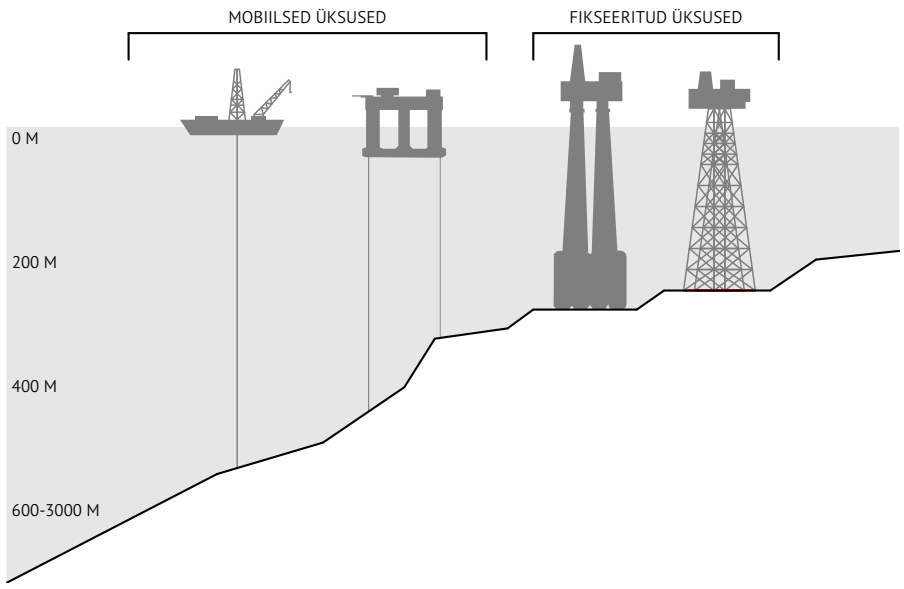
a) Mobiilsed üksused

Mobiilsete üksuste all mõeldakse puurlaevu ning pool-sukeldatavaid liigutatavaid aluseid, mis ei toetu merepõhja, kuid võivad olla kindlas asukohas püsimiseks ankurdatud (Al-Azani, 2014). Tänapäeval kasutatakse üha enam just mobiilseid platvorme, sest need on võrreldes fikseeritud platvormidega paindlikumad ning võimaldavad puurida sügavamates vetes. Nende üksuste merekeskkonnast eemaldamine pole reeglina probleem ja tänu mobiilsusele on neid võimalik kasutada mitmeid kordi erinevates kohtades. Keeruliseks võib aga osutuda platvormide käitlemine eluea lõpus, mil need viiakse lahtivõtmiseks kaldale. Platvormid on loodud vastu pidama karmidele tingimustele, mistõttu on nende osadeks võtmine ning lammutamine samuti raske (Neilson, 2016).

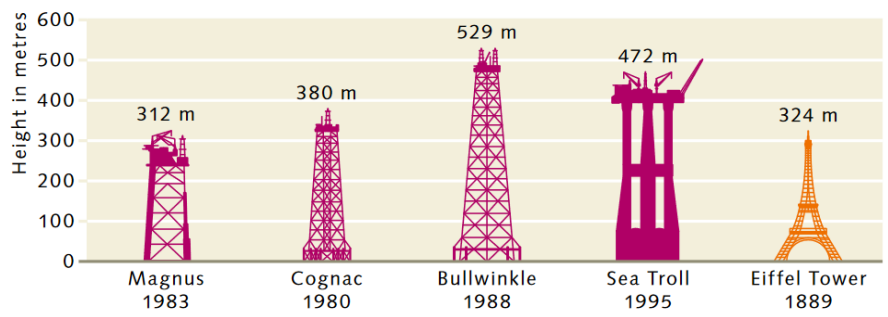
.

b) Fikseeritud üksused

Fikseeritud platvormid on merepõhja toetuvad ning olenevalt nende sügavusest ning ehitusest võib nende liigutamine ja eemaldamine olla keerukas. Toetav konstruktsioon võib olla nii terasest kui betoonist. Sügavamates vetes võib paljude platvormide aluskonstruktsioon olla väga massiivne - kogukõrgusega, mis on võrreldav näiteks Eiffeli torniga (vaata Joonis 5). Kogu aluskonstruktsioon ehk platvormi jalad ehitatakse tüüpiliselt valmis kaldal ning pukseeritakse laevadega hiljem kohale (Joonis 6). Pidades rinda pistma tuule, hoovuste, soolase merevee ja muude karmide oludega, ehitatakse platvormid tugevamad kui tavaolukorras vajalik oleks, sest muutlikke olusid merekeskkonnas on keeruline täpselt ette ennustada.



Joonis 4. Avamere nafta- ja gaasiplatvormide peamised tüübid. (Autori joonis)



Joonis 5. Fikseeritud nafta- ja gaasiplatvormide võrdlus Eiffeli torniga. (Maribus, 2014)

Joonis 6. Naftaplatvormi alustorni ehitus California rannikul. (Bull & Love, 2018)

Nafta/gaasiplatvormi tüüpilised osad

Andmaks ülevaadet avamere platvormi ehitusest on järgnevalt välja toodud selle tüüpilisemad osad ning nende funktsioon (vaata Joonis 7):

1 Kere – kogu veepealne aluskonstruktsioon, millele paigaldatakse vajalikud moodulid

2 Energiavarustusmoodul – tüüpiliselt diisli- või gaasigeneraator, kuid tänapäeval varustatakse platvorme ka veealuste kaablite abil kalda elektrivõrgust või taastuvate energiaallikatega nagu avamere tuulegeneraatorid.

3 Majutusmoodulid – konteinerilaadsed majutusüksused, mis olenevalt platvormi suurusest pakuvad majutust paarikümnele kuni mitmesajale töölisele.

4 Puurimismoodul / puurtorn

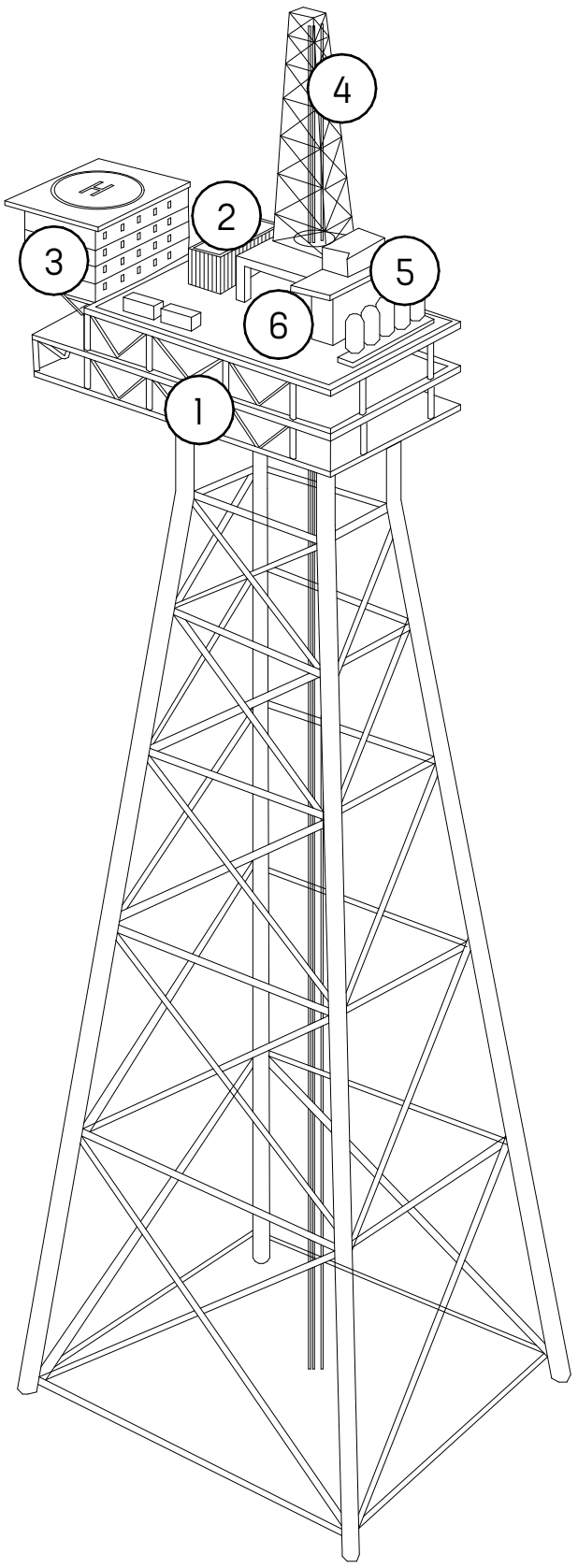
5 Töötlusmoodul – sisaldab seadmeid toornafta või gaasi töötlemiseks. Tihti seguneb toormega ka merevesi ja muud soovimatud ained, mis hiljem filtrite abil eemaldatakse.

6 Põhidekk – põhiline tööala, millelt on ligipääs kaevupeadele ja puurseadmetele.

Enamus nafta- ja gaasiplatvormide osi on modulaarsed, et need oleks vajadusel lihtsasti välja vahetatavad.

Energiavarustus avamerel

Puurimistegevus üksi on juba väga energianõudlik, kuid lisaks tuleb pidevalt elektriga varustada ka juhtimissüsteeme ning majutusmooduleid. Nafta- ja gaasiplatvormide energiavajadus võib olla kümme kuni mitusada megavatti (Oliveira-Pinto et al., 2019). Platvormi energiaga varustamiseks kasutatakse kõige tüüpilisemalt diisli- või gaasigeneraatoreid. Generaatorid peavad vastu pidama karmidele ja muutlikele keskkonnaoludele ning samas vajama vähe hooldust. Kasutatakse materjale, mis peavad vastu temperatuurikõikumistele, soolasele veele ja niiskusele. (Power Management Options for Offshore Oil & Gas Rigs) Gaasigeneraatorite kasutamine on enamlevinud, sest naftatoorme puurimisel on üheks kõrvalsaaduseks gaas, millel muidu palju kasutust ei oleks. Gaasi ja diisli põletamise negatiivseks küljeks on suur CO2 emissioon.



Joonis 7. Platvormi osad (Autori joonis, põhineb allikal Bull & Love, 2018)

Kui platvorm asub piisavalt lähedal kaldale, võib olla mõistlik seda elektriga varustada kaldalt veetud veealuste kaablite abil. Selline elektrivarustus on töökindlam, see eest aga kaablite rajamine on võrreldes gaasi- või diisligeneraatorite kasutamisega palju kulukam. Põhjameres on pikim veealune kaabel veetud maardlani, mis asub kaldast tervelt 292 km kaugusel (Oliveira-Pinto et al., 2019). Selline investeering on tasuv kui maardlas on kindlakstehtud suured varud.

Norras on plaanitud üha rohkem platvorme varustada taastuvate energiaallikatega. See on mõistlik, kui maardlad ja tuulepargid asuvad lähestikku. Olenevalt tuulepargi suurusest ja väljundvõimsusest võib see platvormi energiavajaduse kas osaliselt või tervenisti ära täita. Ainsaks probleemiks on tuuleenergia ebastabiilsus, mistõttu peavad endiselt kasutusel olema ka varugeneraatorid.

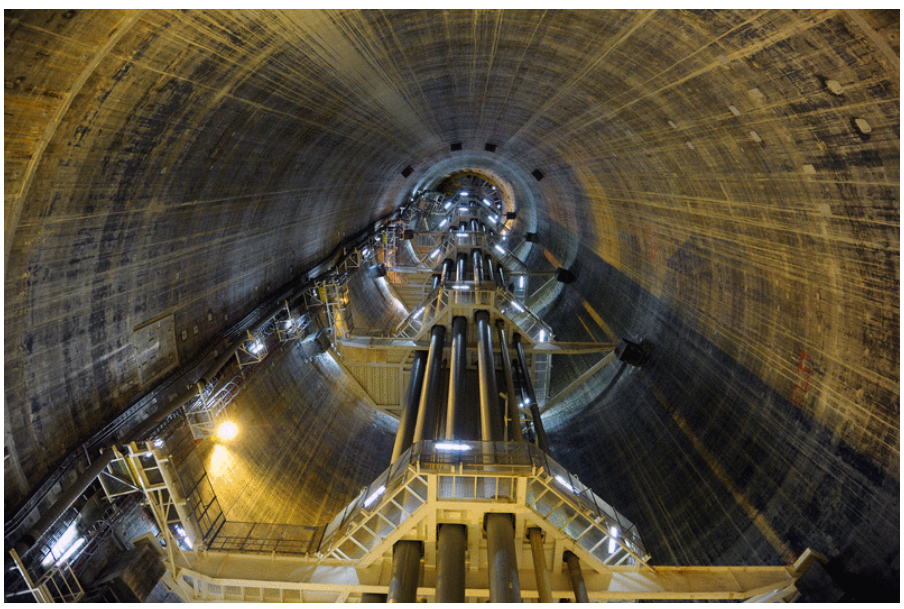
Uuritud on ka laineenergia potentsiaalset kasutust nn. energiapoide näol, mis genereerivad elektrit lainete üles-alla liikumisest. Kuigi see ei tooda piisavalt palju energiat kogu platvormi tarbeks, võib seda kasutada vähemnõudlike mõõte- ja juhtimissüsteemide töös hoidmiseks.

Massiivseimad paigaldised

Norra vetes asub suurim betoonist platvorm kogukõrgusega 472 m. Troll A gaasiplatvorm valmis 1997. aastal ühes Norra fjordis ja pukseeriti hiljem mitusada kilomeetrit kaugemale oma praegusele kohale Põhjameres (vaata Joonis 7). Kusjuures tegemist on senimaani suurima inimese poolt liigutatud objektiga maailmas. Massiivsed betoonjalad püsivad ballasti ning ankrute abil stabiilselt merepõhjas. Üle meetripaksuste seintega jalad on seest õõnsad ning täidetud õhuga (vaata Joonis 8). Sinna paigaldatud lift võimaldab töölistel lihtsalt ligi pääseda merepõhjas asuvatele puuraukudele, mis muidu oleksid täielikult vee all. (Patowary, 2013)

Vaatamata paljudele minevikus paigaldatud massiivsetele rajatistele, ei eelistata tänapäeval enam suuri fikseeritud platvorme. Avamere nafta- ja gaasitööstus on liikumas üha sügavamatesse vetesse ning ka suurema automatiseerimise suunas, mis muudab tootmise efektiivsemaks ja ohutumaks. Eelistatakse kasutada rohkem mobiilseid ja lihtsasti teisaldatavaid puurplatvorme- ja laevu, mis lõppkokkuvõttes tähendab väiksemat platvormide koguarvu. Probleemiks jääb aga vanade massiivsete platvormide tööst eemaldamine nende elueea lõpus.

Joonis 8. Troll A gaasiplatvormi pukseerimine – suurim inimese liigutatud objekt. (Twistedsifter, 2015)



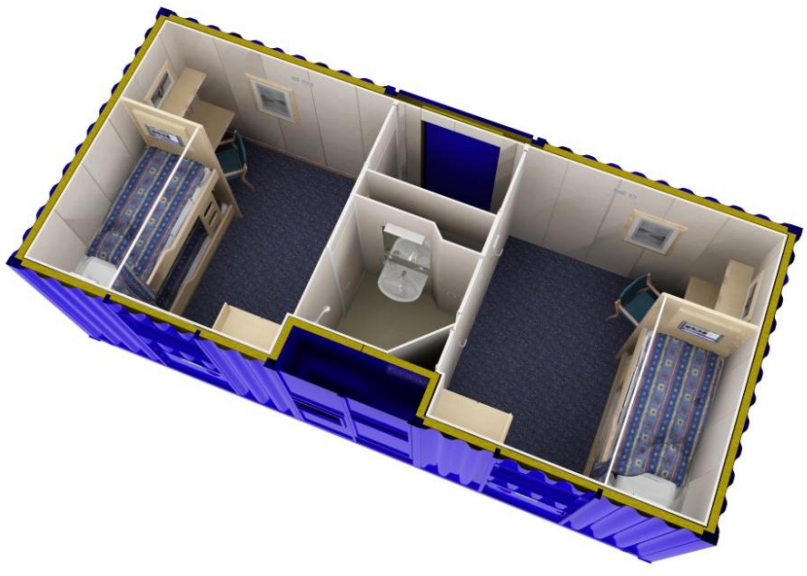
Joonis 9. Troll A betoonjala sisemus. (Equinor)

AVAMERE PLATVORMIDEL TÖÖTAMINE

Järgnevas peatükis on uuritud kuidas käib elu töötavatel avamere platvormidel, millised on isoleeritud asukohast avamerel ning vähesest ruumist tekkivad piirangud ja sellest tuleneva stressirikka keskkonna mõju seal viibivatele inimestele.

Suur osa süsteeme on tänapäeva nafta- ja gaasiplatvormidel automatiseeritud, kuid inimlik järelvalve ning vajadusel sekkumine on endiselt möödapääsmatu (“Can fully-automated drilling technology finally win over the offshore oil industry?”, 2016). Töötavatel platvormidel on tööajad tavaliselt 12 tunni pikkused, mis hõlmab endas nii päeva- kui öövahetusi (Parkes, 2007), sest platvorm peab töötama ilma pausideta. Avamere platvorm on kui veepealne linn, mis kunagi ei maga. Töö seal on ohtlik ja füüsiliselt ning vaimselt kurnav. Töö ajal kantakse kiivrit, kaitseprille, kaitseriietust, turvajalanõusid ja kõrvatroppe (Joboilrig.com). Transport platvormile toimub tänapäeval enamasti helikopteriga, sest see on kiireim ja ohutuim, arvestades, et paljud platvormid asuvad kaldast sadade kilomeetrite kaugusel. Platvormil veedetakse tavaliselt järjest 2-3 nädalat, mis vaheldub sama pika perioodiga kaldal (Parkes, 2007). Pikk maismaalt ja kodust eemalolek võib mõjuda vaimselt kurnavalt ning enim on kurdetud lähedastest eemaloleku pärast (Mette et al, 2017). Uusi töötajaid meelitatakse kõrgete palganumbrite, kompensatsioonide ja järjest paranevate elutingimustega (Joboilrig.com).

