

Jūras teritorijas lietojuma veidi Zilās izaugsmes kontekstā un to ietekme uz Latvijas teritoriālo jūras ūdeņu vidi



Dr.biol. Ingrīda Puriņa, MSc Sandra Sprukta

Latvijas Hidroekoloģijas institūts

IEVADS

Zilā izaugsme ir ilgtermiņa stratēģija, lai nostiprinātu ilgtspējīgu izaugsmi jūrlietu jomā un jūras ekonomikas nozarē kopumā. Tajā atzīts, ka jūras un okeāni stimulē Eiropas tautsaimniecību, turklāt tām raksturīgs liels inovatīvs un izaugsmes potenciāls. Jūra un tās piekraste tradicionāli ir bijuši ekonomikas virzītājspēki, taču šobrīd jūras nozīmi pastiprina jauni faktori. Tehnikas attīstība ir strauji paplašinājusi iespējas strādāt atklātā jūrā aizvien dziļākos ūdeņos, tālāk no krasta, ilgstošāk. Turklāt kļuvis skaidrs, ka zemes un saldūdens resursi ne tikai nav neizsmeļami, bet jau sāk izsīkt, liekot meklēt iespējas kā pārtiku un enerģiju varētu nodrošināt okeāns, kas veido 71 % no mūsu planētas virsmas.

Zilās izaugsmes stratēģija integrē jūrlietu politikas pasākumus: zināšanas par jūru, lai uzlabotu piekļuvi informācijai par jūru; jūras telpisko plānošanu, lai nodrošinātu efektīvu un ilgtspējīgu jūras apsaimniekošanu, kā arī integrētu jūras uzraudzību, lai atbildīgajām iestādēm būtu pieejama konkrētāka informācija par norisēm jūrā.

Zilās izaugsmes stratēģija ietver arī konkrētas jūras baseinu stratēģijas — vispiemērotākos pasākumu kopums, lai veicinātu ilgtspējīgu izaugsmi, kurā ņemti vērā vietējie klimatiskie, okeanogrāfiskie, ekonomiskie, sociālie un kultūras faktori katrai no Eiropas jūrām, tai skaitā arī Baltijas jūrai. Tāpat Zilā izaugsme paredz piecus galvenos ekonomiskās izaugsmes veidus: akvakultūru, piekrastes tūrisma, jūras biotehnoloģiju, atjaunojamās enerģijas un derīgo izrakteņu ieguves attīstību jūrā.

Akvakultūras izaugsmei Eiropā varētu būt liels potenciāls, kas spētu nodrošināt augstvērtīgus produktus patērētājiem, kuri izvēlas svaigus, uzticēšanās vērtus produktus, turklāt aizvien biežāk arī tādus, kas iegūti ilgtspējīgā veidā vai bioloģiskajā akvakultūrā. Akvakultūras attīstību kavē tādi faktori kā jūras telpas trūkums akvakultūras vajadzībām, konkurence pasaules tirgū un administratīvi ierobežojumi, jo īpaši attiecībā uz licencēšanas procedūrām. Tā rezultātā Eiropas akvakultūras produkti ir ļoti kvalitatīvi un augstvērtīgi, bet, salīdzinot ar Āzijas valstu produkciju, arī ļoti dārgi. Akvakultūras nozares attīstība būtu nepieciešama piekrastes kopienu iedzīvotājiem kā papildus darba vietas un ienākumu avots, vienlaikus mazinot zvejas radīto slodzi uz savvaļas zivju populācijām un palīdzot saglabāt zivju krājumus.

Piekrastes tūrisms un kruīzu tūrisms Eiropā šobrīd iegūst jaunu aktualitāti gan piekrastes ārkārtīgā skaistuma un daudzveidības, gan arī sakārtotās infrastruktūras un daudzveidīgā izklaižu piedāvājums dēļ. Dažos reģionos piekrastes kopienām tūrisms ir tikai papildu ienākumu avots, bet citos tas ir būtisks vietējās ekonomikas pamats. Jebkura tūrisma veida pamatā ir veselīga, iespējami neskarta vide. Tīriem peldūdeņiem un neskartiem jūras un piekrastes biotopiem piemīt augsta ekoloģiskā vērtība, kas

labvēlīgi ietekmē ekoloģiskā tūrisma izaugsmes potenciālu. Taču, pieaugot tūrisma intensitātei, vienlaikus pieaug arī slodze tūrisma apskates objektiem un izmantojamajiem biotopiem, kas var ievērojami mazināt to vērtību. Tāpēc valsts iestādēm jāizmanto stratēģiska pieeja, lai palīdzētu veidot vajadzīgo infrastruktūru, piemēram, pietātnes, ostas iekārtas un transporta infrastruktūru. Tas jāpapildina ar pasākumiem, kas palīdz uzlabot tūrisma piedāvājumu ārpussezonas laikā un samazina piekrastes tūrisma lielo "oglekļa pēdu" un ietekmi uz vidi.

Jūru biotehnoloģija ir ļoti jauna un mazizpētīta ekonomikas nozare. Zemūdens pasaule ir tikai daļēji pazīstama no sugu daudzveidības viedokļa, bet ļoti maz izpētīts ir organismu biokīmiskais sastāvs un tā potenciāls ekonomikas attīstībā. Pirmie panākumi ir gūti pretvīrusu un pretvēža preparātu izstrādē, kuru izejvielas ekstrahētas no tropu reģiona sūklīem un bezmugurkaulniekiem. Taču, lai atrastu šādus bioloģiski vērtīgus savienojumus, nepieciešama detalizēta jūras iemītņu izpēte, lai noskaidrotu to dzīves apstākļus un toleranci pret dažādiem stresa faktoriem. Kā atsevišķs biotehnoloģiju izmantošanas veids varētu būt proteīnu, tauku un ogļhidrātu ieguve no kultivētiem jūras organismiem, kas varētu tikt izmantoti gan pārtikai, gan lopbarības un ķīmiskajai rūpniecībai. Jūras biotehnoloģija potenciāli būtu izmantojama, lai pētītu biodegvielas ieguves iespējas no jūras aļģēm, jo jau šobrīd biodegvielas ieguvei kultivēto augu platības aizņem pārāk daudz pārtikas ražošanā izmantojamās platības.

Jūra, vējš un viļņi ir nesaraujami saistīti ne tikai dzejā, bet arī potenciāli izmantojami enerģijas ieguvē. Jūras atklātās platības ir ļoti vilinošas vēja enerģijas ieguvei, būvējot vēja parkus atklātā jūrā un ekonomējot sauszemes platības. Jūrās un okeānos ar izteiktām plūdmaiņas straumēm var darbināt plūdmaiņu elektrostacijas. Plašāk varētu tikt pielietotas viļņu enerģijas elektrostacijas gan vietās ar plūdmaiņu straumēm, gan pie ostu moliem un citur. Potenciāli izmantojamas būtu arī okeāna termālās enerģijas konversijas stacijas.

Jūras derīgo izrakteņu izmantošanas jomā šobrīd ir uzkrāta liela pieredze darbā ar naftas un gāzes ieguves platformām. Nelielos apjomos no jūras tiek iegūtas smiltis un grants, taču tehniskā aprīkojuma pieejamība ļauj apsvērt arī minerālu, piemēram, kobalta, vara un cinka ieguvi no jūras dzelmēm. Tiek izvirzītas pat fantastiskas idejas par metālu sulfīdu ieguvi no okeāna plātņu lūzuma zonu hidrotermālajiem avotiem, kur lielā dziļumā, karstumā un spiedienā no zemes dziļēm līdz ar vulkāniskajām gāzēm izplūst daudz vērtīgu metālu savienojumu. Taču šīs unikālās ekosistēmas ir ļoti maz izpētītas un cilvēku darbības sekas šādās vietās ir pilnīgi neprognozējamas. Ekonomikas izaugsme šādā jomā slēpj augstu risku, dārgas mērķorientētas pētniecības un ieguves metodes, turklāt jāsaņem licences darbam starptautiskos ūdeņos un jābūt nodrošinātiem stingriem pasākumiem pret unikālu ekosistēmu apdraudēšanu.

Veicinot ekonomikas izaugsmi jūrās, jāņem vērā arī Jūras stratēģijas pamatdirektīva, kas paredz nodrošināt ekosistēmas pieeju jūras resursu pārvaldē, lai līdz 2020.gadam jūras ūdeņi atbilstu labam ekoloģiskajam stāvoklim un to ekoloģiskā kvalitāte tiktu ilgstoši saglabāta.

JŪRAS TERITORIJAS IZMANTOŠANAS VEIDU POTENCIĀLS BALTIJAS JŪRAS SPECIFISKAJOS APSTĀKĻOS

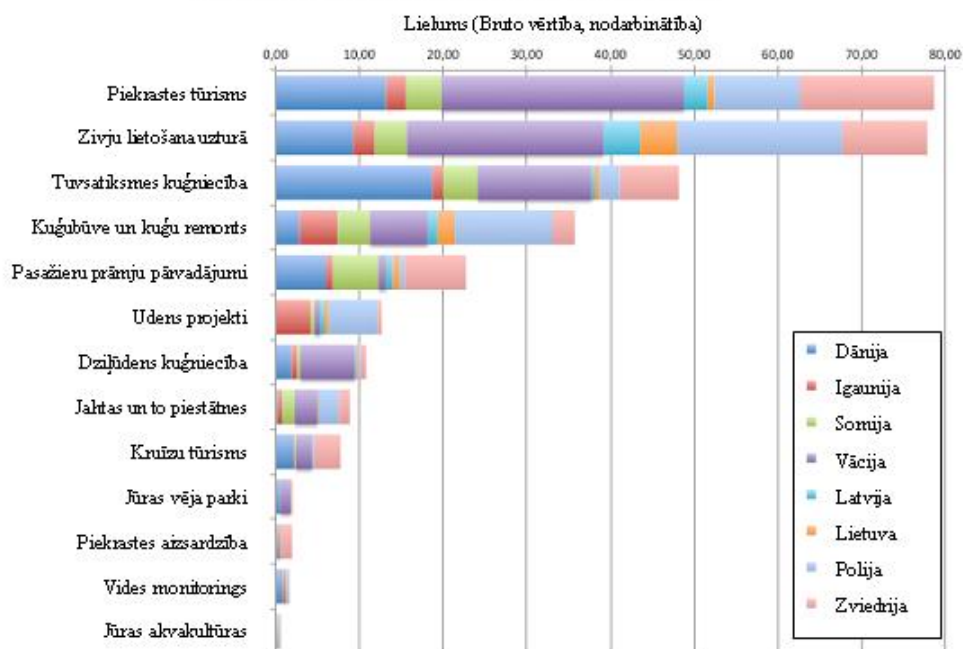
Baltijas jūras reģionam ir visi nepieciešamie priekšnoteikumi inovatīvas un ilgtspējīgas jūras ekonomikas veiksmīgai attīstībai. Salīdzinot ar citiem ES reģioniem, tam ir zemāks bezdarba līmenis, lielāki izaugsmes tempi un zemāks valdības parādu struktūras rādītājs. Tas saistīts ar reģionā spēcīgi attīstīto pētniecību, inovācijas pasākumiem un ciešajām sadarbības tradīcijām. Baltijas jūras reģiona blīvi apdzīvotajā piekrastes zonā notiek intensīva jūras un tās ekosistēmu izmantošana, bet jāņem vērā, ka jūras ekonomiskā attīstība būs veiksmīga tikai tad, ja jūras resursi tiks izmantoti ilgtspējīgi.

Lai Baltijas jūras reģions specifiskajos apstākļos panāktu visveiksmīgāko jūras ekonomisko izaugsmi, 2014.gada 16.maijā Briselē Eiropas Komisija ir izdevusi dokumentu „*A Sustainable Blue Growth Agenda for the Baltic Sea Region*”, kā mērķis ir papildināt pašreizējo ES stratēģiju Baltijas jūras reģionam, nosakot teritorijas, kurās jāliek uzsvars uz Zilo izaugsmi.

Baltijas jūras reģionā jūras ekonomika ietver sevī gan tradicionālās, gan jaunās nozares - sākot ar kuģubūvi, zvejniecību, jūras transportu un beidzot ar jūru biotehnoloģiju, piekrastes tūrismu, atjaunojamo enerģiju, kā arī naftas un gāzes iekārtām.

1.attēlā attēlotas nozīmīgākās jūras ekonomikas aktivitātes Baltijas jūras reģionā, kas noteiktas, pamatojoties uz pievienoto bruto vērtību un nodarbinātību, kā arī katrā rindā dots sadalījums pa dalībvalstīm. Redzams, ka līdz šim lielākā jūrniecības ekonomikas aktivitāte ir bijusi piekrastes tūrismam un zivju lietošanai uzturā. Trešajā vietā, ievērojami atpaliekot, ir tuvsatiksmes kuģniecība, tad seko kuģubūve un kuģu remonts.

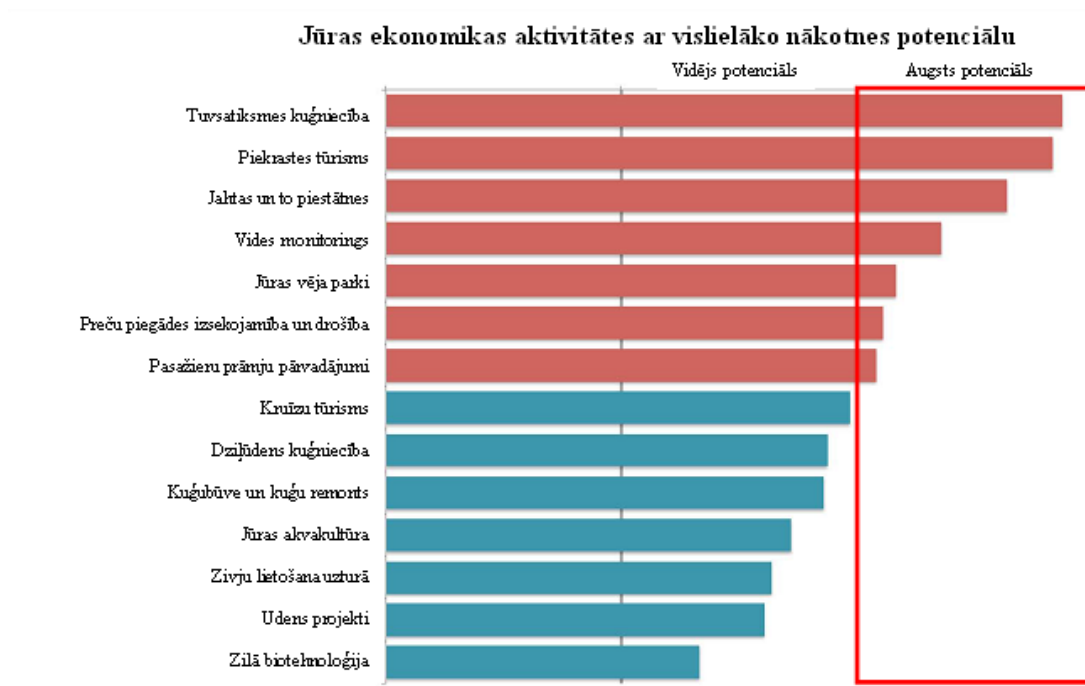
Jūrnecības ekonomikas aktivitāšu lielums



1.att. Jūras ekonomikas aktivitāšu lielums kopumā Baltijas jūras reģionā (Datu avots: European Commission „A Sustainable Blue Growth Agenda for the Baltic Sea Region”, Brussels, 16.05.2014)

Neskatoties uz smago lejupslīdi, pēdējā laikā vairākas jūras ekonomiskās aktivitātes Baltijas jūras baseina reģionā sasniegušas diezgan ievērojamus izaugsmes tempus. Pamatojoties uz Eurostat datiem, laika periodā no 2008-2010.gadam reģionā jūras vēja parku apjoms pieaudzis par 20%, kruīzu tūrisms – par 11% un jūras akvakultūra – par 13% (European Commission „A Sustainable Blue Growth Agenda for the Baltic Sea Region”, Brussels, 16.05.2014).

Turklāt, pamatojoties uz kvalitatīvo un kvantitatīvo analīzi, Zilā izaugsme pēta tuvsatiksmes kuģniecību, piekrastes un kruīzu tūrismu, jūras vēja parkus, kuģubūvi, akvakultūru un zilās biotehnoloģijas kā daudzsološākās Baltijas jūras reģiona jūras ekonomikas nozares (2.att.). Šīm nozarēm kopīga ir augstā inovācija, konkurētspēja Eiropas un pasaules tirgos, augsta ilgtspēja un šobrīd vai nākotnē radītais ievērojamais darba vietu skaits.



2.att. Jūras ekonomikas aktivitātes ar vislielāko nākotnes potenciālu kopumā Baltijas jūras reģionā (Datu avots: European Commision „A Sustainable Blue Growth Agenda for the Baltic Sea Region”, Brussels, 16.05.2014)

Baltijas jūra ir jaunākā jūra uz planētas, tā ir gandrīz noslēgta, atrodas tuvu arktiskajiem apgabaliem un ir viena no pasaules lielākajām iesāļo ūdeņu jūrām. Tajā ir unikālas ekosistēmas, ļoti specifiskas eutrofikācijas problēmas un jūra ir ļoti neaizsargāta pret aļģu ziedēšanu un bīstamām vielām. Tā ir viena no pasaules noslogotākajām jūrām ar kuģniecību, jo īpaši naftas pārvadājumu ziņā, kā arī ar piekrastes tūrismu un jūras vēja parku projektiem.

Tādas aktivitātes kā zivsaimniecība, akvakultūra un piekrastes tūrisms ir ļoti atkarīgas no veselīgas vides un tīra ūdens. Tādēļ uzdevums ir veicināt ekonomikas attīstību, balstoties uz inovāciju potenciālu, vienlaikus ilgtermiņā nodrošinot ekoloģisko stabilitāti.

Šobrīd Baltijas jūras reģionā **akvakultūra** joprojām ir samērā ierobežota un galvenokārt vērsta uz saldūdens sugām. Tomēr jūrā saražotie apjomi ir palielinājušies. Zinātniskie pētījumi un pilotprojekti paredz daudzsoļas perspektīvas nākotnē akvakultūras sistēmas attīstībai.

Lai gan **zilās biotehnoloģijas** nozares potenciāls ir atzīts par būtisku, tas šobrīd ir tālu līdz īstenošanai un tā tālāka attīstība lielā mērā būs atkarīga no stratēģiskākas pieejas šai nozarei visā Baltijas jūras reģionā.

2014.gada janvārī Eiropas Komisija pieņēma ziņojumu par **jūras atjaunojamās enerģijas** ražošanas attīstīšanu un rūpniecisku īstenošanu. Reģionam ir pieredze un turpmākās iespējas jūras atjaunojamās enerģijas tehnoloģiskai attīstībai, tas ir, viļņu enerģijai, kā arī tehnoloģijām gāzes un naftas nozarē.

Turklāt nepārtraukti pieaug pieprasījums pēc zivīm un zivju produktiem, īpaši no Krievijas tirgus. Līdz šim bijusi nepārtraukta izaugsme **zivju apstrādes sektorā**, kas ir otrs nozīmīgākais sektors pēc nodarbinātības un pievienotās bruto vērtības Baltijas jūras ekonomikā. Lai saglabātu šo konkurences pozīciju, ļoti svarīgas ir tehnoloģiju un produktu inovācijas.

Lai risinātu šīs problēmas, dalībvalstis varētu apsvērt **vienota Baltijas ģenerālplāna** izveidošanu ilgtspējīgai, novatoriskai jūras un jūras tehnoloģiju attīstībai. Plāns palīdzētu efektīvāk piesaistīt finansējumu no dažādiem esošiem nacionālajiem Eiropas finanšu instrumentiem, piemēram, nacionālās pētniecības programmas, struktūrfondiem, Horizon 2020, BONUS.

Jūras un piekrastes ekosistēmu aizsardzībai ir būtiska nozīme ilgtermiņa ilgtspējīgas ekonomiskās izaugsmes nodrošināšanā. Baltijas jūra ir noteikta kā īpaši jutīga jūras teritorija un kopš 2007.gada tā ir sēra emisiju kontroles zona. Komisija šobrīd sadarbojas ar dalībvalstīm, lai noteiktu Baltijas jūru arī par NOx emisiju kontroles zonu, tādējādi palielinot **kuģniecības ilgtspēju**. Tam būs pozitīva ietekme uz cilvēku veselību un vidi un sniegs konkurences priekšrocības uzņēmumiem, kas jau ir izvēlējušies investēt nepieciešamajās tehnoloģijās. Lai gan jaunie vides un drošības noteikumi tiek uzskatīti par lielāko kuģniecības nozares izaicinājumu un rada papildus izmaksas kuģniecības operatoriem, tajā pašā laikā tie rada uzņēmējdarbības iespējas un ir nozīmīgs zilās izaugsmes virzītājspēks.