Joonis 10. Tänapäevased eluruumid avamere platvormil. (Almaco, 2020)



Joonis 11. Tüüpiline platvormil kasutatav konteinerelamu. (Oceanwavemarine.com)

Majutus

Tüüpiliselt elavad töölised kahe- kuni neljakohalistes kajutilaadsetes ruumides, kus magamiseks on narid. Uuematel platvormidel leidub ka üksikeluruume. Tänapäeval vastavad paljude platvormide majutustingimused hotellistandardile, olles varustatud ventilatsioonisüsteemi ja pesemisvõimalusega. Välisseinad on hea heliisolatsiooniga ja uksed tihedalt sulguvad, pakkudes kaitset tõusulainete ning tugevate tuulte eest (Oceanwavemarine.com). Kaugel avamerel puudub tavaline internetiühendus ja ka paljudel juhtudel telefonilevi, mistõttu kodustega suhtlemiseks on platvormidel spetsiaalsed satelliittelefonidega varustatud kommunikatsiooniruumid (Joboilrig.com). Hea sotsiaalne lävimine kaastöölistega on väga oluline, et elu ja töö kitsastes ning karmides tingimustes sujuks. Avamere töölised on täheldanud, et hea suhtlus kolleegidega on üks olulisemaid leevendavaid faktoreid stressirikkas keskkonnas töötamisel (Mette, et al, 2017). Platvormil elamine ja töötamine on sarnane meremehe eluga laevas - seal on vähe kaitset tugeva tuule ja külma eest ning

ilmastikutingimused võivad kaugel avamerel olla kohati väga karmid, muutes elu ja töö seal katsumusterohkeks.

Toitlustamine

Platvormil on kohapeal toimiv köök, mida varustatakse regulaarselt värskete toiduainetega. Köögis on eraldi meeskond, kes vastutab toidu valmimise ja toorainetega varustamise eest. Söökla on üldjuhul iseteeninduse ga. (“Oil rig life - what’s it like living on an offshore oil platform?”, 2019) Toit on saadaval ööpäevaringselt, sest päevasel ja öisel vahetusel ning erinevate ülesannetega töölistel on erinevad söögiajad (Lamb, 2008).

Vaba aja veetmise võimalused

Kuigi vahetused on pikad ja töölistel üldiselt palju vaba aega ei ole (Parkes, 2007), on siiski võimaldatud mitmed rekreatiivsed tegevused puhkeruumides, et töö- ja puhkeaega omavahel mingilgi viisil tasakaalustada. Tänapäevastel platvormidel on olemas jõusaal, saun, videomängud, filmivaatamise võimalus, internetiühendus ja satelliittelefonid (Wind Rose Network). Nafta- ja gaasitööstus on tänapäeval valmis töötajate heaolusse investeerima suuri summasid, sest ohtlikus ja stressirikkas keskkonnas peavad töötajad olema puhanud, et olla oma parimate võimete tasemel.

Ohutus ja evakuatsioon

Kuna platvormil on palju liikuvaid mehhaanilisi osi, suure surve all olev torustike süsteem ja lisaks sellele ümbritsev karm ilmastik, on seal töötades ohutus väga tähtsal kohal. Kõik töötajad peavad enne platvormile tööle asumist läbima vastava koolituse. Sama tähtis kui töötajate ohutus on ka võimalike lekete ja nendega kaasneda võiva suure keskkonnakahju ärahoidmine. Selleks kontrollitakse rutiinselt töötavaid seadmeid ja nende kulumisastet, kuid kuna muutuvaid keskkonnategureid on palju, võib endiselt tekkida ootamatusi. Erinevatel põhjustel võib olla vajalik evakuatsioon platvormilt - gaasileke, tulekahju, plahvatus, vaenulikud ilmastikuolud nagu orkaanid jne. Eelistatud on evakueerumine helikopteriga, sest see on kiireim ja ohutuim viis, kuid samas ka ühe miinusega - helikopterisse mahub korraga piiratud arv inimesi ning päästmine võib seetõttu viibida. Varuvariandina on platvormidel ka päästepaadid, kuid nende kasutamine halbade ilmastikuoludega on ohtlik, sest suured lained ja tugev tuul võivad paate vastu platvormi konstruktsioone paisata, muutes eemaldumise keeruliseks. Hea planeerimine on siin esmatähtis – olles kursis meteroloogiliste ennustustega on võimalik evakueeruda aegsasti enne vaenulike ilmastikutingimuste tekkimist. (Vatanparast, 2016)

NAFTA- JA GAASIPLATVORMIDE TÖÖST KÕRVALDAMINE - SENINE PRAKTIKA

Aegunud nafta- ja gaasiplatvormide tööst eemaldamine on hetkel tõusutrendis ning lähikümnenditel on oodata suurt eemaldamislainet kogu maailmas, sest tootmise lõppu ennustatakse mitmes suures nafta- ja gaasimaardlas. Ainuüksi Mehhiko lahes eemaldatakse aastas keskmiselt 100-150 platvormi (BOEM, 2007). Põhjameres oodatakse ligi 600 platvormi eemaldamist järgmise 30-40 aasta jooksul (Shell, 2016) ning Kagu-Aasias on 2030. aastaks ennustatud ligi 1500 platvormi töö lõppu (Joyce et al., 2020).

Platvormide tööst kõrvaldamine tähendab tüüpiliselt kõikide platvormipealsete tegevuste ja operatsioonide lõpetamist, mille käigus eemaldatakse platvorm merekeskkonnast, suletakse puuraugud ning viiakse merepõhi endisesse paigaldamiseelsesse seisukorda (Callahan & Jackson, 2014). Olenevalt platvormi ehitusest, puuraukude sügavusest, merepõhja seisundist, ilmastikuoludest ja muudest keskkonnatingimustest võivad need tegevused väga keerukad olla, seades ohtu nii tööliste elud kui ka ümbritseva keskkonna.

Eemaldamise eesmärgil käsitletakse platvormi kahes erinevas osas – veepealne osa ehk platvormi dekk ja veealune tugisüsteem. Mõlema osa eemaldamisesse lähenetakse erinevalt ning jagatakse eraldi etappidesse. Veepealne osa võetakse aluskonstruktsiooni küljest lahti ja tõstetakse kraanade abil spetsiaalsele alusele, mille abil see kaldale edasisele käitlemisele viiakse. Veealuse osa eemaldamisele võidakse läheneda mitmeti. Olenevalt konstruktsiooni suurusest ja sügavusest eemaldatakse see kas tervenisti või mitmes osas, mehaaniliselt ja lõhkeainete abil erinevaid osi üksteisest eraldades.

Joonis 12. VB 10 000 - spetsiaalne platvormide transportimiseks loodud kraanaga alus. (NOIA)

Riiklikud ja rahvusvahelised regulatsioonid

Esimene rahvusvaheline ettekirjutus aegunud avamere platvormide eemaldamiseks tehti läbi Genfi konventsiooni 1958. aastal, mis nõudis kõikide avamere rajatiste eemaldamist maardla eluea lõpus. See ettekirjutus asendati 1982. aastal ÜRO mereõiguse konventsiooniga (UNCLOS), mis lubas teatud tingimustel ka platvormide kas osaliselt või täielikult merre jätmise. Näiteks juhul kui täielik eemaldamine on väga kulukas ja tehniliselt keerukas, seades ohtu töölised ning keskkonna, võib vastutav valitsus lubada osalise merrejätmise. Londoni konventsiooniga 2000. aastal seati mitmeid suuniseid avamere platvormide hilisemaks käitlemiseks ja taaskasutuseks, soovitades muuhulgas analüüsida nende potentsiaalset mõju merekeskkonnale, seda nii merre jätmisel kui

eemaldamisel, võimalike reoainete kindlakstegemist, keskkonnareostuse vältimiseks vastava plaani tegemist jne. Eelmainitud seadusandlikud raamistikud ei ulatu aga näiteks Kagu-Aasiasse, kus avamere rajatiste tööst eemaldamine on riiklikult vähe kontrollitud, kuid kus lähikümnenditel on oodata üle tuhande platvormi aegumist. (Joyce et al., 2020)

Riffeerimine

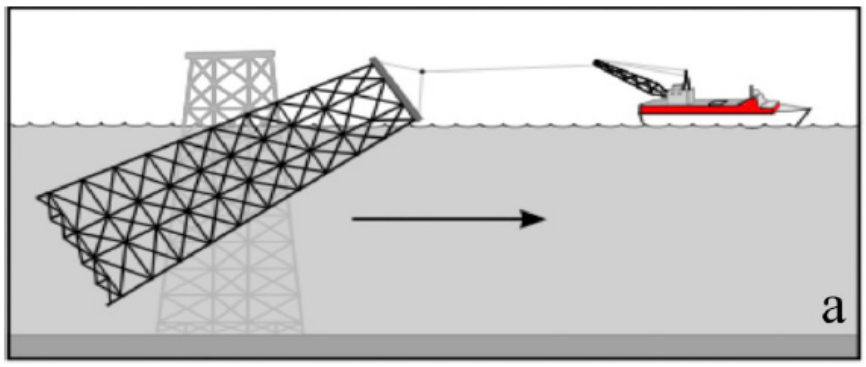
Platvormide eemaldamiseks kasutatakse vee alust lõhkamist ja mehaanilisi võtteid, purustamaks suuri metallist ning betoonist osi. Selline teguviis saab paratamatult saatuslikuks kalade ja selgrootute populatsioonidele, kes on end platvormi veealustele osadele aja jooksul sisse seadnud. (Bull & Love, 2018)

Veealuse elukeskkonna säilitamise eesmärgil on võimalik ühe alternatiivina platvormi veealune osa jätta merre, kui selgub, et platvormi eemaldamisel tekkiv keskkonnakahju on suurem kui merre jätmisel. USA-s on selle jaoks loodud riiklik programm nimega Rigs-to-Reefs (RTR). Riffeerimine on olnud kõige levinum Mehhiko lahes, kus on sellele riiklikule programmile allutatud 11% töö lõpetanud platvormidest. (Bull & Love, 2018) Nafta- ja gaasimaardlate läheduses võib olla kalu 20-50 korda rohkem kui ümbritsevates vetes, sest platvormide veealused jalad pakuvad elupaiku ja kaitset hoovuste eest (BOEM, 2007).

Kuigi veealuste osade merre jätmisel säiluvad elupaigad, on sellel ka omad miinused – konstruktsioon jääb merepõhja risustama ja lagunedes võib see keskkonda endiselt kahjulikke aineid paisata. Samuti on küsitav kas kunstlike elupaikade loomine mõjub hästi juba väljakujunenud ökosüsteemi tasakaalule.

Platvormi veealuse osa riffeerimiseks on kolm põhilist viisi (vaata Joonis 14):

a) Pukseerimine uude asukohta
b) Külili lükkamine
c) Osaline eemaldamine ning paigaldamine uude asukohta



Joonis 14. Riffeerimise viisid. (Bull & Love, 2018)

Joonis 13. Mereelu mahajäetud naftaplatvormi ümber Mehhiko lahes. (BSEE)

NAFTA- JA GAASIPLATVORMIDE TAASKASUTUSE VÕIMALUSED

Taastuvatele energiaallikatele üleminekuga väheneb tulevikus fossiilsete kütuste osakaal ning sellega ka naftaplatvormide vajadus. Nagu juba eelmisest peatükist selgus, on ennustatud, et järgmiste kümnendite jooksul kuulub tööst eemaldamisele tuhandeid platvorme üle maailma. Kuid võib küsida kas nende eemaldamiseks kuluv energia on ennast õigustav? Enamasti oleneb see paljudest teguritest nagu platvormi asukoht, ehitus ja mõju keskkonnale. Igal juhul peaksime otsima alternatiivseid lahendusi ja olema avatud uutele ideedele, sest nende eriline asukoht avamerel pakub palju erinevaid võimalusi.

Oma tugeva visuaalse kohaloluga ei jää nafta- ja gaasiplatvormid rannikualadel kindlasti märkamatuks. Oma vormini on nad jõudnud läbi aastakümneid kestnud ohtliku katseeksitusmeetodi rakendamise ja pideva naftatööstuse surve tagajärjel, mida omakorda on survestanud meie ühiskonna üha suurenev energianälg. Puurplatvormi iga osa on praktiline ja hädavajalik, ükski detail pole ülearune. Rannikualadel võivad nad oma robustsusega olla aga liigseks visuaalseks müraks horisondil, saades nii tihti paljude pahameele ohvriks, rääkimata võimalikust keskkonnakahjust. Kuid millised oleksid parimad alternatiivid nende eemaldamisele?

Enne avamere platvormi uuel eesmärgil kasutuselevõtmist või ümberehitamist peaksime arvesse võtma järgmisi omavahel tihedalt seotud tegureid:

- Platvormi asukoht

Platvormi paiknemine – kaugus kaldast, sellest tulenev transpordi viis ja kiirus, varustamine vajalike ressurssidega, külastatavuse võimalik tihedus ja alalise elamise võimalikkus/mõistlikkus.
Looduskeskkond – vee sügavus, ökosüsteemi kooslus, sobivus mereuuringuteks, sobivus sukeldumiseks, taastuvenergia ammutamise potentsiaal.
Asukoha kliima - temperatuurikõikumised, sademete hulk, peamine tuule suund ja tugevus, orkaanioht, lainete kõrgus.

- Konstruktiivsed eripärad

Konstruktsiooni tüüp; kandevõime; vanus; ennustatav eluiga; lisakonstruktsioonide vajalikkus; pukseerimise võimalikkus; mõju keskkonnale merre jätmisel/eemaldamisel.

- Energiavarustus

Olemasolev energiavarustus (kui on) - väljundvõimsus, töökindlus, keskkonnasäästlikkus. Taastuvenergia ammutamise potentsiaal – päikese-, tuule-, laineenergia jms.

- Tasuvus (kulukalkulatsioonid)

Uue funktsiooni andmise/ümberkavandamise majanduslik tasuvus, sh. rajatise ülalpidamiskulud. Võrrelda tuleks ka platvormi eemaldamise kulu selle ümberkavandamise omaga. Siinjuures tasuks hoolikalt analüüsida võimalikku mõju keskkonnale platvormi merre jätmisel, sest keskkonnakahju vältimine võib osutuda olulisemaks majanduslikust tasuvusest.

Eelmainitud teguritele tuginedes on võimalik kindlaks määrata, milline uus funktsioon oleks kõige mõistlikum või kas konkreetse platvormi uuel eesmärgil kasutuselevõtt on ennast üldse õigustav. Mõned nendest teguritest võivad olla ka muutuvad, näiteks on mõnda platvormi võimalik pukseerida optimaalsemasse, tema uut funktsiooni paremini teenivasse asukohta. Seda tehakse näiteks platvormi riffeerimisel, kui veealuseid elupaiku tahetakse luua eemale platvormi algsest asukohast.

Töö lõpetanud nafta- ja gaasiplatvormide ning muude avamerel asuvate tööstusehitiste ümberehitamine ja uuel otstarbel kasutuselevõtmine ei ole sugugi uus mõte ning selleteemalisi projekte on olnud mitmeid. Järgnevalt on analüüsitud erinevaid näiteid ümberehitatud tööstusrajatistest avamerel, millele on suudetud anda uus funktsioon. Uuritud on nende saamislugu, kaasnenud probleeme ning avamerel paiknemise plusse ja miinuseid.

Taastuvenergia jaamad (Taani)

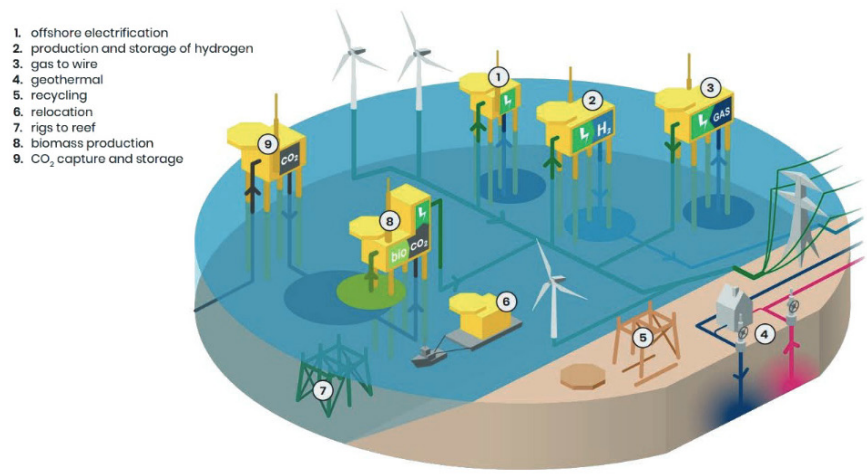
Avameri pakub palju veel suuresti kasutamata võimalusi taastuvenergia tootmiseks. Tuul, päikesekiirgus, temperatuurierinevused, lained ja hoovused - kõike on tänapäeva tehnoloogiaga võimalik energiaks muundada. Selleks on aga vaja vastavat taristut, mille rajamine on kallis. Seetõttu on töö lõpetanud nafta- ja gaasirajatiste sellel eesmärgil taaskasutamine päevakorda tõusnud. Läbi selle saavad fossiilkütuste tootjad anda oma panuse taastuvenergia arengusse ning ühtlasi kokku hoida vanade rajatiste eemaldamise pealt.