Galvenā inovācija jūrniecības nozarē šobrīd ir **sadarbība un partnerattiecības**. Baltijas jūras reģiona dalībvalstis jau gūst labumu no Eiropas Komisijas īpaši izveidotās viedās specializācijas platformas, kas veidota, lai veicinātu labāku pieredzes apmaiņu, sniegtu konsultācijas politikas veidotājiem un palīdzētu tiem koncentrēt savus resursus uz tām jomām, kurās tiem ir relatīva priekšrocība.

Viena no visstraujāk augošajām nozarēm Baltijas jūras reģionā ir **kruīzu tūrisms**, tas ir lielisks piemērs sadarbībai jūras baseina mērogā, ko nākotnē varētu uzlabot, paplašinot pievilcīgu kruīza galamērķu tīklu. Lai gan piekrastes un jūras tūrisma nozares savstarpēji konkurē, jācenšas stiprināt to ciešāku sadarbību, jo īpaši, lai visā reģionā kopumā risinātu sezonalitātes jautājumus.

Komisija ir pieņēmusi Eiropas stratēģiju izaugsmes un nodarbinātības palielināšanai piekrastes un jūras tūrismā, kas ierosina virkni iniciatīvu un pasākumu, lai palielinātu šo daudzsološo nozari un veicinātu novatoriskas pieejas. Lai risinātu ar tūrismu saistītās problēmas, balstoties uz esošajiem centieniem, Baltijas jūras reģiona dalībvalstīm jāapsver iespēja izstrādāt visaptverošu stratēģiju piekrastes un jūras tūrismam, iekļaujot pašvaldības iestādes un tūrisma operatorus.

Baltijas jūras zivju krājumu vispārējais stāvoklis ir iepriecinošs. Arvien pieaug sadarbība starp ES pārvaldi un zvejniecības nozarēm un to nacionālajām pārvaldēm, it īpaši saistībā ar BALTFISH projektu. Turpmāka šīs nozares attīstība ir atkarīga no reformētās Kopējās zivsaimniecības politikas efektīvas īstenošanas, sevišķi, lai nodrošinātu visu zivsaimniecības resursu ekspluatāciju maksimāli ilgtspējīgas ieguves līmenī un izskaustu izmetumus. Pastiprināts dialogs un partnerība starp zvejniecības

nozari un zinātnes pasauli palīdzēs noteikt un attīstīt aizvien ilgtspējīgākas zvejniecības tehnoloģijas un praksi.

Lai jūras ekonomika sasniegtu savu potenciālu, tai vajadzīgi cilvēki ar atbilstošām prasmēm un kvalifikāciju. Tas jo īpaši attiecas uz jaunajām nozarēm – zilo biotehnoloģiju un jūras vēja enerģiju. Tajā pašā laikā prasmju un jūrniecības profesiju attīstīšana ir svarīga arī nozarēm ar labu izaugsmes potenciālu, piemēram, jūras transportam un piekrastes tūrismam, kur viena no problēmām ir piemērotu prasmju un kompetences trūkums, kā arī darbaspēka novecošana.

Labi funkcionējošai piekrastes un jūras ekosistēmai būtiska ir piekrastes aizsardzība un vides monitorings. Pētījumā par Zilo izaugsmi Baltijas jūrā tika secināts, ka nākotnē šajā nozarē ir sagaidāma izaugsme galvenokārt privātajā sektorā, kam seko pētniecība un publiskais monitorings, jo, atbalstot infrastruktūras projektus (piemēram, jūras vēja parkus), pieaug pieprasījums pēc jūras datu un analīžu produktiem.

Jūrniecība ir nozīmīga komponente ES stratēģijas Baltijas jūras reģionam (ESSBJR) rīcības plānā. Un ES Padome atbalsta vēl ciešāku sasaisti starp ESSBJR un jūrniecības politiku. Darbs, uzsākts saskaņā ar ESSBJR, ir labs pamats tālākai attīstībai tādās jomās kā kuģošana, uzraudzība un datu apmaiņa, jūras vides aizsardzība, klimata izmaiņas un zivsaimniecības pārvaldība.

Ir nepieciešams stiprināt ESSBJR uzmanību uz Zilo izaugsmi, veicinot izpratni caur Zilās izaugsmes veiksmes stāstiem, padarot Zilo izaugsmi par pārnozaru jautājumu uz jūru orientētām prioritārajām jomām un/vai horizontālajiem pasākumiem, un izveidojot īpašu Zilās izaugsmes atbalsta mehānismu.

Fokusēšanos uz Zilo izaugsmi varētu veicināt šādi:

- ESSBJR rīcības plāna stiprināšana vairākās saistītās jomās, proti, enerģētika, inovācijas prioritāro jomu mazie un vidējie uzņēmumi, kā arī ilgtspējīga attīstība un bioekonomika horizontālajos pasākumos. Tas varētu ietvert jaunus jūras galvenos projektus, kas saistīti ar jūras enerģētiku, akvakultūru, zilo biotehnoloģiju, jūras tehnoloģijām, prasmēm un klasteru attīstību.
- Kuģniecības jomā uzmanība jāvērs no pētniecības un teritoriālās sadarbības uz investīciju atbalstu, ņemot vērā vairākos projektos gūto pieredzi. Sašķidrinātās dabasgāzes infrastruktūras attīstība, balstoties uz nesenajiem Komisijas priekšlikumiem, ir labs virziens.
- Zivsaimniecība un ar inovācijām saistītās prioritārās jomas varētu nostiprināt, iekļaujot ilgtspējības aspektu projektos – zivju pārstrādes un vides un ekonomisko risinājumu projektos, kā arī kopīgas Baltijas akvakultūras mārketinga shēmas.
- Zilajai biotehnoloģijai joprojām ir nenoizīmīga loma dalībvalstu attīstības stratēģijā un tā būtu jānostiprina jūras līmenī. Ir jānosaka saikne ar citām prioritārajām jomām, piemēram, lauksaimniecību, maziem un vidējiem uzņēmumiem, veselību un iekšējo tirgu.

- Jūras vēja enerģijas un saistītā tīkla attīstība nav pārāk pamanāma ESSBJR un varētu iegūt lielāku nozīmi, izmantojot īpašus mērķus enerģētikas prioritārajā jomā, specializētākus galvenos projektus un ciešāku saikni ar maziem un vidējiem uzņēmumiem un inovāciju prioritārās jomas un horizontālo aktivitāšu telpisko plānošanu.
- Tūrisma prioritārās jomas darbību varētu paplašināt, lai risinātu sezonālātes, kruīza ceļojumu galamērķu mazākiem kuģiem vai jahtu un to ostu tīkla izveidošanas jautājumus. Attīstot reģionu kā vienotu veselumu, tiktu piesaistīti tūristi no ārpus Baltijas jūras reģiona. Dalībvalstis varētu apsvērt iespēju izstrādāt visaptverošu stratēģiju piekrastes un jūras tūrismam, iekļaujot pašvaldības iestādes un tūrisma operatorus.
- Lai risinātu ilgtspējas jautājumus un sekmētu jūras un jūrniecības tehnoloģiju inovācijas un saikni ar Horizon 2020, dalībvalstis varētu apsvērt vienotu Baltijas ģenerālplāna attīstības pieeju jūras un jūrniecības tehnoloģijām.
- Nākotnē var attīstīt galvenās iniciatīvas saistībā ar pielietojuma iespējām jūras koeksistences izmantošanai.
- Lai izpētītu sinerģiju starp attiecīgajām Zilās izaugsmes prioritārajām jomām un horizontālajiem pasākumiem, varētu apsvērt iespēju strādāt kopā zem Zilās izaugsmes lietussarga/ klastera.
- Pozitīvā pieredze Zilās izaugsmes ekoloģisko problēmu risināšanā ikgadējos ESSBJR forumos jāturpina un nākotnē vēl jānostiprina (European Commission „A Sustainable Blue Growth Agenda for the Baltic Sea Region”, Brussels, 16.05.2014).

Baltijas jūras reģiona ilgstošās sadarbības kultūra ir radījusi lielu skaitu politisko un ekonomisko tīklu, kas vērsti uz vides un ekonomikas sadarbību un labāku pārvaldību. Ilgstoša un aktīva sadarbība ar HELCOM ļāva Baltijas jūrai būt pirmajam jūras reģionam, kas sasniedz aizsargājamo jūras teritoriju mērķus, kas noteikti ANO konvencijā par bioloģisko daudzveidību (2013.g. 3.oktobrī, Kopenhāgenā), Baltijas jūras reģiona valstis apstiprināja savu apņemšanos padarīt reģionu par ilgtspējīgas izaugsmes modeli.

Turklāt Baltijas jūras konference 2013.gadā aicināja uz nepārtrauktu daudznazaru platformu turpmākajām diskusijām par Zilās izaugsmes jautājumiem un īpaši saikni starp Zilo un Zaļo izaugsmi, koncentrējoties uz attīstību un inovatīvo tehnoloģiju ieviešanu, kas stiprina jūras un piekrastes aktivitāšu ilgtspēju.

Viens no galvenajiem šķēršļiem, kas kavē jūrniecības ekonomikas attīstību Baltijas jūras reģionā un citur, ir finansējums.

Ierosinātie **Eiropas strukturālie investīciju fondi** 2014-2020.g. finansēšanas periodam ir izstrādāti, lai pielāgotu jūras baseinu/makro-apgabalu stratēģijai un Zilajai izaugsmei. Nākotnes programmas centrā būs ilgtspējīgs tūrisms, atjaunojamā enerģija un jūrniecības nozare.

Privāto un valsts līdzekļu kombinācija ESSBJR atbalstītajos projektos šobrīd ir ierobežota un tā būtu jānostiprina. Turklāt, lai sagatavotu Zilās izaugsmes projektus, ir jāizmanto ESSBJR Projektu izstrādāšanas instruments.

Baltijas jūras reģiona specifiskās īpašības sniedz iespēju apvienot vides problēmu risinājumus, tai skaitā klimata pārmaiņas, ar ekstraordinārām vērtībām, tādām kā konkurētspējīgām un inovatīvām pētniecības un uzņēmējdarbības nozarēm un spēcīgām ESSBJR sadarbības tradīcijām. Šīs priekšrocības var izmantot, lai sasniegtu ilgtspējīgas Zilās izaugsmes programmu Baltijas jūras reģionā. Panākumu atslēga būs mērķtiecīgi atbalstīti jūrniecības projekti, ilgtspējīgu jūrniecības tehnoloģiju ilgtspējīgas inovācijas un pārdomātas specializācijas, jaunu prasmju attīstība, efektīva un saskaņota infrastruktūra, kas atbalsta jūrniecības saimnieciskās darbības attīstību, uz nākotni vērsta pieeja jūras un piekrastes izmantošanai, ņemot vērā klimata pārmaiņas un, pats galvenais, uzlabojot piekļuvi finansējumam.

POTENCIĀLIE JŪRAS TERITORIJAS LIETOJUMA VEIDI LATVIJAS TERITORIĀLAJOS ŪDEŅOS UN TO IETEKME UZ JŪRAS VIDI

AKVAKULTŪRA

ZIVJU AKVAKULTŪRA



IEVADS

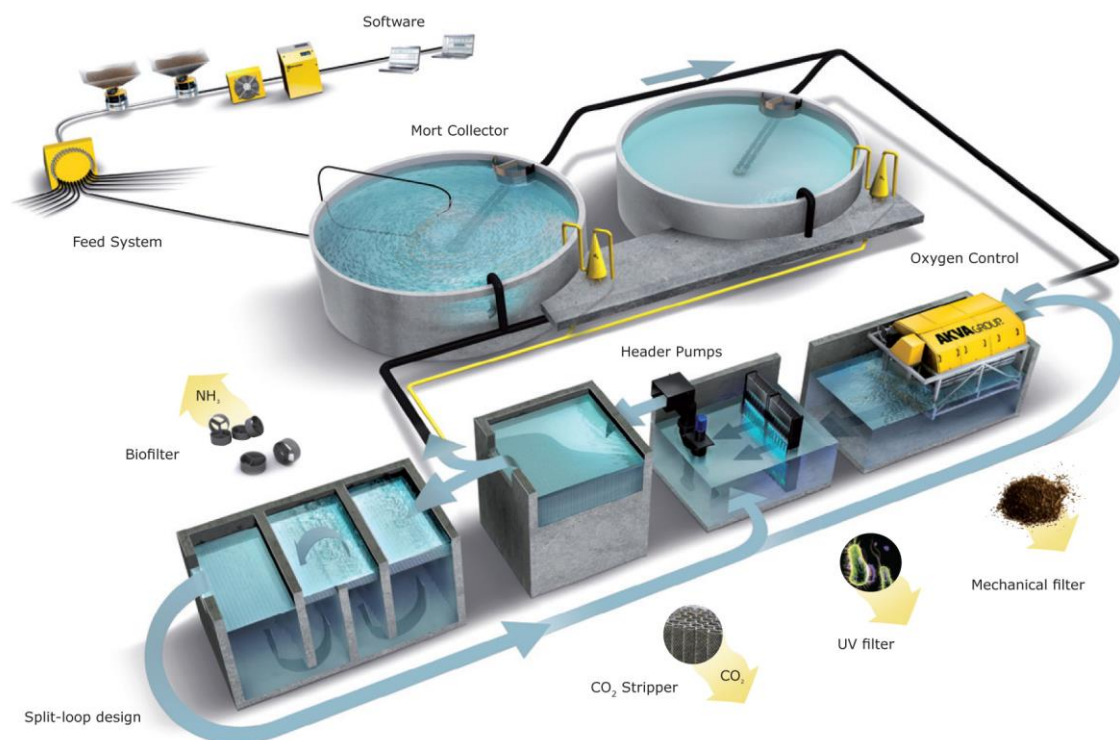
Aktivitātes **mērķis** ir ilgtspējīga akvakultūras attīstība Baltijas jūrā, kas nepiesārņo jūras vidi; neiztukšo dabiskos zivju resursus vai nenodara tiem ilgstošu ļaunumu; izmanto ilgtspējīgus barības resursus; nav atkarīga no fosilo resursu izmantošanas.

Plānojot akvakultūras attīstību Baltijas jūrā, neizbēgami būs jāatrisina vairākas vides problēmas, kas saistītas ar akvakultūru, ja vēlamies panākt tās ilgtspējīgu darbību. Galvenās problēmas ir akvakultūrā izmantoto ūdeņu piesārņojums ar barības vielām un medikamentiem; mijiedarbība ar dabiskajām zivju populācijām un ekosistēmu; neilgtspējīga dabisko zivju populāciju izmantošana akvakultūras zivju barībā.

ZIVJU AKVAKULTŪRAS VEIDU IETEKME UZ VIDI

Šobrīd tiek izmantoti 4 veidu akvakultūras risinājumi: atklātie sprostī jūrā, recirkulācijas sistēmas, recirkulācija ar akvaponiku un integrētās multitrofiskās sistēmas. Apkopojot pieejamos literatūras datus redzams, ka atklātā sprostu akvakultūra Baltijas jūrā ir kategoriski noraidāma, jo atstāj tikai negatīvu efektu uz apkārtējo vidi: palielina eitrofikāciju, samazina ūdens caurredzamību un peldūdeņu kvalitāti, negatīvi ietekmē biogeoķīmiskos ciklus, barības ķēdes, bioloģisko daudzveidību un apdraud zivju resursus (SUBMARINER Report 4, 2013).

Akvakultūra recirkulācijas sistēmā un akvaponika darbojas uz sauszemes un tāpēc to ietekme uz jūras vidi potenciāli ir daudz mazāka. Šobrīd ideāls risinājums liekas akvaponikas sistēma, taču liela mēroga ražošana līdz šim vēl nav uzsākta, tāpēc to patiesā ietekme uz vidi vēl nav zināma. Recirkulācijas sistēmas (3.att.) ir uzstādītas uz

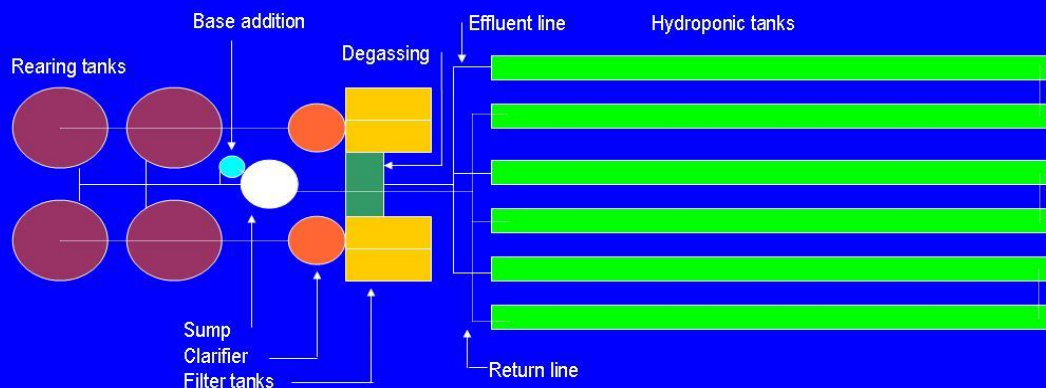


3.att. Akvakultūra recirkulācijas sistēmā shematisks attēlojums.

sauszemes, veidojot noslēgtu sistēmu un ūdens apmaiņa ar vidi ir ~10%, bet modernākajās sistēmās jau 1-2%. Lai gan ūdens tiek recirkulēts, tomēr sistēmā cirkulē piesārņojošās vielas, kas ir jānofiltrē un jāaizvāc. Ja slāpekļa un fosfora attīrīšana notiek ar bioloģiskām metodēm, tad akvakultūras bioloģiskajām attīrīšanas ierīcēm ir jābūt pietiekami lielām, apsildāmām, lai to dzīvības procesi turpinātos arī ziemā. Notekūdeņos fosfors adsorbējas uz suspendēto daļiņu virsmām, turpretim slāpeklis parasti tiek izdalīts amonija jonu un urīnvielas veidā (Piedrahita, 2003). Lai notekūdeņu attīrīšana būtu efektīva un ietekme uz vidi minimāla, nepieciešama (vismaz) aerācija, suspendēto (daļiņveida) vielu atdalīšana un biofiltrācija ar denitrifikāciju. Suspendēto vielu aizvākšana eliminē lielu daļu fosfora un neredz slāpekļa, bet biofiltrācija nodrošina amonija jonu transformāciju par nitrātu joniem un tālāku denitrifikāciju. Bez šādas notekūdeņu attīrīšanas vidē izplūstošie notekūdeņi tāpat satur lielus daudzumus barības vielu, kas tāpat negatīvi ietekmēs apkārtējās vides stāvokli.

Līdzīgi ir izveidota akvakultūra recirkulācijas sistēmā ar akvaponiku, kur zivju audzēšanai izmantotais ūdens tiek izmantots augu audzēšanai hidroponikā, bet tādā veidā attīrītais un izfiltrētais ūdens atgriezts atpakaļ zivju audzēšanai (4.att.). Kā galvenais iebildums pret šo sistēmu ir augstā energoietilpība, lai nodrošinātu akvakultūras un hidroponikas darbību visa gada garumā, ņemot vērā Ziemeļeiropas klimatiskos apstākļus. Turklāt augu aizņemtā platība ir proporcionāli lielākā fermas daļa, lai tie spētu patērēt zivju izdalītās barības vielas. Tātad, jo intensīvāka akvakultūra, jo lielāka augu paltība, jo lielākas izmaksas gaismas un siltuma nodrošināšanai augu vajadzībām. Tādi paši argumenti attiecināmi arī uz recirkulācijas sistēmu akvakultūru.