Taani on maailmas taastuvenergia tootmises esirinnas - 30% kogu energiast saadakse taastuvatest allikatest ning 2030. aasta eesmärgiks on seatud juba 50% (Danish Ministry of Energy). Seetõttu suhtutakse ka nafta- ja gaasiplatvormide taaskasutusse täie tõsidusega, sest see aitab vähendada tööstuse poolt põhjustatud ökoloogilist jalajälge.

Teatud veepealsed tuulegeneraatorid vajavad toodetud elektri muundamiseks trafojaamu, mis tüüpiliselt paigaldatakse sarnaselt nafta- ja gaasirajatistele merepõhja toetuvatele fikseeritud jalgadele. Nende alajaamade nullist paigaldamine on aga suur kulu ning ühe lahendusena on kaalutud endiste nafta- ja gaasiplatvormide kasutamist. Ka see nõuab teatud investeeringut, kuid saavutatud kokkuhoid võib olla märkimisväärne. Nafta- või gaasiplatvorm tuleb vastavalt ümber ehitada ja paigaldada sellele vajaminevad seadmed ning ühendused, kuid see on oluliselt lihtsam täiesti uue taristu rajamisest. (Tawney, 2019)

On kindlaks tehtud, et mõnede Põhjameres asuvate nafta- ja gaasiplatvormide veealused mahutid sobivad CO2 ladustamiseks (Nextstep, 2019). Sellega lahendataks tööstuse kaks probleemi ühe hoobiga, sest nafta- ja gaasitööstus on ise üks suurimaid CO2 tekitajaid. Kuigi mainitud lahendused on teoorias teostatavad, muudab nende rakendamise keeruliseks vastava seadusliku raamistiku puudumine (Tawney, 2019).

Esimesena omataoliste seas on Taanis muudetud kasutuseta jäänud naftaplatvorm vesinikutootmisjaamaks. Projekti PosHYdon raames paigaldati olemasoleva elektriühendusega platvormile mereveest vesiniku tootmiseks mõeldud agregaat. Platvorm saab kogu oma energia tuulegeneraatoritest veealuste kaablite kaudu. Vesiniku transpordiks kaldale kasutatakse juba olemasolevaid gaasitorusid. Sellisel viisil vesiniku tootmine on täiesti puhas, paisates kõrvalsaadusena atmosfääri vaid mereveest eraldatud hapnikku. (Neptune Energy, 2019) Vesinikku kasutatakse toor- või abiainena näiteks keemia- ja metallitööstuses ning kütusena transpordivahendites ja küttesüsteemides. Vesiniku



Joonis 15. Nextstep'i nafta- ja gaasiplatvormide taaskasutamise plaan. (Tawney, 2019)

kasutamine võrreldes fossiilkütustega on väga keskkonnasäästlik, sest selle põlemisel ei teki ühtegi mürgist gaasi. (Hydrogen Europe)

Frying Pan Tower (USA)

Frying Pan Tower on USA-s Põhja-Carolina rannikust umbes 55km kaugusel asuv endine Rannikuvalve majakas (Joonis 16). 1960-ndatel ehitatud rajatis muutus 2004. aastal GPS-i ja radari kasutuselevõtul mittevajalikuks. Rajatis asub kaitse all oleva korallrahu piirkonnas, mistõttu selle kõrvaldamisest loobuti, kartes tekitada veealusele keskkonnale liigset kahju. 2010. aastal läks see eraomandisse ning muudeti uue omaniku poolt hotelliks. Kunagi majaka hooldustööliste jaoks mõeldud majutusüksusesse on loodud numbritoad, mis majutavad erinevaid külastajaid, alustades kohalike kaluritega ning lõpetades elamust otsivate turistidega. Peamised kohapealsed tegevused külastajatele on rajatise läheduses sukeldumine ja kalastamine. Hotellis on tagatud kõik mugavused nagu soe vesi, elekter ja ka internetiühendus. Põhiline elekter saadakse päikesepaneelidest, kuid varuks on olemas ka generaator. Vannitubades kasutatakse mahutitesse kogutud vihmavett. Pääs merehotelli toimub helikopteriga, mille jaoks on 24x24m suurune maandumisplatvorm. Praegused omanikud on huvitatud ehitise säilimisest ning plaanivad ka täielikku renoveerimist. Rajatise paiknemise tõttu avamerel, on see suurepärane paik mereelu vaatlemiseks. Olles igasugusest valgusreostusest piisavalt kaugel, avaneb platvormilt öösel selge ilmaga ka hea vaade tähistaevale. (Frying Pan Tower, 2020) Ehitis on üle elanud ka mitmeid orkaane ja seda suuremate kahjustusteta – vaid mõni minemalennanud päikesepaneel ja katkine aken (Clemmons, 2017). Antud juhtum on hea näide suurest huvist taoliste objektide vastu just nende erilise asukoha tõttu avamerel. Siiski nõuab sarnaste ehitiste ülalpidamine ning hooldus suuri kulusid, sest kogu eluks vajalik tuleb transportida kaldalt.

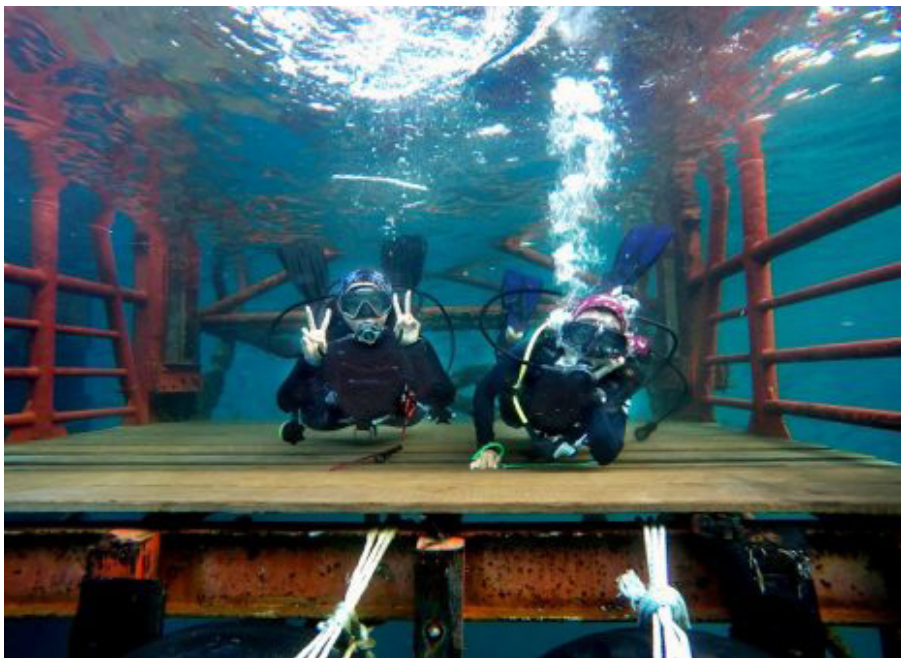
Joonis 16. Endine tuletorn Põhja-Carolina lähedal. (Frying Pan Tower)

Joonis 17. Sukeldumishotelliks muudetud naftaplatvorm. (Seaventures)

Sukeldumishotell Seaventures (Malaisia)

Borneo saarest umbes kilomeetri kaugusel Celebesi meres asuv platvorm on muudetud sukeldumiskooliks ning hotelliks (Joonis 17). Majutustingimused selllel on üsna askeetlikud, pakkudes magamiseks naridega sisustatud roostetavaid merekonteinereid, kuid sukeldajatele on see sellegipoolest huvipakkuv sihtpunkt. Platvormile on paigaldatud lift, mis viib sukeldujad otse veesügavustesse (vaata Joonis 18). See on mugav lahendus võrreldes tüüpilise paadilt sukeldumisega, millega kaasneb raske sukeldumisvarustuse vedamine. Kilomeetri kaugusel kaldast ei ole ka häirivaid putukaid. (Urbina, 2015)

Platvormi pukseeriti korduvalt ning kasutati erinevates kohtades nafta puurimiseks kuni selle tööst eemaldamiseni 1985. aastal, mil see viidi Singapuri laevatehasesse. Oma praeguses asukohas on platvorm olnud 1997. aastast, olles aja jooksul muutunud elupaigaks paljudele kaladele ja muudele mereelukatele. (“The History of Seaventures Dive Rig”)



Joonis 18. Sukeldujaid vee alla viiv lift. (Seaventures)

Sealand

Ühendkuningriigi lähedal Põhjameres asub kunagine rannakaitserajatis, mis paigaldati 1940-ndatel ühena viiest merekindlusest kaitsma Thames'i jõesuuet sakslaste eest (Joonis 19). Platvorm on umbes kahe tenniseväljaku suurune ning oli sõjaajal mehitatud üle saja briti sõduriga, kes olid varustatud suurte õhutõrjerelvadega. Peale sõda jättis Briti kuninglik merevägi selle rajatise maha ja see vajus unustusehõlma. (Urbina, 2019)

Joonis 19. Endine Briti kaitserajatis "Sealand". (Patowary, 2014)

Antud juhtumi teeb huvitavaks selle kirev ajalugu, mille käigus kuulutati see iseseisvaks mikroriigiks. Kuigi selle iseseisvus ei ole ühegi teise riigi poolt ametlikult tunnustatud, ei asu see ka ühegi riigi territooriumil, mistõttu võib rajatist poliitiliselt autonoomseks nimetada. Kaitseplatvormi võttis enda kontrolli alla Roy Bates 1966. aastal, mil ta ühel öösel paadiga mahajäetud rajatiseni sõitis ning selle endale kuuluvaks tunnistas. Sõjaväelise taustaga Bates otsustas hiljem rajatise ja selle juurde kuuluva territooriumi kuulutada iseseisvaks vürstiriigiks, kus ei kehti Ühendkuningriigi seadused. Kuigi riigi iseseisvust pole kunagi tunnustatud, on seda ka raske eitada, sest Briti valitsus ning teised grupeeringud on korduvalt üritanud algselt mereväele kuulunud kaitserajatist relvastatud meeste abil Bates'i käest ära võtta, kuid senimaani tulutult. Bates'i perekond on korduvalt rajatist kaitsnud, tulistades ründajate pihta vintpüssist, loopides nende paate kiviplokkidega või tõugates redelid vette. Sellise teguviisi eest neid vastutusele võtta on keeruline, sest valitsuse seadused ei kehti riigipiirist väljapoole. (Urbina, 2019)

Rajatis on Bates'i perekonna kontrolli all olnud juba aastakümneid. Tänaseks on II maailmasõjaaegsed õhutõrjerelvad asendatud tuulegeneraatoriga, mis ruume katkendlikult elektriga varustab. Mereplatvormil viibis Bates põhiliselt koos oma pere ning külalistega. Iga kuu sõitis sinna ka praam, mis elanikke toidu ja muu vajalikuga varustas. (Urbina, 2019)

Peale Bates'i surma 2012. aastal püüti rajatist müüa hinnaga 906 miljonit dollarit. Ostjat ei leitud, kuid selle vastu tundsid huvi The Pirate Bay (Bittorrentil põhinev failijagamiskeskkond, mis on tuntud piraattarkvara ja digitaalse multimeedia vahendamise poolest) omanikud, et sinna paigaldada serverid, mis oleksid väljas igasugusest riiklikust võimkonnast. (Patowary, 2014) Nüüdseks seal ühtegi alalist elanikku ei ole, kuid rajatist on palgatud kaitsma valvur (Urbina, 2019).

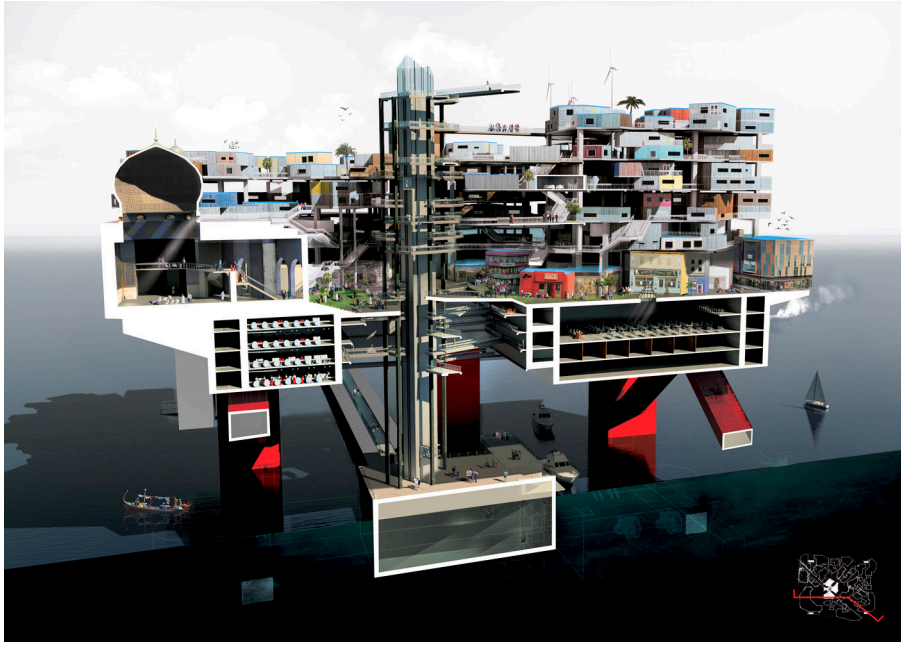
Tulevikuvisioonid

Võimaliku veetaseme tõusuga järgmise sajandi jooksul võivad paljud tihedalt asustatud maismaa territooriumid vee alla jääda ja muutuda elamiskõlbmatuks (Lindsey, 2019). Ühena võimalikest lahendustest võib olla merele uue asustuse loomine. Mere arvelt lisaterritooriumi tekitamise idee köitis juba 1960-ndatel sõjast räsitud Jaapani metabolistide liikumist. Sõjad ja ebasoodsad keskkonnaolud on ennegi suunanud inimesi merelt pelgupaika otsima. Heaks näiteks on Hiinas Fujiani ranniku ääres asuv kaluriküla, mis on täielikult vee peal. Väikestes vee peal hulpivates puitmajades elab ligi 7000-liikmeline kogukond, kes tegeleb kalade ja muu meretoidu kasvatamisega (vaata Joonis 20). Esimesed kalurid asusid sinna oma paatides elama juba aastasadu tagasi, vältides nii maismaal peetavat sõda. Sellest tekkis omaette kogukond, kelle järeltulijad on merel elamise traditsiooni üle põlvkondade edasi kandnud. Väidetavalt ei olnud teatud ajani neil luba maismaale ehk riigi territooriumile astumiseks. (China's floating fishing cities..., 2013) Antud näide tõestab, et inimene on olude sunnil võimeline harjuma ka vee peal elamisega.

Joonis 20. Merel elavad Hiina kalurid. (Daily Mail Reporter, 2013)

Seasteading

Seasteading liikumise eestvedajad soovivad merele elama asumisega pääseda vabaks riikide kontrolli alt, luues elupaigad rahvusvahelistesse vetesse. Merele elama minnes loodetakse saavutada poliitiliselt ja majanduslikult sõltumatu kommuun, eesmärgiga saada kõik eluks vajalikud ressursid merest. Seasteading Institute'i eestvedamisel on loodud mitmeid esmapilgul utoopilisi projekte, kuid mille realiseerimiseks on läbi viidud ulatuslikke uuringuid ning kalkulatsioone tõestamaks nende teostatavust. Samuti on uuritud naftaplatvormidele elupaikade loomise võimalusi. (The Seasteading Institute)



Joonis 21. Maldiivide uus elupaik naftaplatvormil. Lõige. (Goodwin, 2015)

Maldiivide kolimine naftaplatvormidele

Maldiive ähvardab edasise veetaseme tõusuga täielikult vee alla jäämine, mis paneb otsima kiireid lahendusi. Üks huvitavamaid ettepanekuid on tehtud Mayank Thammalla poolt, kes näeb oma projektis ette kõigi Maldiivide elanike kolimist naftaplatvormidele. Radikaalne ettepanek näeb ette liigutatavate naftaplatvormide viimist Maldiividele vältides sellega saareelanike suurt geograafilist ümberpaiknemise vajadust ning säilitades seeläbi ka nende paiknemise asukohaga seotud traditsioonid. Asustuse paigutamisel naftaplatvormile on lähtutud Maldiivide senisest asustusstruktuurist ja selle tihedusest, püüdes nii säilitada võimalikult palju algupärase elukeskkonna omadusi. (Goodwin, 2015)

KOKKUVÕTE

Lähikümnenditel on oodata tuhandete nafta- ja gaasiplatvormide töö lõpetamist, mis toob kaasa suure eemaldamislaine paljudes maailma paikades. Kuigi nafta- ja gaasiplatvormide tööst eemaldamisest on saanud miljardiäri, pakkudes tuhandeid töökohti, ei ole nende eemaldamine alati kõige mõistlikum lahendus, arvestades üüratuid kulusid ning võimalikku lisanduvat keskkonnakahju. Tüüpilisele merekeskkonnast eemaldamisele leidub mitmeid alternatiivne, kuid selge on, et neid tuleb rakendada juhtumipõhiselt. Igale platvormile ei ole uue funktsiooni andmine mõistlik, arvestades nende ehituslikke või asukohast tulenevaid iseärasusi. Tuleb kaaluda hoolikalt võimalikku keskkonnale põhjustatavat kahju, seda nii platvormi merre jättes kui ka eemaldades. Paljudes riikides saab tihti takistuseks ka veel suuresti puuduv taaskasutamist reguleeriv seadusraamistik ning sellest tulenev tootjate vähene motivatsioon mahajäetud rajatistega tegelemiseks. Energiatootjad ja riigid peaksid tegema ühiseid otsuseid, et töö lõpetanud nafta- ja gaasiplatvorme uuel eesmärgil kasutama hakata. Kuna otuseid tuleb teha kiirelt ja kaalukausil on palju, peab selleks olema ka kindel raamistik. Seoses üldise keskkonnateadlikkuse tõusuga on riigid ning nafta- ja gaasitootjad sunnitud võtma aina rohkem vastutust, sest aasta-aastalt seatakse üha kõrgemaid eesmärke CO_2 emissioonide vähendamiseks, kusjuures nafta- ja gaasitööstus on ise üks suurimatest CO_2 tootjatest. Taani näitel on tehtud juba reaalseid samme aegunud nafta- ja gaasirajatiste taaskasutamiseks taastuvenergia tootmise eesmärgil. Üldist huvi taoliste objektide vastu kinnitavad ka analüüsitud projektid ja visioonid merele püsivate elupaikade loomisest. Mahajäetud avamererajatistest on huvitatud ka mitmed poliitilise autonoomia otsijad, kes soovivad elama asuda avamere territooriumitele, mis pole ühegi riigi kontrolli all. Merel püsivalt elamise võimallikkust tõestavad hästi Hiina kalurid, kes oma tagasihoidlikes hulpivates puitmajades on vee peal elanud juba aastasadu, saades kogu eluks vajaliku merest. Mered ja ookeanid on rikkad nii toidu kui energia poolest, kuid me pole jõudnud veel ligilähedalegi selle potentsiaali täielikule kasutamisele.