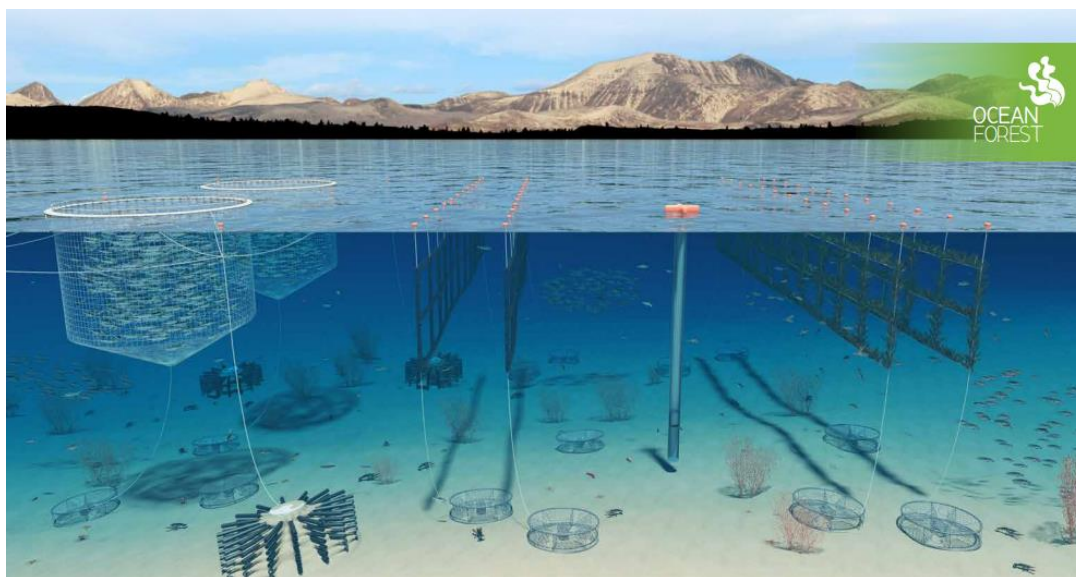
UVI Aquaponic System



Graphic: UVI Aquaculture Program

4.att. Shematisks attēlojums akvakultūras-akvaponikas risinājumam.

Vēl viena risinājuma versija ir integrēto multitrofisko akvakultūras sistēmu veidošana pie jau eksistējošām atklātām zivju sprostu sistēmām (5.att.). Tādā veidā barības vielas, kas nonāk apkārtējā vidē, tiek saistītas aļģu un gliemeņu biomasā, būtiski samazinot ietekmi uz apkārtējo vidi. Turklāt, ja izaudzētās gliemenes un makroaļģes tiek izmantotas zivju barības ražošanai, kas tālāk tiek izmantota zivju barošanai, tad veidojas noslēgts cikls un dabiskās zivju populācijas tiek pasargātas no pārzvejas (Holmer, 2010). Tomēr pilnībā izstrādātu tehnoloģisku risinājumu vēl nav.



5.att. Integrētās multitrofās akvakultūras shematisks attēlojums.

Apsverot visu akvakultūras veidu pozitīvās un negatīvās īpašības, iespējams videi draudzīgākais akvakultūras veids ir integrētās multitrofās akvakultūras, kas ietver sabalansētu zivju, gliemeņu un aļģu produkciju.

ZIVJU BARĪBAS IETEKME UZ VIDI

Lai gan akvakultūras tehniskie risinājumi var būt ļoti dažādi, tomēr noteicošā loma ietekmē uz apkārtējo vidi ir zivju barībai un barošanas režīmam (Tacon and Forster, 2003; Mente et al., 2006). Īpaši svarīgi tas ir atklātu sprostu akvakultūrām. Vidē nonākošās izšķīdušās un daļiņveida organiskās un neorganiskās vielas rodas tieši no zivju barības pārpalikumiem - neapēstiem, nesagremotiem, pārstrādātiem (Cho and Bureau, 2001). Šo pārpalikumu ietekme uz vidi atšķiras atkarībā no akvakultūras tipa un apkārtējās vides asimilēšanas spējas (Tacon, Metian, 2008). Kopumā, jo intensīvāka akvakultūra, jo vairāk barības vielu nepieciešams zivju augšanai, jo vairāk piesārņojuma nonāk apkārtējā vidē. Turklāt augstas kvalitātes zivju produkcijas nodrošināšanai nepieciešama kvalitatīva barība, kas savukārt pastiprina spiedienu uz dabiskajām zivju populācijām, kas tiek izmantotas zivju miltu ieguvei.

Audzējot akvakultūrā plēsīgās vai omnivorās zivis, tās nepieciešams barot ar dzīvnieku valsts proteīniem un taukiem. Vēsturiski tam tiek izmantoti zivju milti, kas iegūti no saimnieciski neizmantojamām vai sīkām savvaļas zivīm. Taču zivju miltu ieguve uzskatāma par neilgtspējīgu zvejas nozari, jo ietekmē jūras barības ķēdes, iznīcina sīkās saimnieciski nozīmīgās zivis un lielo zivju mazuļus, kas piezvejas veidā nokļūst lomos. Tomēr barības vielu pārnese no sīkajām zivīm (zivju miltiem) līdz plēsīgajām zivīm ir diezgan neefektīva. Lai izaudzētu 10kg plēsīgo zivju nepieciešams aptuveni 50kg sīko zivju (zivju miltu). Taču sīko zivju krājumi nav neierobežoti - pieaugot akvakultūras attīstībai un zivju miltu/eļļas pieprasījumam, pieaug arī zivju miltu/eļļas cenas un attālumi, no kuriem zivju milti tiek transportēti (Jacksson, 2006). Tiek prognozēts, ka

zivju miltu krājumi izsīks ap 2040.gadu, tāpēc jau šobrīd tiek meklēti alternatīvi risinājumi plēsīgo zivju barības ieguvei, izmantojot augu valsts proteīnus. Tomēr augu valsts proteīni nesatur zivju augšanai būtiskās aminoskābes, kā lizīns, metionīns un histidīns, kas ierobežo pilnīgu zivju miltu aizstāšanu barībā ar sauszemes izcelsmes produktiem. Turklāt akvakultūras atkarība no lauksaimniecības ietver arī citus vides aspektus - turpmāku eitrofikāciju, aramzemju platību aizņemšanu, saldūdens resursu izmantošanu.

Zivju miltu un eļļas priekšrocības salīdzinot ar sauszemes izcelsmes produktiem ir vitāli svarīgo aminoskābju komplekts, mazizpētītu augšanas faktoru un mikroelementu klātbūtne, augsts nepiesātināto-omega-3 taukskābju saturs un laba barības asimilācija. Tātad alternatīva zivju barība ir jāiegūst no marikultūras nevis lauksaimniecības produktiem, pastiprināti izmantojot zivju barībā gliemenes un aļģu biomasu. Tādā veidā gliemenes un aļģes, kas audzēti barības vielu izņemšanai no jūras var kļūt par noslēdzošo posmu zivju produkcijas ciklā.

Lai izveidotu ilgtspējīgu akvakultūru, nepieciešams sabalansēt slāpekļa ieplūdes ekosistēmā ar slāpekļa izņemšanu no aprites jūrā. Skotu zinātnieki aprēķinājuši, ka, lai izaudzētu 1 tonnu lašu, jūrā izplūst 48.2kg slāpekļa. Aprēķins pamatojas uz vairākiem parametriem: pieņem, ka 90% barības ir labi sagremojami, 5% paliek neapēsti, barības konversijas faktors (FCR) ir 1.17 (pamatojoties uz slapjo svaru), slāpekļa saturs lašu barībā ir 7.2%, slāpekļa saturs lašu biomasā (slapjais svars) ir 3.4% (Ackefors & Enell, 1990). Lašu audzēšanas cikls ir ~20 mēneši, mirstība ~10%. Izdalītais slāpekļa daudzums aprēķināms kā starpība starp izbarotās barības slāpekļa saturu un izaudzēto zivju biomasā ietvertu slāpekļa daudzumu. Izmantojot šādu pieeju izdalītais slāpekļa daudzums ir 35.6kg N/t lašu. Tam jāpieskaita 12.6kg N/t zivju produkcijas slāpekļi no 5% neapēstās barības un fekālais materiāls no 10% nesagremotās barības. Tātad kopējais slāpekļa daudzums, kas nonāk vidē no 1 t izaudzēto lašu ir 48.2 kg. Galvenie parametri šai aprēķinā ir barības konversijas faktors (FCR), barības sastāvs, neapēstās barības proporcija un barības sagremojamība.

Līdzīgus aprēķinus var veikt citām zivju sugām, kas Eiropā tiek audzētas jūras akvakultūrā, piemēram, mencām. Slāpekļa saturs mencu barībā ir 9.3%, FCR vidēji 1.1 (0.8-1.5). Veicot aprēķinus, iegūst 51.9 kg izšķīdušā slāpekļa un 20.4 kg N no neasimilētās barības, tātad kopā 72.3 kg N/t mencu produkcijas (Gillibrand et al, 2002).

SECINĀJUMI

Zivju audzēšana akvakultūrā būtiski ietekmē apkārtējo vidi, palielinot jūras eitrofikācijas slogu. Zivju akvakultūras izveide Rīgas līcī, zemā sāļuma un nelabvēlīgā temperatūras režīma dēļ, nav rekomendējama. Taču ņemot vērā jau esošo eitrofikācijas slodzi, papildus slāpekļa ieplūdes Rīgas līcī nav pieļaujamā. Baltijas jūras atklātajā daļā sāļuma un temperatūras režīms ir zivju akvakultūrai piemērotāks, taču Latvijas piekraste ir pakļauta spēcīgai viļņu un vēja iedarbībai, kas var būtiski apgrūtināt jebkuru saimniecisko darbību.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

Ackefors, H., Enell, M. 1990. Discharge of nutrients from Swedish fish farming to adjacent areas. *Ambio*, 19, 28-35.

Cho, C.Y. and D.P. Bureau, 2001. A review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. *Aquaculture Research*, 32 (Suppl. 1): 349– 360.

Gillibrand P.A., Gubbins M.J., Greathead C., Davies I.M., 2002. Scottish executive locational guidlines for fish farming: predicted levels of nutrient enhancement and benthic impact. *Scottish Fisheries Research Report Number 63*, 52pp.

Jackson, A.J., 2006. The importance of fishmeal and fish oil in aquaculture diets. *International Aquafeed*, 9(6): 18–21.

Mente, E., G.J. Pierce, M.B. Santos, and C. Neofitou, 2006. Effect of feed and feeding in culture of salmonids on the marine aquatic environment: a synthesis for European aquaculture. *Aquaculture International*, 14: 499–522.

Piedrahita, R., 2003. Reducing the potential environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. *Aquaculture*, 226, 35-44.

Tacon, A.G.J. and M. Metian, 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture*, 285, 146-158.

Tacon, A.G.J. and I.P. Forster, 2003. Aquafeeds and the environment: policy implications. *Aquaculture*, 226, 1-4, 181-189.

GLIEMEŅU AUDZĒŠANA



6.att. Gliemeņu audzētava Baltijas jūrā, Ālandu salās.

IEVADS

Aktivitātes **mērķis** ir gliemeņu *Mytilus trossulus* (vai *Dreissena polymorpha*) audzēšana piekrastes ūdeņos, lai uzlabotu ūdens kvalitāti, mazinātu eitrofikāciju un saražoto biomasu izmantotu zivju barībai vai lauksaimniecībā izmantojamam mēslojumam.