Toimiva arhitektuurse lahenduse väljatöötamine avamerele on keeruline, sest tingimused seal on sootuks karmimad ja rohkemate muutujatega kui maismaal. Paljud projektid võivad teoorias toimida, kuid need on suuresti karmis reaalsuses läbi proovimata. Elluviidud projekte avamere tööstusrajatiste ümberehitamisest leidub vähe, kuid analüüsitud näidetest selgus, et konstruktsioonid roostetavad ning lagunevad aja jooksul, pidades rinda pistma tuule, niiskuse, temperatuurikõikumiste ja muude vaenulike keskkonnaoludega. Täiendavalt tuleks uurida uusi, vastupidavamaid ja keskkonnasõbralikumaid materjale, mis aitaksid suuresti kaasa jätkusuutlike keskkondade loomisele avamerel. Oleks patt jätta kasutamata võimalusi, mida pakuvad töö lõpetanud nafta- ja gaasiplatvormid oma erilise asukoha tõttu avamerel – mereökoloogia ja bioloogia uuringujaamad, ökoturism, biomassi- ja kalakasvatus, taastuvate loodusressursside ammutamine nagu tuule-, päikese- ja laineenergia kuna paljud analoogsed tegevused maismaal on palju vähem tulemuslikud. Uute rajatiste ehitamine ja paigaldamine merre on kulukas ning seepärast peaksime olema huvitatud igast võimalusest kasutamaks juba olemasolevat nafta- ja gaasitaristut, vähendades sellega ka oma ökoloogilist jalajälge meie planeedil.

Joonis 22. Vaade veemuuseumile (Autori joonis)

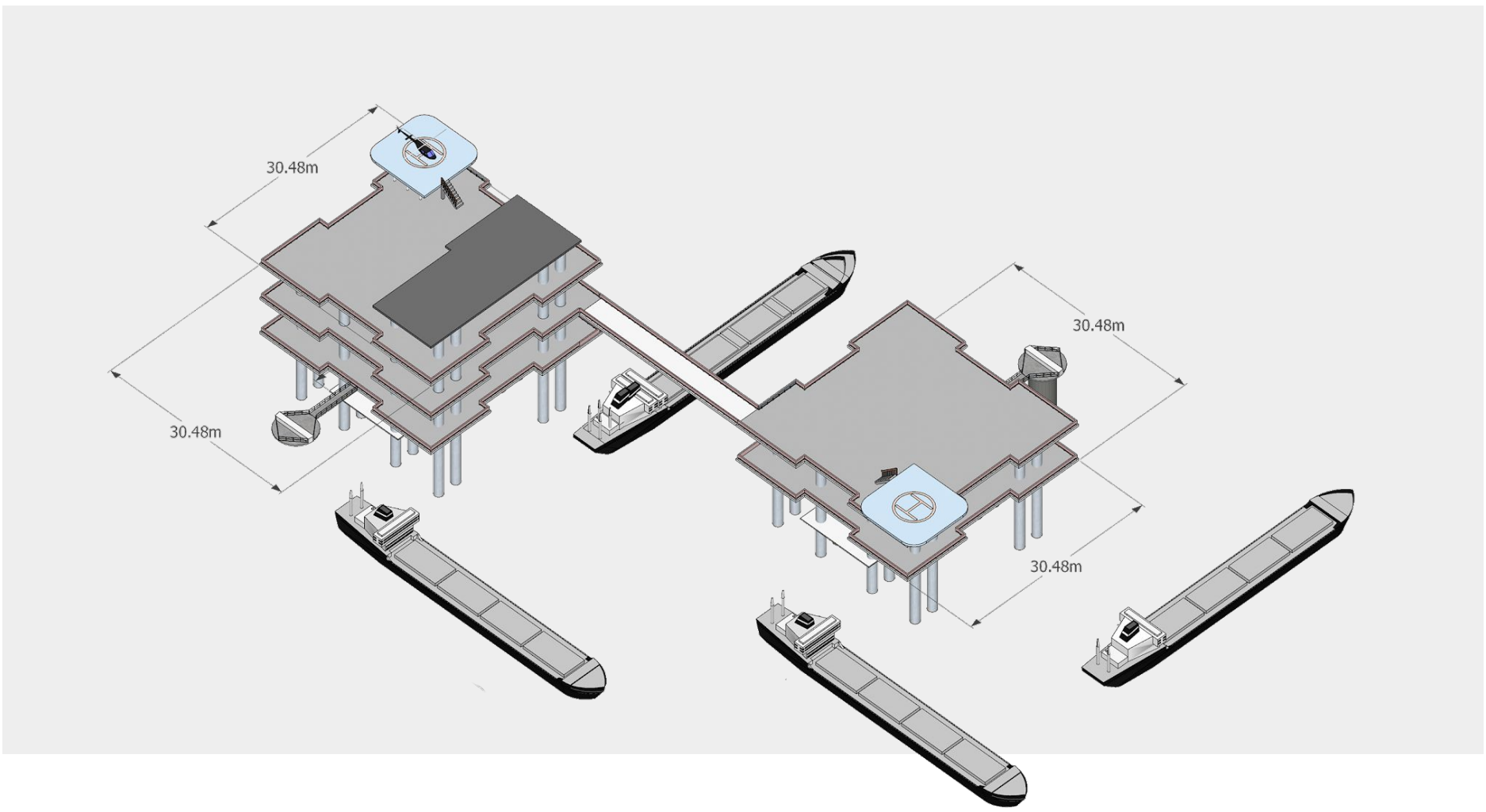
II OSA
PROJEKTLAHENDUS

Eesmärk, lähteandmed

Käesoleva magistritöö projekti eesmärk on Itaalia rannikuvetes asuv gaasiplatvorm ümber kavandada veemuuseumiks ning uurimiskeskuseks, seejuures tuginedes teoreetilisest uurimusest tehtud järeldustele.

Avamere platvormide puhul on tegu industriaalsete märkidega, mis oma olemuselt on puhtpragmaatilised, kuid milles sellegipoolest võib peituda ka mõningane arhitektuurne väärtus – tegemist on inseneeria tippsaavutustega, mis on loodud vastu pidama kõige karmimates loodustingimustes. Küll aga on need üldjuhul visuaalseks müraks horisondil, mis paneb mõtlema nende kahe omaduse ühendamisest – arhitektuurne väärtus, mis ei riivaks silma, kuid oleks ka piisavalt pragmaatiline, et edukalt rinda pista karmide tingimustega avamerel. Tekib sümbioos arhitektuurse ja industriaalse märgi vahel.

Projektlahenduse lähteülesanne põhineb Proximity Island rahvusvahelise arhitektuurivõistluse lähteandmetel, mis hõlmab töö lõpetanud gaasiplatvormile avamere muuseumi kavandamist. Võistluse korraldajate poolt on võimaldatud platvormi lihtsustatud 3D-mudel (vaata Joonis 23), mille peale kogu projektlahendus on üles ehitatud. Gaasiplatvormi olemasolevad konstruktsioonid kuuluvad võimalikult suures osas säilitamisele, kuid vastavalt vajadusele on võimalik lisada uusi konstruktsioone.



Joonis 23. Olemasolev platvorm (Proximity Island arhitektuurikonkursi lähteandmetest)

44°23'02.8"N 12°53'37.6"E

Joonis 24. Asendiskeem (Autori joonis)

Joonis 25. Asendiplaan (Autori joonis)

Asukoht, asendiplaan

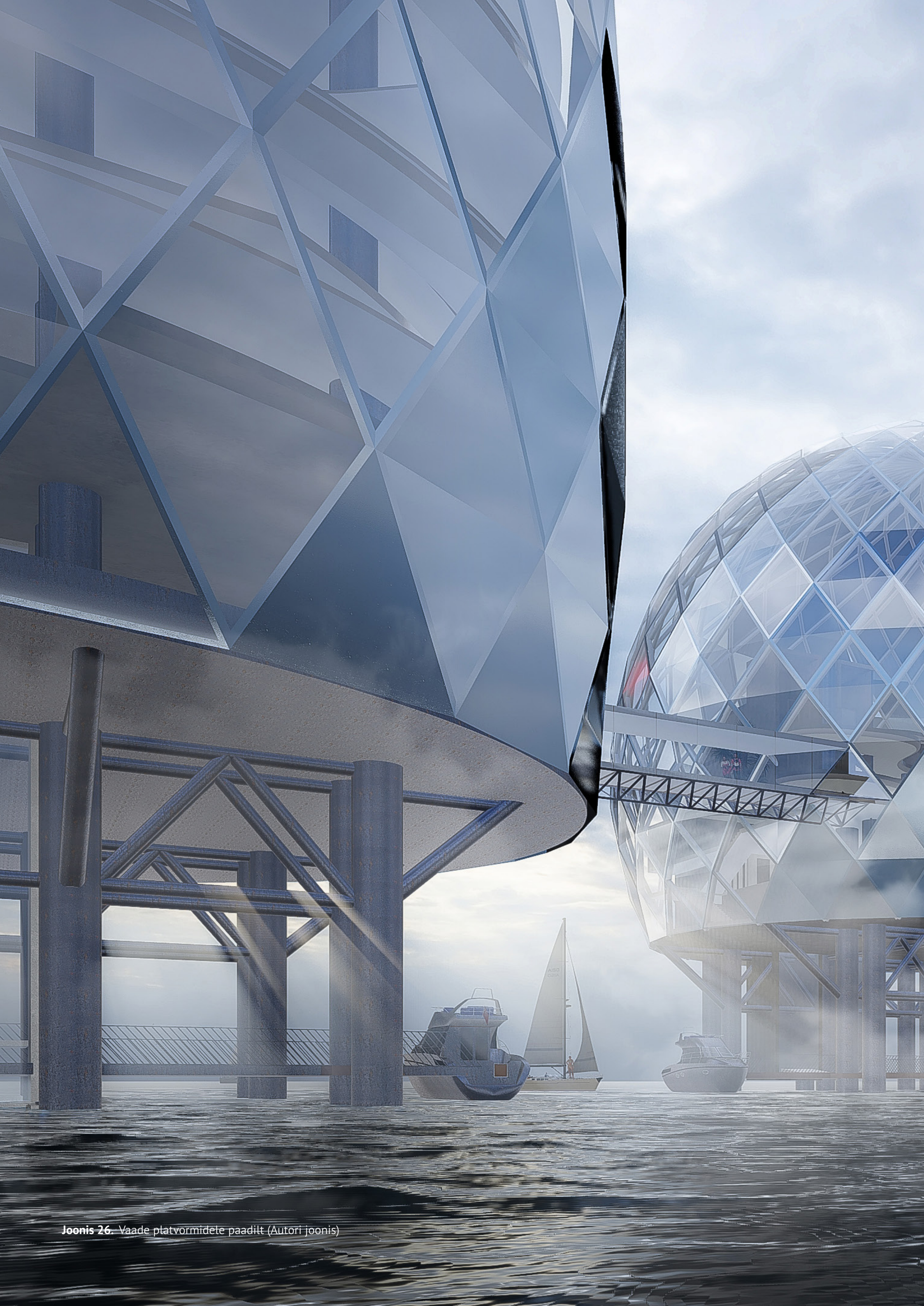
Magistritöös vaadeldavad platvormid asuvad Aadria meres Cervia gaasimaarldas, mis on 7 km kaugusel rannikuäärsest Ravenna linnast (vaata Joonis 24). Kliima Ravenna piirkonnas on soe ja mõõdukas, keskmise aastase temperatuuriga 13,3°C. Soojeim kuu on juuli, keskmise temperatuuriga 23,1°C, külmim kuu jaanuar, keskmise temperatuuriga 2,9°C. Reeglina temperatuur alla nulli ei kuku, kuid merel tuleb arvestada suurtemate temperatuurikõikumistega. (Climate-Data) Platvormide terasest aluskonstruktsioon toetub merepõhja ning on ballasti abil fikseeritud. Vee sügavus piirkonnas ja seega ka veealuse konstruktsiooni kõrgus on ca 23m. Kahest platvormist koosnev rajatis moodustab ühe terviku, olles ühendatud sillaga.

Ligipääs platvormidele toimub läänepoolsest küljest, kuhu jääb Itaalia idarannik koos Ravennaga. Transport platvormidele on võimalik väikeste praamidega, mis mahutavad 50 kuni 100 inimest. Praamid randuvad platvormialustele kinnitatud reguleeritavate kaide äärde (vaata Joonis 25). Kaide konstruktsioon võimaldab neid liigutada nii horisontaalses kui ka vertikaalses suunas, sõltuvalt merevee kõrgusest ja randuva praami suurusest. Reguleeritavad randumiskaid tõstavad platvormile saabujad liftide ja treppideni. Lisaks korralisele transpordile võivad keskust külastada ka mööduvad paadid ja väiksemad purjelaevad. Nende tarbeks on kavandatud ujuvkai, mida tormise ilma korral on võimalik kokku panna ning turvaliselt platvormi külge kinnitada. Platvorm A katusele on kavandatud helikopteri maandumisplatvorm. Helikopterit kasutatakse vajadusel kas kiireks kaubaveoks või evakueerumiseks, kuid mitte esmase transpordivahendina.

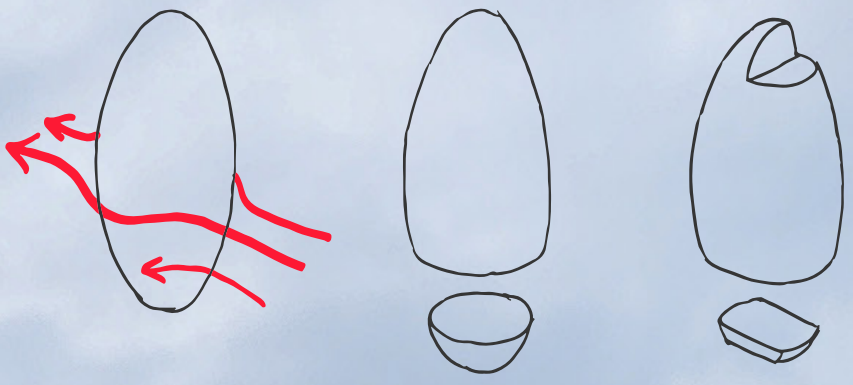
Energiavarustus, tehnoseadmed

Platvormide lähiümbruse vetesse on kavandatud ujuv päikesefarm ja tuulepark. Itaalias on päikesepaneelide efektiivsus tänu rohketele päikesepaistelistele ilmadele suur. Pilvistel ilmadel kui efektiivsus on väiksem, varustab rajatist elektriga tuulepark. Platvorm A tehnokorrusele on kavandatud trafojaam, mis on vajalik päikesepaneelidest ja tuulegeneraatoritest saadud elektripinge kõrgemaks muundamisel, et see edasi suunata kaldale ja ühendada tavaelektrivõrguga. Fassaadi klaaspaneelide vahel on kasutatud läbipaistvaid päikesepaneele, mis lisaks päikeseenergiat koguvad.

Mõlemal platvormil on veemagestamise seadmed, et töödelda merevesi joogikõlbulikuks. Samuti on mõlemal platvormil väike veepuhastusjaam, kus töödeldakse reovett tasemeni, mis võimaldab seda keskkonda kahjustamata lasta tagasi merre. Kirjeldatud tehniliste seadmete jaoks on kavandatud mõlema platvormi esimene korrus.



Joonis 26. Vaade platvormidele paadilt (Autori joonis)



Joonis 27. Morfoloogia (Autori joonis)

Arhitektuurne kontseptsioon

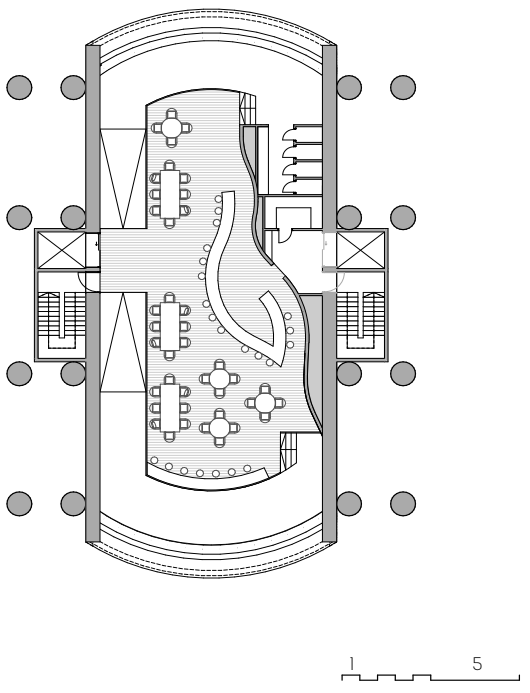
Avamerel olemist iseloomustavad isolatsioon, kaugus, samas mõnikord käegakatsutav lähedus maaga, intiimsus kaaslastega piiratud ruumi jagades. Kogu inimajaloo jooksul, alustades lihtsate kalurite ja lõpetades maadeavastajatega nagu Columbus, on mööda merd sõidetud uusi maid avastama, trotsides heitlikku ilma ning mõnikord ka end sellele ohverdades. Meri ja ookean on võimaldanud luua kaubateid eri tsivilisatsioonide vahel, olnud toitjaks paljudele rahvastele. Tänapäevani peidavad suured ookeanid seniavastamata paiku, kuhu inimjalg pole iial astunud. Ookeani ja avamere müstilisusest on inspireeritud projektis käsitletud hoonete kuju ja hooneid katvad fassaadimaterjalid, eesmärgiga neid võimalikult loomulikult sobitada ümbritsevasse keskkonda vee ja taeva vahele. Voolujoonelise vormiga maht aitab vähendada tuuletakistust, aeg-ajalt tormiseks muutuda võival merel (vaata Joonis 27). Fassaadimaterjaliks kasutatud peegeldav poleeritud roostevaba teras ja peegelduv klaas sulandavad hooned vee ja teavaga just kui üheks, jättes mahud hoomatavaks, kuid muutes nende kohalolu müstiliseks ning kaldalt või laevalt paistva visuaalse müra minimaalseks (vaata Joonis 26).

Joonis 28. Veealune baar (Autori joonis)

Veealune baar

Platvorm A alla, veepinnast 8m sügavusele on kavandatud veealune baar-kohvik. Ruumil on kahes küljes suured aknad, läbi mille avaneb vaade veealusele mereelule. Muuseumi kontseptsiooni kohaselt on see ühtlasi näituse viimane ja kõige erilisem osa, kuhu külastaja suunatakse viimasena. Platvormi jalad meelitavad ligi erinevaid mereelukaid, pakkudes pidevat vaatemängu.

Baari osa on tõstetud kõrgemale aknaäärsest vaatlusalast, eraldades nii baaris istujad mööduvatest külastajatest. Ruum on avatud nii tavakülastajatele kui ka merebioloogia uurijatele, kes saavad mugavalt läbi viia teaduslikke mereelu vaatlusi. Veepealse platvormiga on ühendus tagatud kahe lifti ning kahe evakuatsioonitrepikojaga.



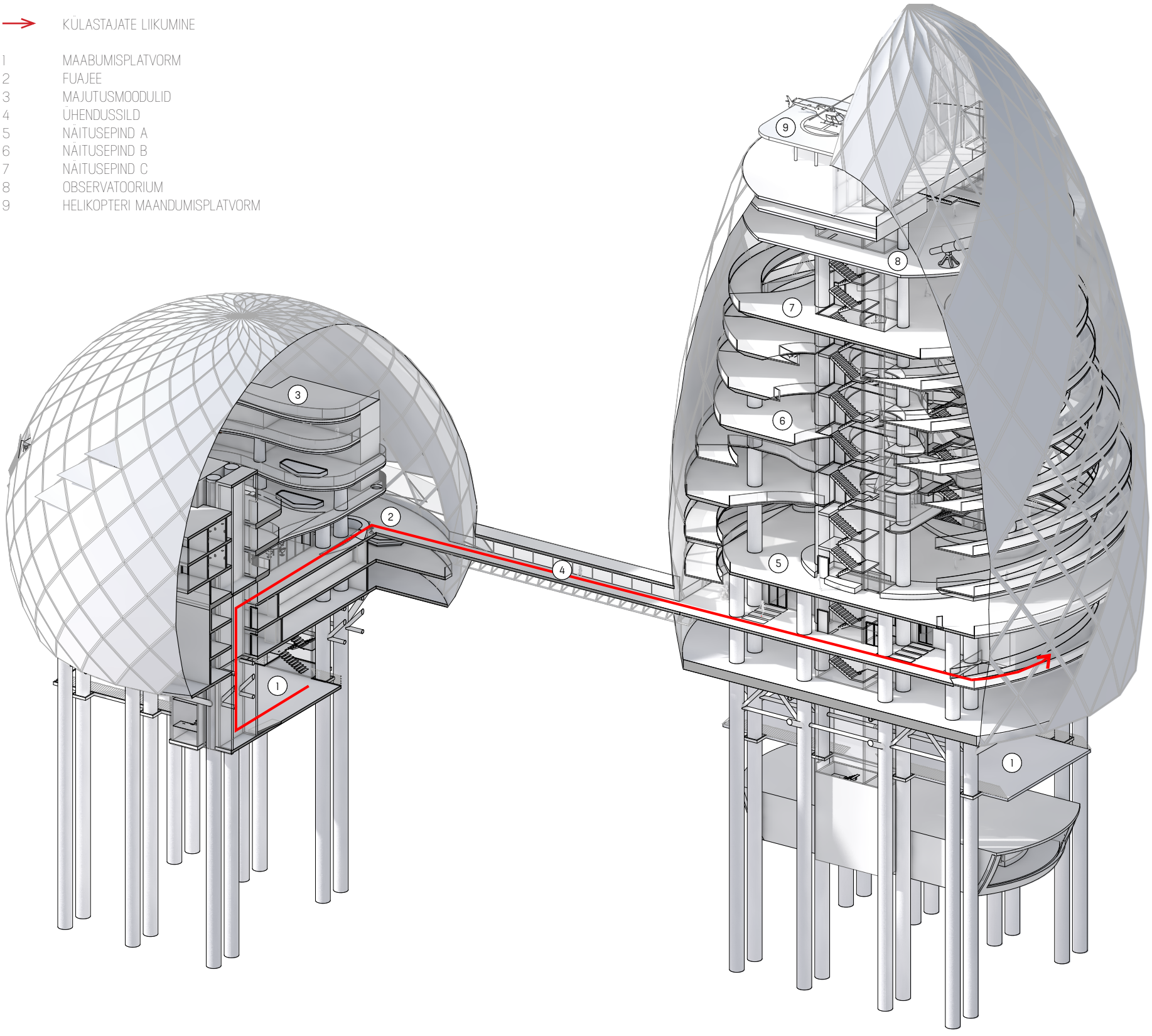
Joonis 29. Veealuse korruse plaan (Autori joonis)

Plaanilahendus, funktsioonid

Kaks platvormi
Veemuuseum ja uurimiskeskus koosneb kahest omavahel sillaga ühendatud platvormist A ja B. Platvorm B-sse sisenevad kõik saabujad, nii külastajad kui ka uurimiskeskuse töötajad. Ühiskasutatav fuajee ja söögiruum on avatud kõigile. Ülejäänud ruumid platvorm B-l on aga mõeldud uurimiskeskusele, kus asuvad laboratooriumid, raamatukogu, koosolekuruumid, keskuse juhtkond, majutusmoodulid, söökla, köök, pesu- ja riietusruumid, puhkeruumid, jõusaal jne. Suuremasse, platvorm A-sse, on paigutatud muuseumi näitusealad, observatoorium, kino/ auditoorium, muuseumi töökoda ja administratsiooniruumid.

→ KÜLASTAJATE LIIKUMINE

1 MAABUMISPLATVORM
2 FUAJEE
3 MAJUTUSMOODULID
4 ÜHENDUSSILD
5 NÄITUSEPIND A
6 NÄITUSEPIND B
7 NÄITUSEPIND C
8 OBSERVATOORIUM
9 HELIKOPTERI MAANDUMISPLATVORM



Joonis 30. Aksonomeetriline lõige (Autori joonis)

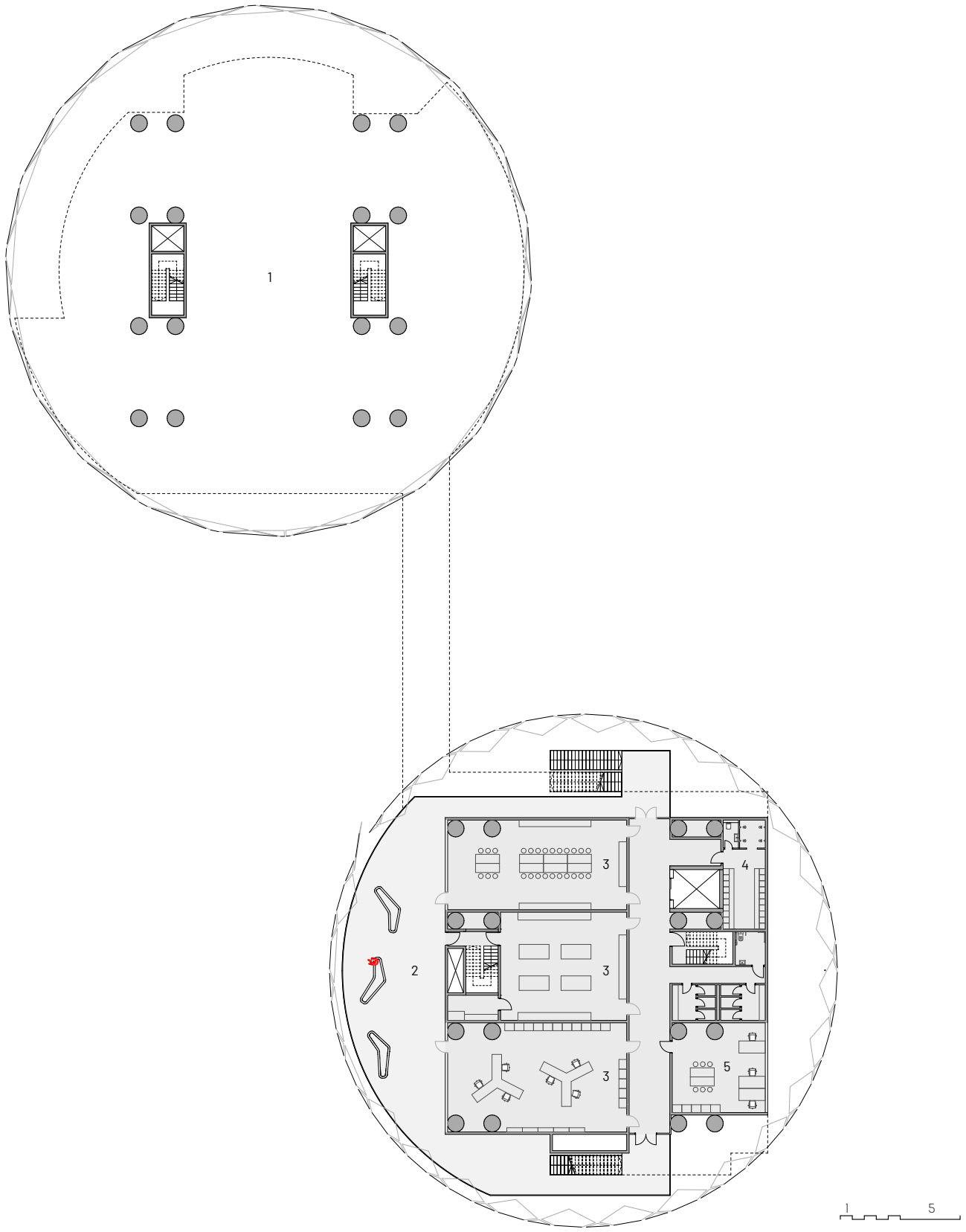
3. KORRUS

PLATVORM A

1 TEHNORUUM

PLATVORM B

2 MEREOBSERVATOORIUM
3 LABORATOORIUMID
4 RIIETUSRUUM
5 ADMINISTRATSIOON



Joonis 31. 2. korruse plaan (Autori joonis)

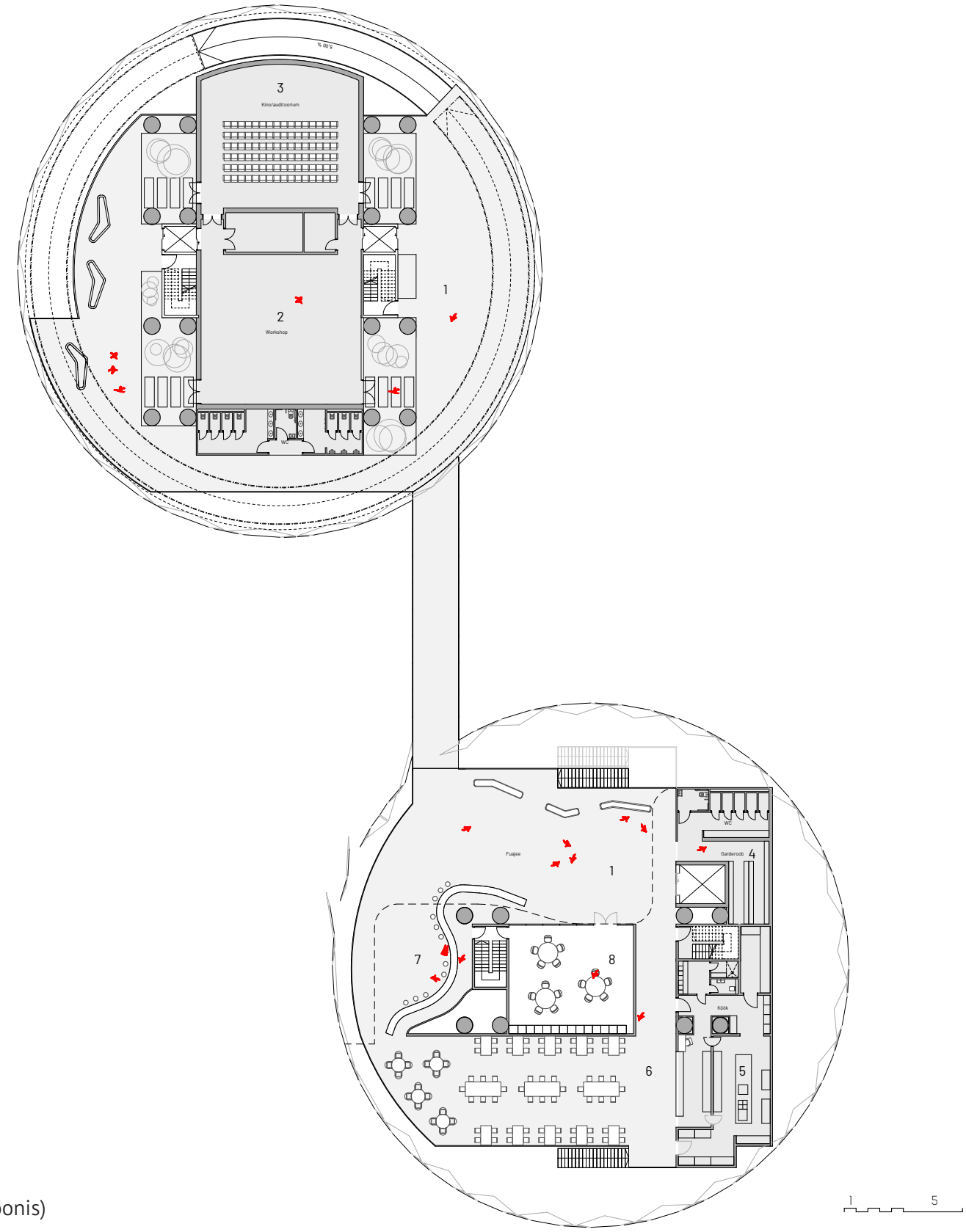
3. KORRUS

PLATVORM A

1 FUAJEE
2 WORKSHOP
3 KINO/AUDITOORIUM

PLATVORM B

1 FUAJEE
4 GARDEROOB
5 KÖÖK
6 RESTORAN
7 BAAR
8 MÄNGURUUM

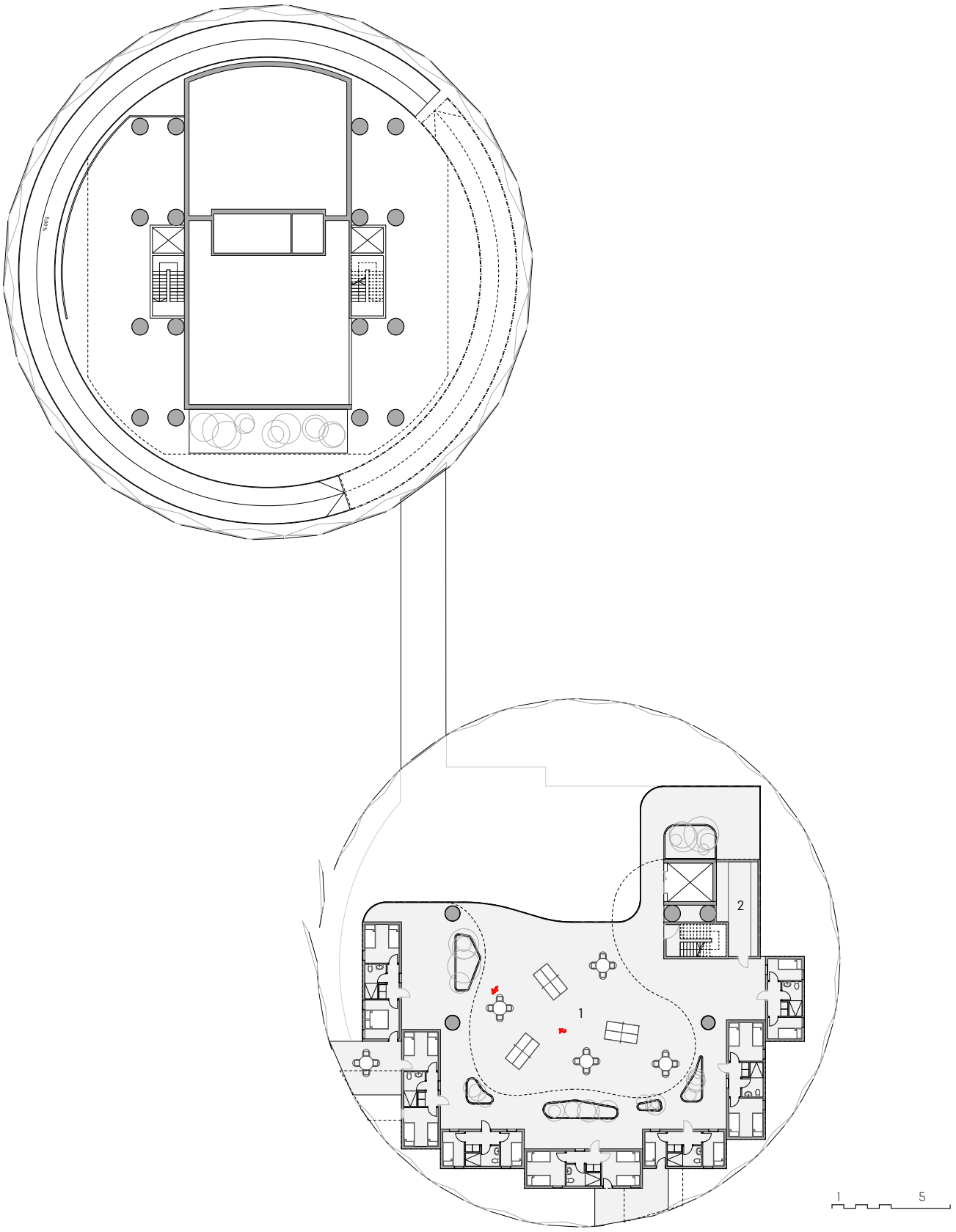


Joonis 32. 3. korruse plaan (Autori joonis)