Jūru ekosistēmās mīdijām (*Mytilus trossulus*) atvēlēta svarīga loma. Tās ir aktīvas filtrētājas, kas barošanās procesā efektīvi atfiltrē ūdenī esošo fitoplanktonu, baktērijas un detrītu. Filtrējot mīdijas uzņem savā organismā lielāko daļu no aļģēs, baktērijās un detrītā saistītā slāpekļa un fosfora daudzuma. Ir pierādīts, ka slāpekļa saturs gliemenēs ir apmēram 1% no gliemenes svara, bet fosfora saturs - aptuveni 0.2%. Tātad 10t gliemeņu slapjā svara satur 100kg slāpekļa un 20kg fosfora.

GLIEMEŅU AUDZĒŠANAS IETEKME UZ VIDI

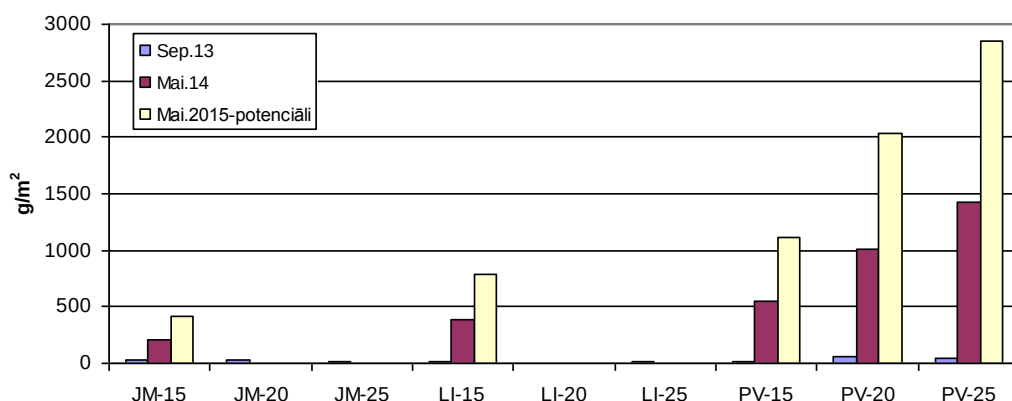
Izmantojot gliemeņu audzētavas, iespējams uzlabot ūdens kvalitāti ap fermām. Tomēr gliemeņu audzēšanai ir arī trūkumi. Pieaugot gliemeņu skaitam un izmēram audzētavā, pieaug arī to negatīvā ietekme uz piegrunts slāni zem audzētavām, jo palielinās sedimentācija un organisko vielu saturs piegrunts slānī. Tas var izraisīt skābekļa trūkumu un iekšējo barības vielu reģenerācijas procesu izmaiņas (Newell, 2004), samazinot denitrifikācijas intensitāti un bezskābekļa apstākļos palielinot fosfora izdalīšanos no sedimentiem. Tā kā intensīvas eitrofikācijas apstākļos skābekļa režīms ūdenī tāpat ir traucēts, tad sedimentācijas procesu intensificēšana var situāciju vēl pasliktināt. Tomēr sedimentācijas un sedimentu akumulācijas efekti var izpausties tikai vietās, kur ūdensapmaiņa ir apgrūtināta un ūdens straumes ļoti lēnas ($0.82-1.63\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$;

Carlsson et al., 2009). Turklāt, veicot mērījumus, tika konstatēts, ka slāpekļa koncentrācijas, kas palika vidē kavēto denitrifikācijas procesu dēļ, veidoja tikai 2% no slāpekļa koncentrācijām, kas izņemtas no jūras novācot gliemeņu ražu. Protams, rezultāti liecina, ka gliemeņu audzēšana nav tiešs risinājums slāpekļa ieplūžu samazināšanai jūrā, tas jādara uz sauszemes, samazinot noplūdes no lauksaimniecības zemēm un uzlabojot notekūdeņu attīrīšanu. Tomēr, pēc rūpīgas vietas izvēles un piemērotu monitoringa metožu pielietošanas, gliemeņu audzēšana var būt daļa no integrēta apsaimniekošanas plāna, kas novērš pārmērīgas biogēnu ieplūdes jūras ekosistēmā, reciklē barības vielas jūrā novācot gliemeņu ražu un tās izmantojot kā zivju barību vai augsnes uzlabošanai (Schernewski et al., 2011; Lindahl, 2011).

Latvijas Hidroekoloģijas institūts veica pilotpētījumu par gliemeņu audzēšanas iespējām Baltijas jūras Kurzemes piekrastē, kur vides apstākļi - sāļums, sraumes, akmeņainais substrāts, skābekļa daudzums un barības vielas ir pietiekamas mīdiju (*Mytilus trossulus*) dabisko audžu attīstībai, taču, atšķirībā no Zviedrijas un Somijas arhipelāgu piekrastēm, vēju un viļņu iedarbība ir ļoti intensīva. Pilotpētījums tika veikts projekta „Baltic EcoMussel” ietvaros, kur 2013.gada maijā Jūrmalcīemā, Liepājā un Pāvilostā dažādos dziļumos tika izvietotas eksperimentālās vienības, lai pārbaudītu vai gliemenes šādos apstākļos spēj piestiprināties un noturēties pie mākslīga substrāta; kāds ir to augšanas ātrums, optimālais dziļums gliemeņu audzēšanai, barošanās apstākļi, kā arī kāda ir Latvijas piekrastē sastopamo mīdiju barības vērtība un kādi riska faktori var apdraudēt gliemeņu audzēšanu Latvijas piekrastē.

Apsekojot pētījuma vietas 2013.gada septembrī, visās tika konstatēta gliemeņu kāpuru piestiprināšanās virvēm. Latvijas piekrastē lielākais piestiprinājušos gliemeņu skaits tika konstatēts 6-10m dziļumā, atšķirībā no Somijas pieredzes, kur maksimālais gliemeņu pārklājums iegūts 2-4m dziļumā. To nosaka intensīvā vēja un viļņu iedarbība Latvijas piekrastē. Tāpat lielāks gliemeņu skaits konstatēts uz virvēm, kas atrodas tālāk no krasta - 20m un 25m dziļumā. Taču Latvijas atklātajai piekrastei ir arī savas pozitīvās puses: labvēlīgāks skābekļa režīms, lielāks straumes ātrums un līdz ar to palielināta barības pieplūde, kā arī mazāka sedimentu akumulācijas iespēja ap gliemeņu audzēm. Septembrī, pēc 4 mēnešu augšanas, vislielākās gliemenes (līdz pat 3mm) tika atrastas Pāvilostā, kas liecina, ka Pāvilostā tās nārstojušas agrāk vai arī to augšanas apstākļi bijuši labvēlīgāki. Liepājā un Jūrmalcīemā gliemenes sasniedza aptuveni 2mm garumu. Taču jāņem vērā, ka gliemeņu kāpurs metamorfozes laikā ir vien 0.3mm garš, tātad gliemenes svars aptuveni 2 mēnešu laikā ir gandrīz desmitkārtšojies.

2014.gada maijā eksperimentālās vienības tika atkārtoti apsekotas, konstatējot, ka gliemenes ir sekmīgi pārcietušas ziemas apstākļus jūrā, turklāt sasniedzot ievērojamu biomasas pieaugumu (7.att.).



7.att. Gliemeņu biomasa uz 1m² mākslīgā substrāta Kurzemes piekrastē (LHEI dati). Tukšajās vietās eksperimentālās vienības ir iznīcinātas.

Salīdzinot rezultātus starp paraugošanas reizēm, redzams, ka gliemeņu kāpuru piestiprināšanās laikā un sākotnējās augšanas fāzēs gliemeņu biomasas visās stacijās un visos dziļumos bija samērā līdzīgas, ar nelielu pārsvaru Pāvilostā. Savukārt jau pēc gada jūrā redzama krasa diferenciācija starp stacijām un dziļumiem. Gliemenēm visnelabvēlīgākie apstākļi konstatēti Jūrmalcīemā, kur augšanas apstākļus būtiski ietekmē piesārņojuma un barības vielu ieplūdes no Kuršu jomas. Mazliet labāka situācija vērojama Liepājā, bet vislabākie apstākļi gliemeņu audzēšanai ir Pāvilostā. Līdzīga sakarība vērojama arī starp dziļumiem. Tikai Pāvilostā ir saglabājušās eksperimentālās vienības visos dziļumos, kur redzams būtisks biomasas pieaugums līdz ar attālumu no krasta. Tas liecina, ka gliemeņu fermai labvēlīgākas vietas ir tālāk no lieliem piesārņojuma avotiem un dziļāk jūrā, kur hidrodinamiskie spēki ir mazāki.

Lai gan ir grūti pārrēķināt gliemeņu biomasu no eksperimentālajām vienībām uz hektāriem un potenciālā biomasu pēc 2 gadu augšanas jūrā vēl nav precīzi zināma, tomēr var izteikt pieņēmumus, ka Kurzemes piekrastē iegūstamā gliemeņu biomasu ir no 4.1t/ha Jūrmalcīemā līdz 28.5t/ha Pāvilostā, kas potenciāli saistītu 41-285kg N no ha un 8.2- 57kg P no ha.

SECINĀJUMI

Apkopojot iegūto informāciju, ir redzams, ka gliemeņu audzēšana akvakultūrā nav veids kā cīnīties ar tiešām slāpekļa un fosfora ieplūdēm jūrā. Tas jādara uz sauszemes, uzlabojot lauksaimniecības zemju apstrādi upju sateces baseinos, samazinot minerālmēslu lietošanas apjomus, veidojot bioloģiskās lauksaimniecības, atjaunojot mitrājus, atjaunojot aizsargjoslas ūdenstilpju krastos un būvējot labākas notekūdeņu attīrīšanas iekārtas pilsētās un ciemos. Gliemeņu fermas var palīdzēt reciklēt jūrā jau esošās barības vielas, vienlaikus dodot vērtīgas izejvielas - proteīnus, taukus, nepiesātinātās-omega-3 taukskābes zivju vai vistu barības ieguvei vai bioloģiskajam mēslojumam lauksaimniecībā.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

Cahill, B. and Clauder, J. 2013: New Uses of Marine Resources in the Baltic Sea Region: General Environmental Assessment. SUBMARINER Report 4/2013.

Carlsson, M.S., M. Holmer and J.K. Petersen, 2009. Seasonal and Spatial Variations of Benthic Impacts of Mussel Longline Farming in a Eutrophic Danish Fjord, Limfjorden. *Journal of Shellfish Research*, 28 (4): 791---801.