4. KORRUS

PLATVORM B

1 PUHKEALA
2 LADU



Joonis 33. 4. korruse plaan (Autori joonis)

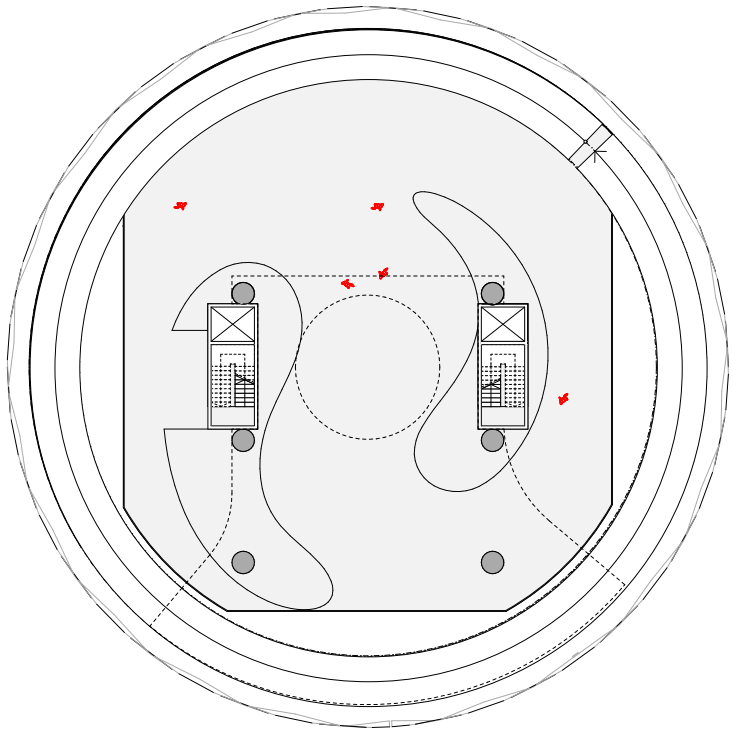
5. KORRUS

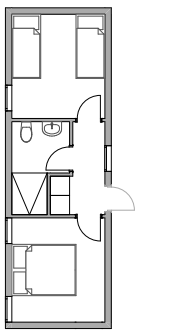
PLATVORM A

1 NÄITUSEALA

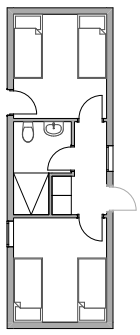
PLATVORM B

2 MAJUTUSDEKK
3 SAUN
4 RIIETUS
5 DUŠŠ

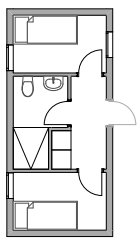




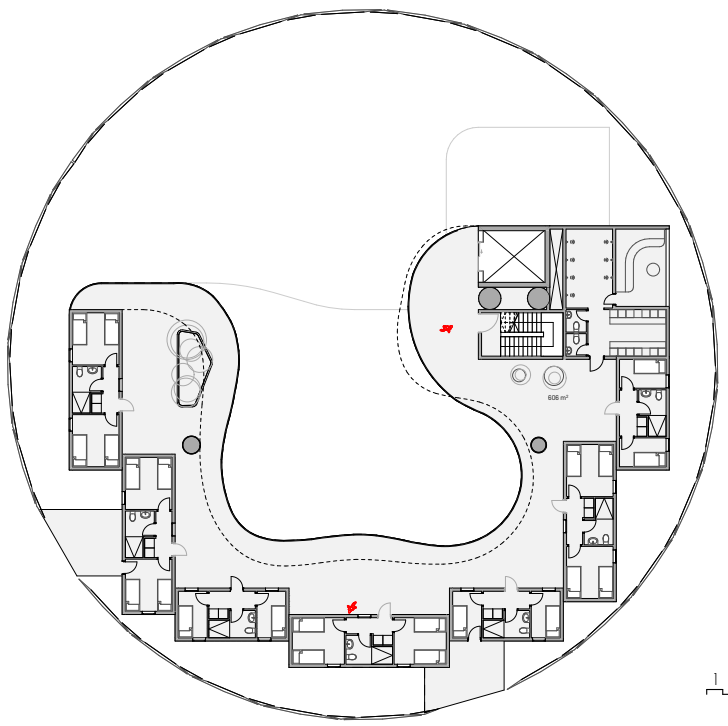
4-KOHALINE



4-KOHALINE

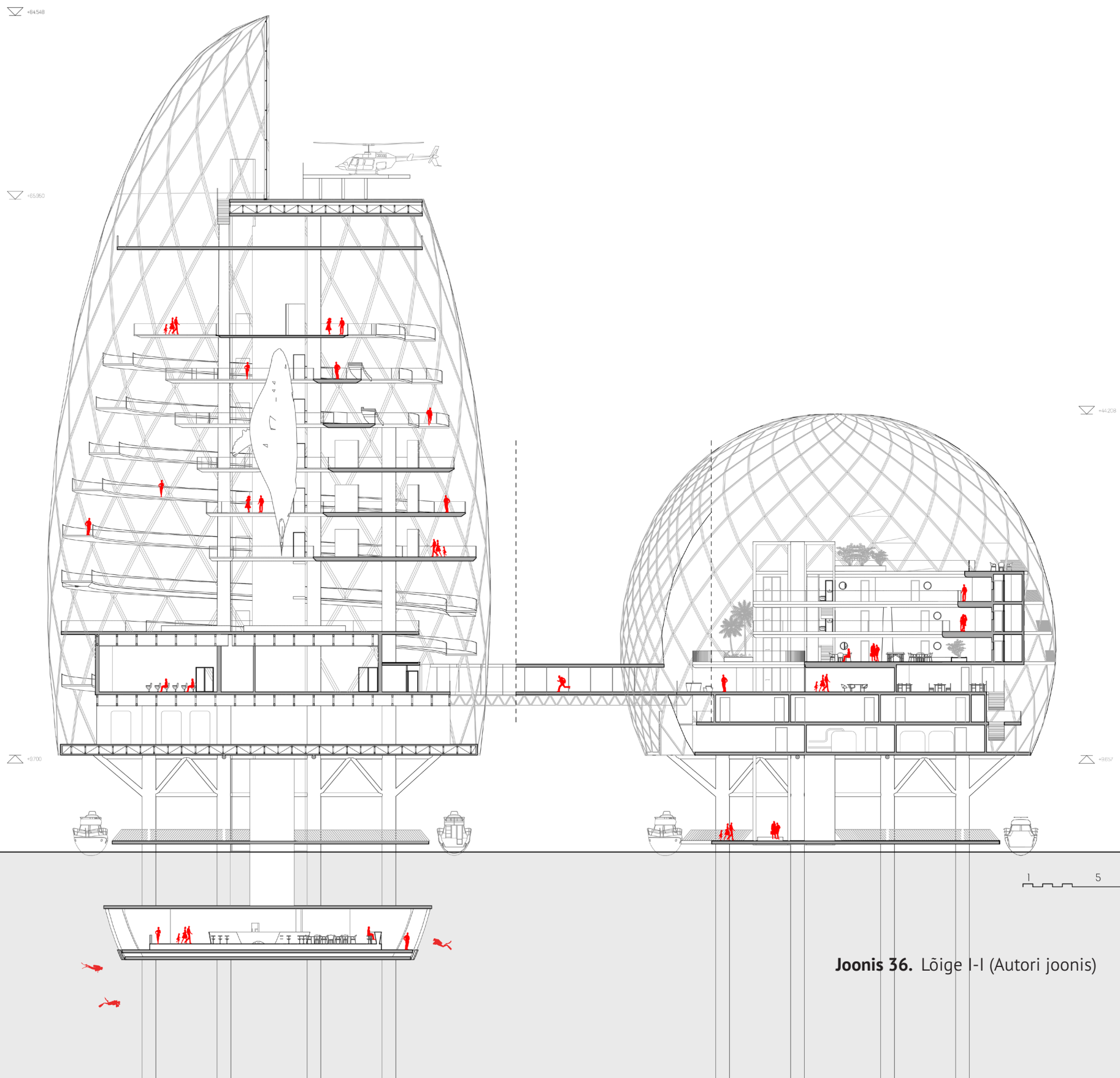


2-KOHALINE

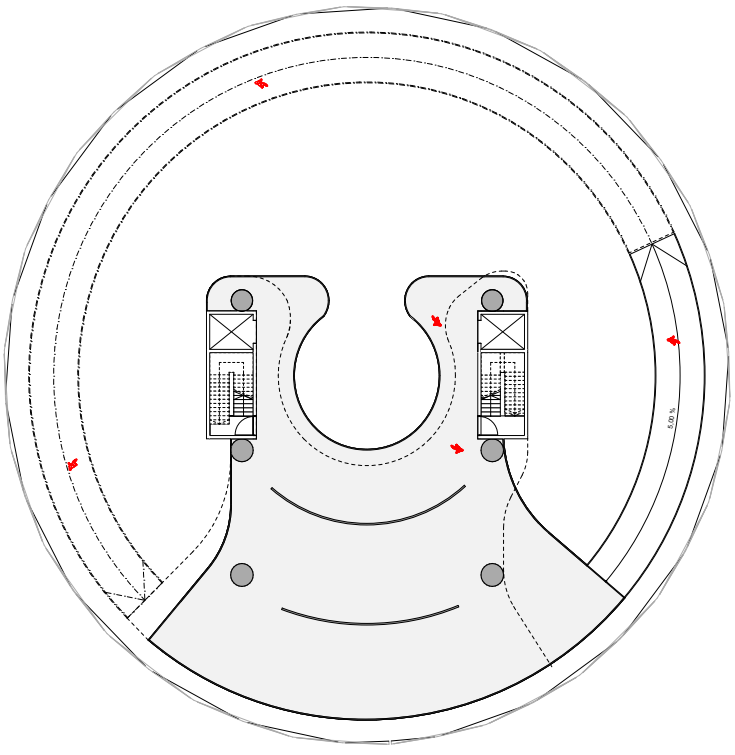


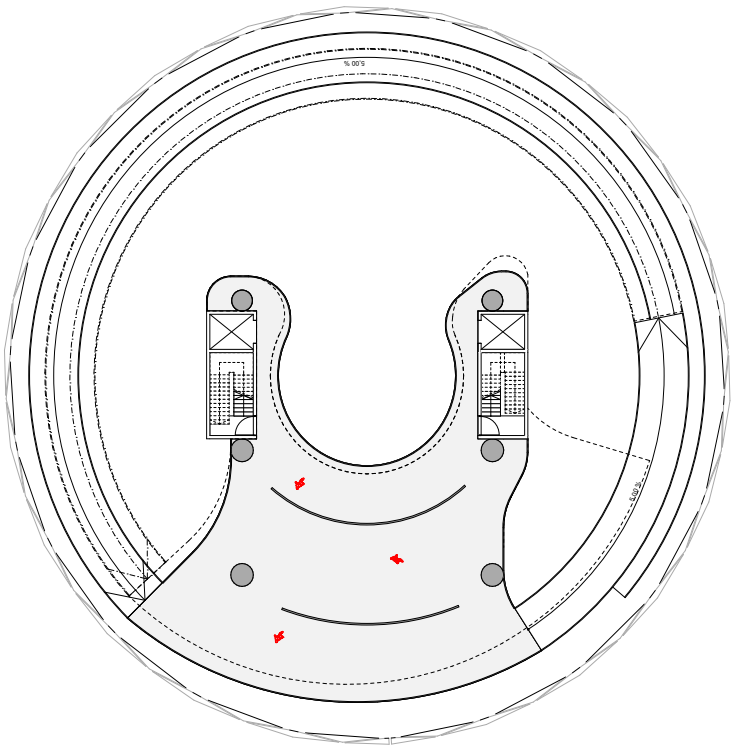
Joonis 34. 5. korruse plaan (Autori joonis)

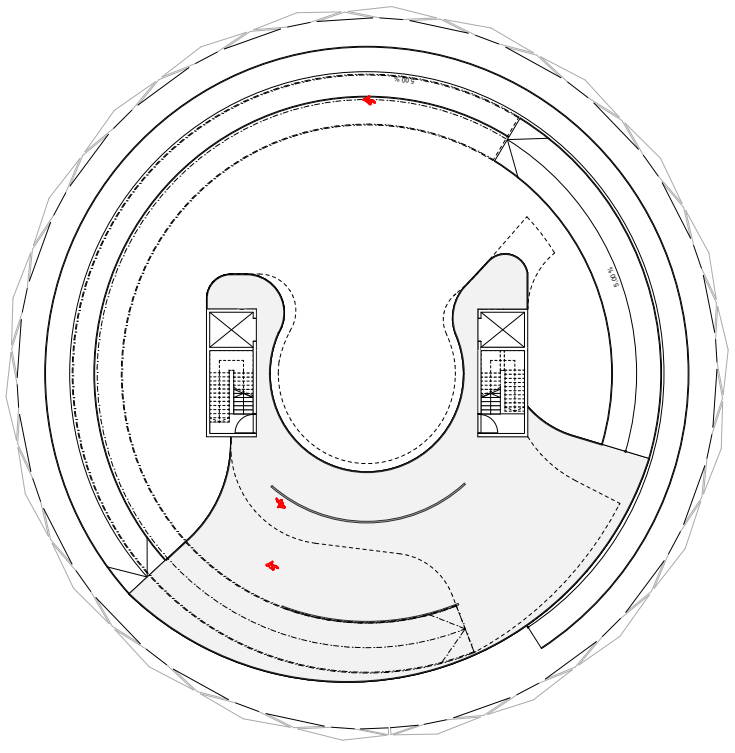
Joonis 35. Vaade ühisalalt (Autori joonis)

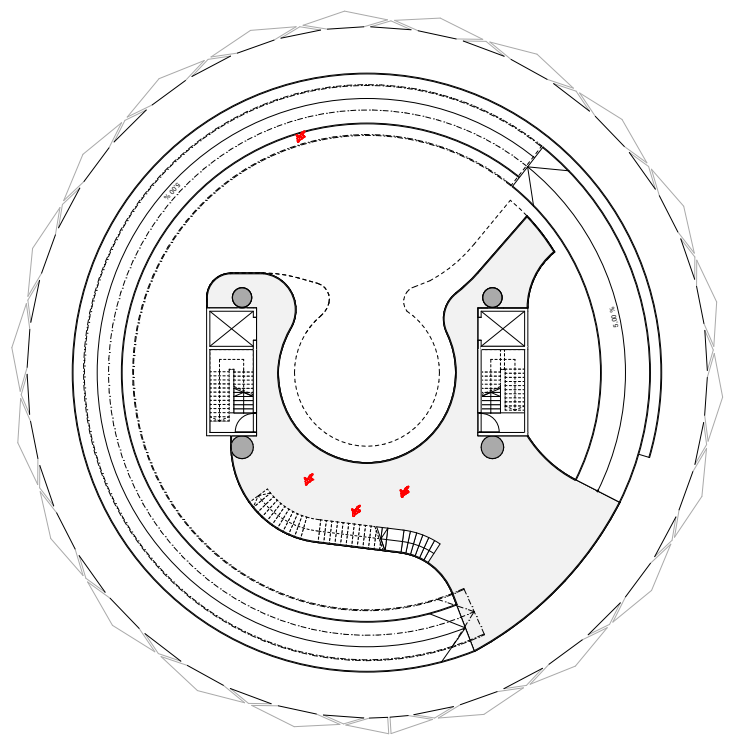


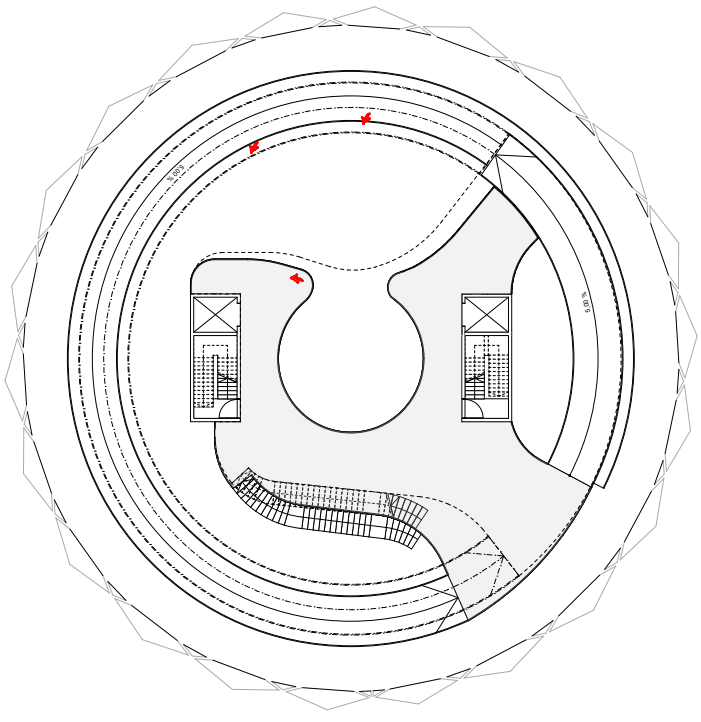
Joonis 36. Lõige I-I (Autori joonis)

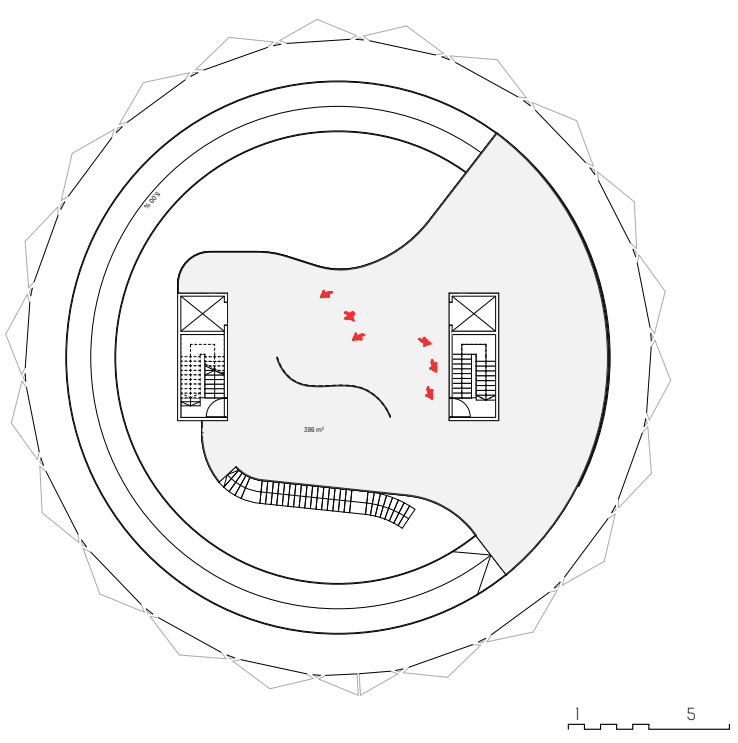




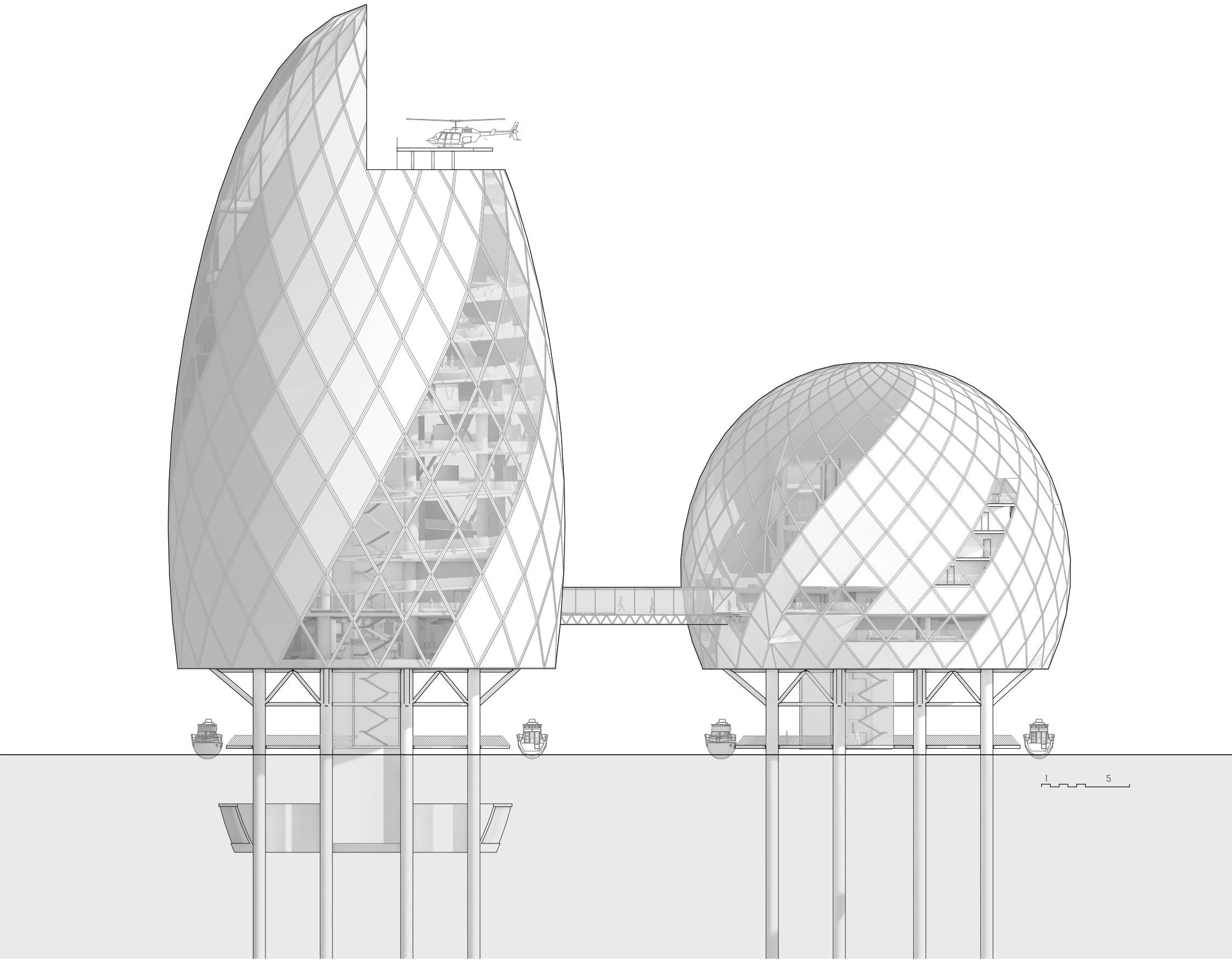




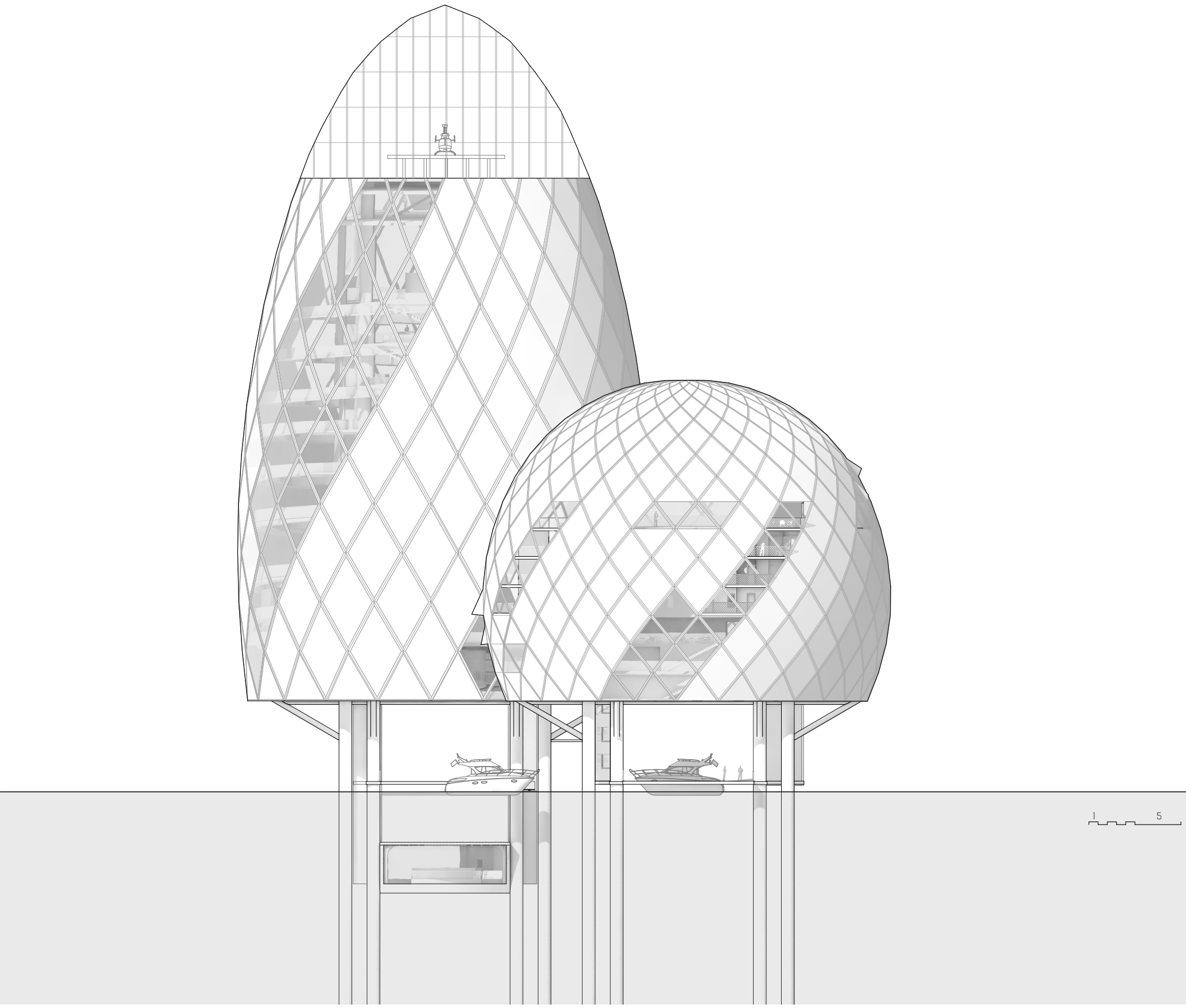




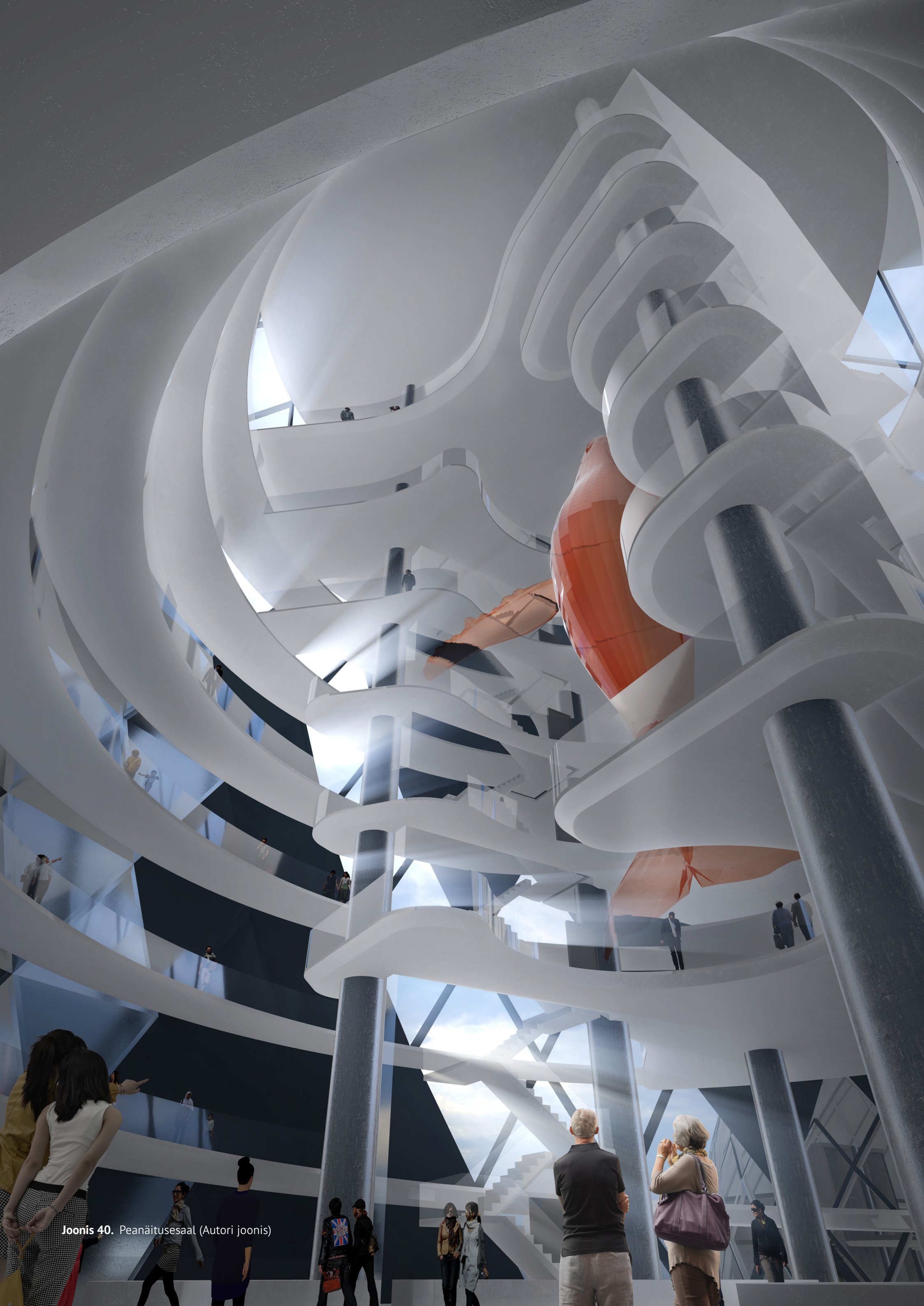
Joonis 37. Ülemiste näitusekorruste plaanid (Autori joonis)



Joonis 38. Vaade läänest (Autori joonis)



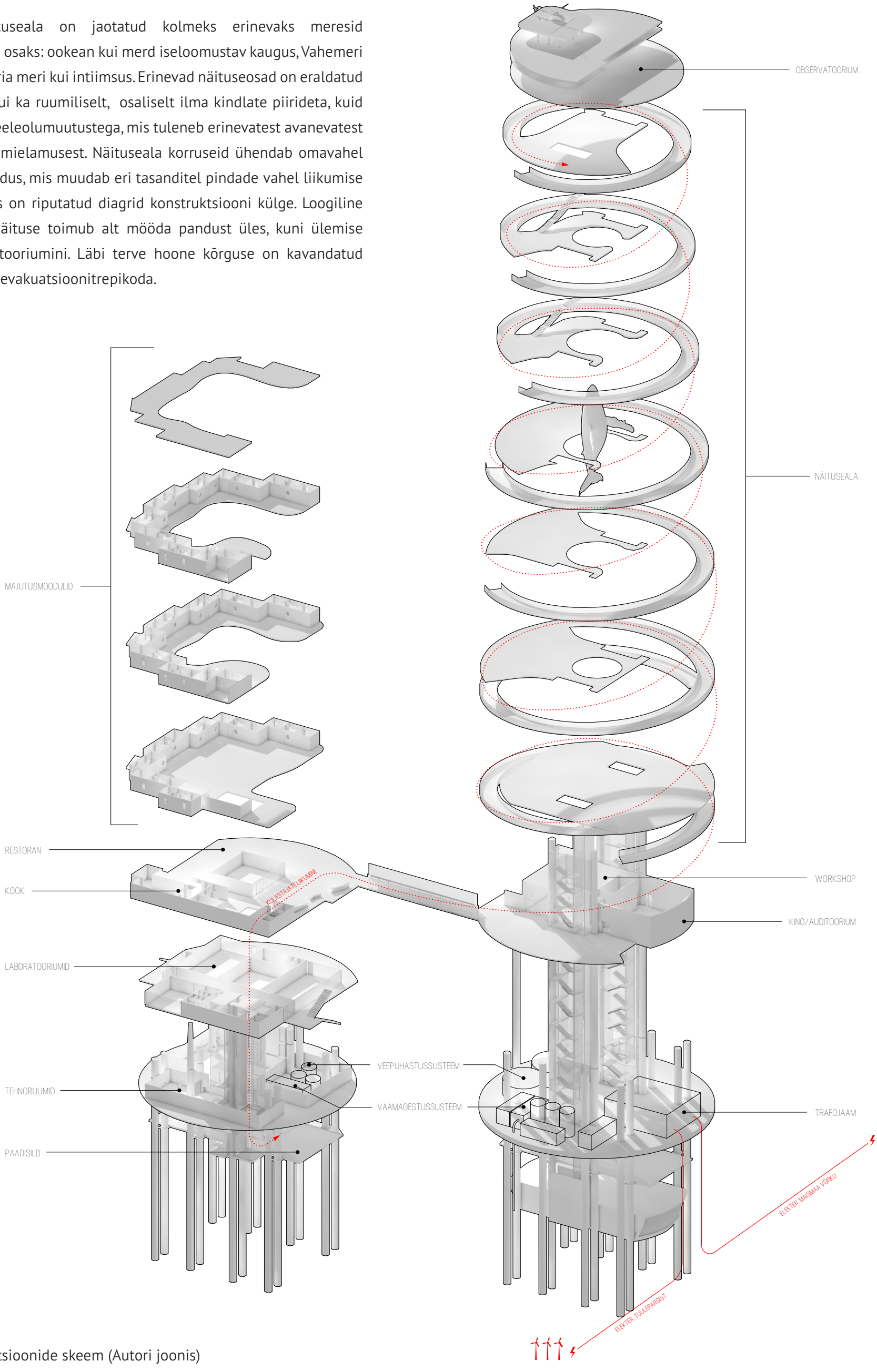
Joonis 39. Vaade lõunast (Autori joonis)



Joonis 40. Peanäitusesaal (Autori joonis)

Näituseala

Muuseumi näituseala on jaotatud kolmeks erinevaks meresid iseloomustavaks osaks: ookean kui merd iseloomustav kaugus, Vahemeri kui lähedus, Aadria meri kui intiimsus. Erinevad näituseosad on eraldatud nii mõtteliselt kui ka ruumiliselt, osaliselt ilma kindlate piirideta, kuid hoomatavate meeleolumuutustega, mis tuleneb erinevatest avanevatest vaadetest ja ruumielamusest. Näituseala korruseid ühendab omavahel lauge silmuspandus, mis muudab eri tasanditel pindade vahel liikumise sujuvaks. Pandus on riputatud diagrid konstruktsiooni külge. Loogiline liikumine läbi näituse toimub alt mööda pandust üles, kuni ülemise korruse observatooriumini. Läbi terve hoone kõrguse on kavandatud kaks lifti ja kaks evakuatsioonitrepikoda.