Lindahl, O., 2011. Mussel farming as a tool for re-eutrophication of coastal waters: experiences from Sweden. In: *Shellfish Aquaculture and the Environment*, S. Shumway (ed.), Wiley and Blackwell. pp217---232.

Newell, R.I.E., 2004. Ecosystem influences of natural and cultivated populations of suspension- feeding bivalve molluscs: a review. *Journal of Shellfish Research*, 23, 51-61.

Schernewski, G., N. Stybel and T. Neumann, 2012. Water quality objectives and cost—effectiveness of Zebra mussel farming in the Szczecin Lagoon. *Ecology and Society*, 17(2): 4.

MAKROAĻĢU AUDZĒŠANA



8.att. Makroaļģes *Cladophora* uz eksperimentālajām vienībām. Photo: Milla Suutari.

IEVADS

Aktivitātes **mērķis** ir makrofītaļģu kultivēšana, lai iegūtu biogāzi vai biodegvielu, izmantotu tās biotehnoloģijām, pārtikas ieguvei, kā arī uzlabotu ūdens caurspīdību, izņemtu barības vielas no aprites jūrā.

Šobrīd Baltijas jūrā makroaļģu rūpnieciska kultivēšana netiek praktizēta, tāpēc nav iespējams tieši pārņemt pieredzi. Apkopotajos rezultātos izmantota tropisko un auksto ūdeņu reģionu pieredze. Makroaļģu kultivēšana labvēlīgi ietekmē apkārtējo vidi, saistot barības vielas aļģu biomasā, līdz ar to mazākas barības vielu koncentrācijas pieejamas dabiskajām aļģu audzēm. Īpaši svarīgi tas varētu būt eitrofos ūdeņos, kā, piemēram, Rīgas līcī. Kopumā slāpekļa saturs aļģu masā ir aptuveni 2-6% no sausā svara, bet fosfora sturs 10 reizes mazāks (e.g. Pedersen and Borum, 1996; Pedersen and Borum, 1997; Gröndahl et al., 2009). Slāpekļa un fosfora daudzums atkarīgs no aļģu sugu sastāva. Viengadīgās, ātri augošās makroaļģu sugas, piemēram, zaļāļģes *Cladophora glomerata* satur ievērojami vairāk slāpekļa nekā daudzgadīgās aļģes, piemēram, brūnāļģe *Fucus vesiculosus*.

MAKROALĢU KULTIVĒŠANAS IETEKME UZ VIDI

Makroalģu audzēšana var pozitīvi ietekmēt ūdeņu ekosistēmas barības ķēdes un bioloģisko daudzveidību fermu apkārtnē. Pieaugot pirmproducentu biomasai, pieaug barības daudzums primārajiem konsumentiem, kā arī substrāts epifītiskajiem organismiem. Mākslīgās makrofītaļģu audzes veido mikrovidi dažādiem ūdens bezmugurkaulniekiem un zivīm, veicinot bioloģiskās daudzveidības pieaugumu. Pieaugot ūdens bezmugurkaulnieku un zivju daudzumam pozitīvi tiks ietekmētas arī piekrastes putnu populācijas, kas ar tiem barojas.

Taču vienlaikus ar pozitīvajiem aspektiem tiek novēroti arī negatīvie. Veidojot makroalģu fermas visbūtiskākā ietekme uz vidi var būt novērojama tieši zem makroalģu fermām. Stiprās vētrās un viļņos alģu fragmenti var tikt norauti un uzkrāties uz grunts zem fermas. Intensīvas kultivēšanas vietās zem fermas var tikt novērojams skābekļa deficīts sedimentos, kā arī reģenerācijas procesos izdalīties slāpekļis un fosfors, kas var negatīvi ietekmēt bentiskās sabiedrības.

Rīgas līcī un atklātajā Baltijas jūrā vēja un viļņu darbība ir salīdzinoši intensīva, nav seklu līču ar ierobežotu ūdens apmaiņu, tāpēc makroalģu audzēšanas negatīvās sekas iespējams netiktu novērotas. Kā arī pretēji, makroalģu fermas var pozitīvi ietekmēt piekrastes morfologiju, absorbējot viļņu enerģiju, mainot ūdens straumju intensitāti, iespējams, samazinot krasta eroziju.

Makroalģu fermu izvietojums nedrīkst konkurēt ar dabiskajām makroalģu audzēm tās noēnojot. Makroalģu audzēšanu var veikt rajonos, kur nav dabisko alģu audžu. Turklāt audzēšanai jāizmanto vietējās sugas, lai ekosistēmas neapdraudētu invazīvās sugas.

Makroalģu audzēšanu iespējams kombinēt ar citiem jūras teritorijas izmantošanas veidiem. Kombinējot to ar vēja parkiem iespējams lietderīgāk izmantot jau aizņemto vietu un esošo infrastruktūru. Makroalģu audzēšanu iespējams kombinēt ar zivju audzēšanu veidojot integrētās multitrofiskās akvakultūras sistēmas (IMTA), kur alģes izmanto augšanai barības vielas, kas atbrīvojas zivju audzēšanas procesā. Turklāt makroalģu audzēšana iespējama arī reģionos, kur ir zemāks ūdens sāļums, piemēram, upju grīvu rajonos, jo alģes ir mazāk jutīgas pret sāļuma izmaiņām nekā pret barības vielu un gaismas trūkumu.

MAKROALĢU AUDZĒŠANAS IEROBEŽOJUMI

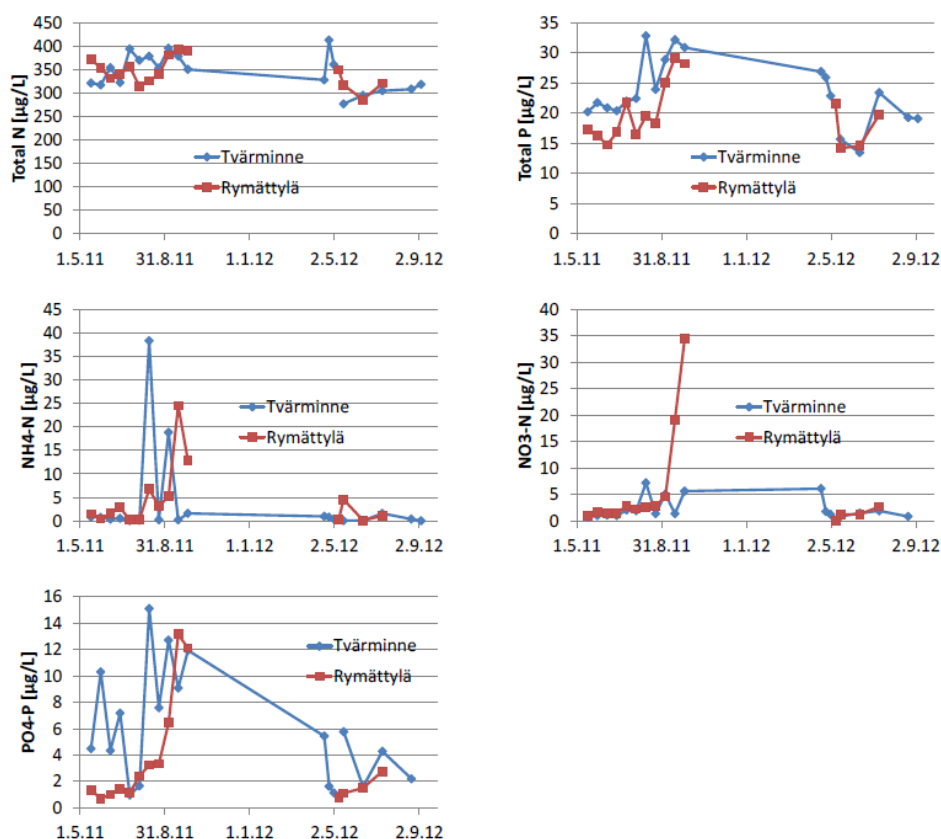
Makroalģu audzēšanu un lielas biomasas ieguvī Baltijas jūrā un Rīgas līcī būtiski var ierobežot barības vielu koncentrācijas un gaismas intensitāte. Eksperimentāli ir pierādīts, ka dažādām alģu sugām nepieciešamas dažādas barības vielu koncentrācijas, lai varētu sasniegtu maksimālo augšanas ātrumu. Tolerantākas pret zemām barības vielu koncentrācijām ir daudzgadīgās, lēni augošās alģes, piemēram, *Fucus vesiculosus*, savukārt ātraudzīgajām viengadīgajām alģēm nepieciešamas ievērojami augstākas slāpekļa koncentrācijas. Līdz ar to slāpekļa trūkums ūdenī vairāk ierobežo ātraudzīgo viengadīgo alģu augšanu (1.tab.). Baltijas jūrā un Rīgas līcī sastopamās makroalģu sugas pēc augšanas ātruma rindojamas: *Cladophora glomerata* > *Enteromorpha spp.* > *Pilayella littoralis* > *Ceramium tunuicorne* > *Fucus vesiculosus* (Wallentinus 1984). Tātad, ja alģu

audzēšanas galvenais mērķis ir ekoloģiska slāpekļa un fosfora piesaiste un izņemšana no aprites jūrā, tad nebūs iespējams sasniegt aļģu maksimālo augšanas ātrumu un aļģu produktivitāte būs salīdzinoši zema.

1.tabula. Slāpekļa koncentrācijas, kas nepieciešamas maksimālā augšanas ātruma sasniegšanai dažādām makroaļģu sugām (Pēc Pedersen un Borum, 1996;1997).

Suga	Nepieciešamā N koncentrācija (mg N g ⁻¹ dw ⁻¹)
<i>Fucus vesiculosus</i>	0.7
<i>Codium fragile</i>	1.3
<i>Chaetomorpha linum</i>	2.5
<i>Cladophora serica</i>	5.1
<i>Ceramium rubrum</i>	6.9
<i>Ulva lactuca</i>	11.1

Somu līcī veiktajos pētījumos iegūtie rezultāti liecina, ka viengadīgo aļģu augšana uz mākslīgā substrāta Baltijas jūras ziemeļaustrumu daļā ir salīdzinoši lēna un iegūtā biomasa maza. Maksimālā iegūtā biomasa bija 150g/m² uz sietveida materiāla un 7g/m² uz virvēm. Lai gan ir grūti ekstrapolēt iegūtos rezultātus no pilotpētījumiem uz lielākām laukuma vienībām, tomēr aptuveni var aprēķināt, ka iegūtā biomasa no 1ha ūdens platības varētu būt 540kg makroaļģu, kas satur aptuveni 20kg slāpekļa un aptuveni 2kg fosfora (Seppälä, 2013). Tomēr jāņem vērā, ka biomasas ieguvumu nosaka vidē sastopamās slāpekļa un fosfora koncentrācijas. Somijā veiktajā pētījumā barības vielu koncentrācijas bija salīdzinoši zemas (9. att.).