Joonis 41. Funktsioonide skeem (Autori joonis)

KASUTATUD ALLIKAD

- Al-Azani, K. (2014). Drilling Rigs Structure: A Comparison between Onshore and Offshore Drilling Rigs with Proposed Future Developments. Loetud aadressil: https://www.researchgate.net/publication/273042159_Drilling_Rigs_Structure_A_Comparison_between_Onshore_and_Offshore_Drilling_Rigs_with_Proposed_Future_Developments (28.04.2020)
- Almaco. Loetud aadressil: https://www.almaco.cc/offshore/ (28.04.2020)
- Bureau of Ocean Energy Management (BOEM). (2007). Programmatic Environmental Impact Statement for Alternative Energy Development and Production and Alternate Use of Facilities on the Outer Continental Shelf. Loetud aadressil: https://www.boem.gov/sites/default/files/renewable-energy-program/Regulatory-Information/Alt_Energy_FPEIS_Chapter6.pdf (25.04.2020)
- Bureau of Safety and Environmental Enforcement (BSEE). Decommissioning. Loetud aadressil: https://www.bsee.gov/what-we-do/research/tap-categories/decommissioning (05.05.2020)
- Bureau of Safety and Environmental Enforcement (BSEE). How many platforms are in the Gulf of Mexico? Loetud aadressil: https://www.bsee.gov/faqs/how-many-platforms-are-in-the-gulf-of-mexico (05.05.2020)
- Bureau of Safety and Environmental Enforcement (BSEE). Rigs to Reefs. Loetud aadressil: https://www.bsee.gov/what-we-do/environmental-focuses/rigs-to-reefs (25.04.2020)
- Bull, A. S., Love, M. S. (2018). Worldwide oil and gas platform decommissioning: A review of practices and reefing options. Ocean & Coastal Management, 168, 274-306. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.10.024 (24.03.2020)
- Callahan, E., & Jackson, A. (2014). Rigs to Reefs: Exploring the Future of California's Offshore Oil and Gas Platforms. UC San Diego: Center for Marine Biodiversity and Conservation. Loetud aadressil: https://escholarship.org/uc/item/92w270pj (20.04.2020)
- "Can fully-automated drilling technology finally win over the offshore oil industry?" (2016). Offshore Technology. Loetud aadressil: https://www.offshore-technology.com/features/featurecan-fully-automated-drilling-technology-finally-win-over-the-offshore-oil-industry-4912630/ (28.04.2020)
- "China's floating fishing cities: The wooden houses that are home to 7,000 'gypsies of the sea' who refuse to conform to modern living and want to remain on the ocean" (2013). Daily Mail. Loetud aadressil: https://www.dailymail.co.uk/news/article-2451023/Chinas-Tanka-boat-peoples-floating-homes.html (30.04.2020)
- Clemmons, A. K., 2017. Why the Frying Pan Tower Is the Most Dangerous Hotel in the World. Loetud aadressil: https://www.cntraveler.com/story/why-the-frying-pan-tower-is-the-most-dangerous-hotel-in-the-world (17.05.2020)
- Climate Data. Ravenna Climate. Loetud aadressil: https://en.climate-data.org/europe/italy/emilia-romagna/ravenna-1174/ (08.05.2020)
- Danish Ministry of Energy, Utilities and Climate. (2018). Denmark: energy and climate pioneer. Loetud aadressil: https://en.efkm.dk/media/12032/denmark_energy_and_climate_pioneer_pdfa.pdf (05.05.2020)
- Enerdata. Global Energy Statistical Yearbook 2019. Loetud aadressil: https://yearbook.enerdata.net/crude-oil/world-production-statitistics.html (24.04.2020)
- Frying Pan Tower. (2020). Loetud aadressil: https://www.fptower.com/ (29.04.2020)
- Goodwin, D. (2015). A Country Of Converted Oil Rigs: Is This How To Save The Maldives? ArchDaily. Loetud aadressil: https://www.archdaily.com/634314/a-country-of-converted-oil-rigs-is-this-how-to-save-the-maldives/ (02.02.2020)
- Hurst, L. (2019). WorldOil. Loetud aadressil: https://www.worldoil.com/news/2019/11/7/decommissioning-will-be-the-north-sea-s-biggest-business-by-2030 (03.05.2020)
- Hydrogen Europe. Hydrogen Applications. Loetud aadressil: https://hydrogeneurope.eu/hydrogen-applications (08.05.2020)
- Joboilrig.com. Loetud aadressil: http://www.joboilrig.com/oil-rig-jobs-life-conditions/ (28.03.2020)
- Joyce, M., Procaccini, G., Antonas, N., Greening, P., Strachan, E., Canales, E. (2020). The Coming Decommissioning Wave in Southeast Asia: What to Expect and the Relevance of Experiences in the North Sea and U.S. Gulf of Mexico. Loetud aadressil: https://www.akingump.com/en/experience/industries/energy/speaking-energy/the-coming-decommissioning-wave-in-southeast-asia-what-to-expect-and-the-relevance-of-experiences-in-the-north-sea-and-us-gulf-of-mexico.html (05.05.2020)
- Kaushik, M. 2020. 11 Major Oil Spills Of The Maritime World. Loetud aadressil: https://www.marineinsight.com/environment/11-major-oil-spills-of-the-maritime-world/ (17.05.2020)
- Knoema (2020). Loetud aadressil: https://knoema.com/gtdgtnf/world-rig-count-monthly-opec-estimates (28.03.2020)
- Lamb, R. (2008). "How Offshore Drilling Works". Loetud aadressil: https://science.howstuffworks.com/environmental/energy/offshore-drilling8.htm (01.05.2020)
- Larminie, F., Clark, R., Rudd, J., & Tasker, M. (1987). The History and Future of North Sea Oil and Gas: An Environmental Perspective [and Discussion]. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, 316(1181), 487-493. Loetud aadressil: www.jstor.org/stable/2396591 (17.05.2020)
- Lindsey, R. (2019). Climate Change: Global Sea Level. Loetud aadressil: https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-sea-level (06.05.2020)
- Mette, J., Velasco Garrido, M., Harth, V. et al. (2017). "It's still a great adventure" – exploring offshore employees' working conditions in a qualitative study. J Occup Med Toxicol 12, 35. DOI: https://doi.org/10.1186/s12995-017-

0179-0

• National Centers for Environmental Information (NCEI). Gulf of Mexico Data Atlas. Loetud aadressil: https://www.ncei.noaa.gov/maps/gulf-data-atlas/atlas.htm?plate=Offshore%20Structures (29.04.2020)

• Neilson, R. (2016). Oil rigs are built to withstand decades at sea – taking them apart is as tough as they are. Loetud aadressil: https://theconversation.com/oil-rigs-are-built-to-withstand-decades-at-sea-taking-them-apart-is-as-tough-as-they-are-55251 (05.05.2020)

• National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2016). Strengthening the Safety Culture of the Offshore Oil and Gas Industry. Washington, DC: The National Academies Press. DOI: https://doi.org/10.17226/23524 (24.03.2020)

• Neptune Energy. (2019). PosHYdon Pilot - Offshore green hydrogen. Loetud aadressil: https://www.ogauthority.co.uk/media/6220/ogauthoritysharepointcom-ssl-davwwwroot-sites-ecm-tbw3-documents-files-exchange-malcolm-workshop-slides-301019-neptune.pdf (05.05.2020)

• Nextstep. (2019). Re-use & decommissioning report 2019. Loetud aadressil: https://www.nexstep.nl/wp-content/uploads/2019/07/190724_Re-use-decommissioning-rapport-2019-ENG.pdf (05.05.2020)

• Oceanwavemarine.com. Loetud aadressil: http://www.oceanwavemarine.com/products.html (28.04.2020)

• Offshore. (2008). Shell sets subsea well drilling and completion record. Loetud aadressil: https://www.offshore-mag.com/drilling-completion/article/16779187/shell-sets-subsea-well-drilling-and-completion-record (05.05.2020)

• "Oil rig life - what's it like living on an offshore oil platform?" (2019). NES Global Talent. Loetud aadressil: https://www.nesgt.com/blog/2019/03/living-on-an-offshore-oil-rig (28.04.2020)

• Oliveira-Pinto, S., Rosa-Santos, P., Taveira-Pinto, F. (2019). Electricity supply to offshore oil and gas platforms from renewable ocean wave energy: Overview and case study analysis. Energy Conversion and Management 186, 556-569. DOI: https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.02.050

• Parkes, K. (2007). Working hours in the offshore petroleum industry Current knowledge and research needs regarding extended work periods and shift work offshore. Work time arrangements in the petroleum industry. Loetud aadressil: https://www.researchgate.net/publication/242253240_Working_hours_in_the_offshore_petroleum_industry_Current_knowledge_and_research_needs_regarding_extended_work_periods_and_shift_work_offshore (25.04.2020)

• Patowary, K. 2014. The Principality of Sealand, or How to Start Your Own Country. Loetud aadressil: https://www.amusingplanet.com/2014/04/the-principality-of-sealand-or-how-to.html (10.05.2020)

• Power Management Options for Offshore Oil & Gas Rigs. Loetud aadressil: https://www.wpowerproducts.com/news/how-to-power-offshore-oil-rigs/ (10.05.2020)

• Proximity Island - Architectural Ideas for Repurposing Oil rigs. Loetud aadressil: https://competitions-uni.s3.amazonaws.com/0/132/Download/team212019-12-23T17-23-000000.pdf

• Satterlee, K., Watson, S., Danenberger, E. (2018). New Opportunities for Offshore Oil and Gas Platforms – Efficient, Effective, and Adaptable Facilities for Offshore Research, Monitoring, and Technology Testing. OCEANS 2018 MTS/IEEE Charleston, Charleston, SC, 2018, pp. 1-5.

• Seasteading. (2020). Wikipedia. Loetud aadressil: https://en.wikipedia.org/wiki/Seasteading (26.04.2020)

• Shell. Decommissioning in the UK. Loetud aadressil: https://www.shell.co.uk/sustainability/decommissioning/brent-field-decommissioning/decommissioning-in-the-uk.html (05.05.2020)

• Sommer, B., Fowler, A. M., Macreadie, P. I., Palandro D. A., Aziz, A. C., Booth, D. J. (2019). Decommissioning of offshore oil and gas structures – Environmental opportunities and challenges. Science of The Total Environment, 658, 973-981. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.193 (14.04.2020)

• Tawney, E. (2019). A green use for old drilling platforms? Loetud aadressil: https://www.nexstep.nl/wp-content/uploads/2019/09/pp22-23-Tawney.pdf (05.04.2020)

• The Seasteading Institute. Research. Loetud aadressil: https://www.seasteading.org/overview/ (06.05.2020)

• Todd V. L. G., Warley J. C., Todd I. B. (2016). Meals on Wheels? A Decade of Megafaunal Visual and Acoustic Observations from Offshore Oil & Gas Rigs and Platforms in the North and Irish Seas. PLoSONE 11(4): e0153320. DOI: https://doi.org/DOI:10.1371/journal.pone.0153320 (22.04.2020)

• Urbina, I. (2019). The Pint-Size Nation off the English Coast. Loetud aadressil: https://www.theatlantic.com/international/archive/2019/08/sealand-outlaw-ocean-tiniest-nation/596074/ (08.05.2020)

• Urbina, I. (2015). "Vacation in Rome? Or on That Oil Rig?" Loetud aadressil: https://www.nytimes.com/2015/08/16/sunday-review/vacation-in-rome-or-on-that-oil-rig.html (29.04.2020)

• Vatanparast, S. (2016). Evacuation from blazing oil platform. Loetud aadressil: https://safety4sea.com/evacuation-from-blazing-oil-platform/ (07.05.2020)

• "What Are Working Conditions Like On An Offshore Rig?" Oiljobfinder. Loetud aadressil: https://www.oiljobfinder.com/members/oilproduction/offshore-working-conditions/ (28.04.2020)

• Wind Rose Network. Loetud aadressil: http://www.windrosenetwork.com/Life-On-an-Offshore-Oil-Rig (27.04.2020)

JOONISTE LOETELU

Joonis 1. Ühed esimesed naftapuurtornid Californias, u. 1901. (NOAA)
Joonis 2. Üks esimestest vette paigaldatud platvormidest. (NOAA)
Joonis 3. Naftaplatvormide suur kontsentratsioon Mehhiko lahe lääneosas. (Gulf of Mexico Data Atlas)
Joonis 4. Avamere nafta- ja gaasiplatvormide peamised tüübid. (Autori joonis)
Joonis 5. Fikseeritud nafta- ja gaasiplatvormide võrdlus Eiffeli torniga. (Maribus, 2014)
Joonis 6. Naftaplatvormi alustorni ehitus California rannikul. (Bulls & Love, 2018)
Joonis 7. Troll A gaasiplatvormi pukseerimine – suurim inimese liigutatud objekt. (Twistedsifter, 2015)
Joonis 8. Troll A betoonjala sisemus. (Equinor)
Joonis 9. Tänapäevased eluruumid avamere platvormil. (Almaco, 2020)
Joonis 10. Tüüpiline platvormil kasutatav konteinerelamu. (Oceanwavemarine.com)
Joonis 11. VB 10 000 - spetsiaalne platvormide transportimiseks loodud kraanaga alus. (NOIA)
Joonis 13. Riffeerimise viisid. (Bull & Love, 2018)
Joonis 12. Mereelu mahajäetud naftaplatvormi ümber Mehhiko lahes. (BSEE)
Joonis 14. Nextstep'i nafta- ja gaasiplatvormide taaskasutamise plaan.(Tawney, 2019)
Joonis 15. Endine tuletorn Põhja-Carolina lähedal. (Frying Pan Tower)
Joonis 16. Sukeldumishotelliks muudetud naftaplatvorm. (Seaventures)
Joonis 17. Sukeldujaid vee alla viiv lift. (Seaventures)
Joonis 18. Endine Briti kaitserajatis "Sealand". (Patowary, 2014)
Joonis 19. Merel elavad Hiina kalurid. (Daily Mail Reporter, 2013)
Joonis 20. Maldiivide uus elupaik naftaplatvormil. Lõige. (Goodwin, 2015)
Joonis 21. Vaade veemuuseumile (Autori joonis)
Joonis 22. Olemasolev platvorm (Proximity Island arhitektuurikonkursi lähteandmetest)
Joonis 23. Asendiskeem (Autori joonis)
Joonis 24. Asendiplaan (Autori joonis)
Joonis 25. Vaade platvormidele paadilt (
Joonis 27. Veealune baar (Autori joonis)
Joonis 28. Veealuse korruse plaan (Autori joonis)
Joonis 29. Aksonomeetriline lõige (Autori joonis)
Joonis 30. 2. korruse plaan (Autori joonis)
Joonis 31. 3. korruse plaan (Autori joonis)
Joonis 32. 4. korruse plaan (Autori joonis)
Joonis 33. 5. korruse plaan (Autori joonis)
Joonis 34. Vaade ühisalalt (Autori joonis)
Joonis 35. Lõige I-I (Autori joonis)
Joonis 36. Ülemiste näitusekorruste plaanid (Autori joonis)
Joonis 37. Vaade läänest (Autori joonis)
Joonis 38. Vaade lõunast (Autori joonis)
Joonis 39. Peanäitusesaal (Autori joonis)
Joonis 40. Funktsioonide skeem (Autori joonis)