9.att. Barības vielu koncentrācijas pilotpētījuma vietās Somijā pie Tvärminnes un Rymättylä (Pēc: Seppälä, 2013).

2.tabula. Barības vielu koncentrācijas Baltijas jūras Kurzemes piekrastē 2013.gadā veģetācijas sezonā (Dati no LHEI).

	PO ₄ -P, µg/l	P _{tot} , µg/l	NO ₃ -N, µg/l	NH ₄ -N, µg/l	N _{tot} , µg/l
min	0.00	9.94	0.24	1.03	229.54
max	9.03	55.66	147.03	21.78	592.87
average	2.37	19.08	21.94	5.45	361.50

Atklātajā Baltijas jūrā Latvijas piekrastē un vēl jo vairāk Rīgas līcī barības vielu koncentrācijas ir gandrīz 2 reizes augstākas (2. tab.), līdz ar to iespējamas arī augstākas aļģu biomasas. Pilotpētījumos Baltijas jūras Kurzemes piekrastē, kas veltīti gliemeņu audzēšanas izpētei, tika kvantificēta arī makroaļģu biomasu uz eksperimentālajām vienībām. Pārreķinot iegūto aļģu biomasu uz 1ha platību, konstatējam, ka Kurzemes piekrastē potenciāli iegūstamā aļģu raža varētu būt 814-2060kg/ha, izņemot no ekosistēmas 30-76kgN/ha un 3-8kgP/ha.

SECINĀJUMI

Makroaļģu kultivēšana var būt pievilcīgs risinājums eitrofikācijas mazināšanai lokālos apstākļos. Rūpīgi jāizvēlas vieta kultūru ierīkošanai, lai tās nekonkurētu ar dabiskajām aļģu populācijām. Tā kā ir grūti iedomāties citu aļģu biomasas pielietojumu kā vien biogāzes, mēslojuma vai lopbarības ražošana, tad aļģu biomasas vērtība nevar būt augsta un līdz ar to nozare - ekonomiski izdevīga. Nākotnē būtu nepieciešams izpētīt vietējo makroaļģu sugu bioķīmisko sastāvu, lai varētu novērtēt to izmantošanu biotehnoloģijā. Vērtīgu bioķīmisku savienojumu atklāšana padarītu makroaļģu audzēšanu ekonomiski daudz izdevīgāku nekā to izmantošana biodegvielas vai biogāzes ieguvē. Ekonomisko vērtību varētu celt, ja nozares attīstība tiktu kompensēta, jo nodrošina ekosistēmas pakalpojumus - izņemot no jūras barības vielas, kā arī kaitīgās vielas, piemēram, smagos metālus. Aļģu biomasu var iegūt arī savācot piekrastē izskaloto makroaļģu biomasu.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

Grondahl, F., N. Brandt, S. Karlsson and M.E. Malstrom, 2009. Sustainable use of Baltic Sea natural resources based on ecological engineering and biogas production, In: *Ecosystems and sustainable development VII*. Eds. Brebbia, C.A., Tiezzi, E., pp153-161.

Pedersen, M.F. & Borum, J. 1996: Nutrient control of algal growth in estuarine waters. Nutrient limitation and the importance of nitrogen requirements and nitrogen storage among phytoplankton and species of macroalgae. *Marine Ecology Progress Series* 142: 261-272.

Pedersen, M.F. & Borum, J. 1997: Nutrient control of estuarine macroalgae: growth strategy and the balance between nitrogen requirements and uptake. *Marine Ecology Progress Series* 161: 155-163.

Seppälä, J. (ed.) 2013: Potential uses of micro- and macroalgae in the Baltic Sea Region. SUBMARINER Report 10/2013.

Wallentinus, I. 1984: Comparisons of nutrient uptake rates for Baltic macroalgae with different thallus morphologies. *Marine Biology* 80: 21-25.

IZKALOTO MAKROALĢU IEGUVE



IEVADS

Aktivitātes **mērķis** ir savākt pludmalē izskalatās makrofītaļģes, lai izmantotu tās biogāzes ieguvei, papildus uzlabojot peldūdeņu kvalitāti, ūdens caurspīdību un izņemot biogēnus no aprites jūrā.

Alģu augšanai nepieciešamas barības vielas - slāpekļis un fosfors, kā arī mikroelementi - dzelzs, neliels daudzums vara un cinka. Taču papildus aļģes spēj uzņemt arī lielākus daudzumus smago metālu, ja tādi ir pieejami vidē, kā arī akumulēt dažādus toksiskos savienojumus. Kopumā slāpekļa saturs aļģu masā ir aptuveni 2-6% no sausā svara, bet fosfora sturs 10 reizes mazāks (e.g. Pedersen and Borum, 1996; Pedersen and Borum, 1997; Gröndahl et al., 2009). Slāpekļa un fosfora daudzums atkarīgs no aļģu sugu sastāva. Viengadīgās, ātri augošās makroaļģu sugas, piemēram, zaļāļģes *Cladophora glomerata* satur ievērojami vairāk slāpekļa nekā daudzgadīgās aļģes, piemēram, brūnāļģe *Fucus vesiculosus*. Savukārt daudzgadīgās aļģes satur vairāk fosfora nekā viengadīgās aļģes. Aizvācot izskaloto aļģu masu no pludmales, no aprites jūrā tiek izņemts zināms daudzums slāpekļa un fosfora, kā arī smago metālu un toksisko vielu. Pētījumi Polijas piekrastē, kur izskaloto makroaļģu sugu sastāvs ir līdzīgs Latvijas ūdeņos sastopamajam, mērījumi liecina, ka 10t makroaļģu mitrās masas satur 12.75-75kg N (vidēji 48.5 kg N) un 4.25-12.25kg P (vidēji 5.5kg P)(Bucholz et al, 2014). Ja aļģu masa netiek aizvākta no pludmales, tad aļģu pūšana un sadalīšanās sākas turpat ūdens malā. Holmströms (1998) konstatējis, ka maksimālās fosfora noplūdes vidē

novērojamas aptuveni pēc 1 nedēļas, atbrīvojot 0.027mgP/l/g sausā svara, kā arī neredzamas mērenākas slāpekļa koncentrācijas amonija jonu veidā (0.011mgN/l/g sausā svara), pilnīga aļģu masas sadalīšanās notiek aptuveni 3 mēnešu laikā. Savukārt, ja izskalo aļģu masu, tiek izstumta tālāk krastā un tur atstāta, noārdītās barības vielas un piesārņotāji tāpat atkal atgriežas aprītē jūrā.

Pētījumi liecina, ka bioloģiskā daudzveidība (bentisko bezmugurkaulnieku sugu daudzveidība) tīrītās un netīrītās pludmalēs ir vienāda, tātad izskalo aļģu aizvākšana to neietekmē (Malm et al., 2004; Gheskiere et al., 2006). Iegūta pretrunīga informācija par bentisko bezmugurkaulnieku skaita un biomasas apmēriem zem izskalojamajām aļģu masām. Daži pētījumi liecina, ka bezmugurkaulnieku daudzums zem aļģu kārtiņas pieaug un ar tiem vēlāk barojas zivju mazuli un lielāki vēžveidīgie organismi. Taču citos pētījumos norādīts, ka zem blīvas aļģu masas lielai daļai organismu pietrūkst skābekļa un tie iet bojā, savukārt izdzīvo pielāgoties spējīgās (oportunistiskās) sugas (Norkko and Bonsdorff, 1996ab). Tas acīmredzot ir tieši saistīts ar izskalo aļģu uzturēšanās ilgumu pludmalēs. Ja aļģu masas tiek pieskalotas krastam īslaicīgi - tās pozitīvi ietekmē piekrastes iemītniekus, jo līdz ar aļģu masām tiek atnesti arī liels daudzums dzīvnieku, kas apdzīvo šīs aļģes un zivju mazulim uc. organismiem ir vairāk barības, savukārt, ja aļģu masas ilgstoši atrodas pludmalē un siltā laikā sāk sadalīties, grunts bezmugurkaulnieki tiek negatīvi ietekmēti, jo skābeklis piegrunts slānī tiek patērēts organisko vielu mineralizācijai.

Izskalo aļģes ir nozīmīga bridējputnu barošanās vieta. Aļģu masu savākšana var traucēt ūdensputnu perēšanas un migrāciju laikā. Taču būtiskās putnu uzturēšanās vietās iespējams regulēt aļģu savākšanas laikus, ierobežojot saimniecisko darbību pavasaros un rudenos. Taču publisko pludmaļu vietās, kur putnu uzturēšanās un ligzdošana tāpat ir ierobežota, aļģu masu savākšana ir vēlama un iespējama jebkurā laikā.

Līdzīgi bentiskajiem bezmugurkaulniekiem, arī zivis cieš no makrofītaļģu uzkrāšanās sekļajos ūdeņos, jo tās negatīvi ietekmē pieaugušo zivju un kāpuru stadiju migrācijas, maina vai samazina barības resursus, samazina skābekļa daudzumu ūdenī (Troell et al., 2005). Tāpēc izskalo aļģu biomasu aizvākšana pozitīvi ietekmētu piekrastes zivju populācijas.

Kopumā izskalo makrofītaļģu savākšana pozitīvi ietekmēs vides stāvokli peldvietās, kur tāpat masveidā uzturas cilvēki un putnu dabiskās dzīvesvietas jau ir ierobežotas, piemēram, Jūrmalas pludmalēs. Taču aizsargājamās teritorijās, kas svarīgas putnu migrācijām un vairošanās vietām, aļģu biomasas aizvākšana veicama kontrolēti.

Makroaļģu aizvākšanu no pludmalēm paredz ES Peldūdeņu direktīva 2006/7/EC. Poļu zinātnieki konstatējuši, ka Polijas daļā Gdaņskas līča piekrastē (~150 km) būtu iespējams savākt aptuveni 13 000 līdz 50 000 t aļģu masas gadā, kas satur 3900 līdz ~15000 t oglekļa, 260~1000 t slāpekļa un 26~100 t fosfora. Taču, ja šos datus salīdzina ar slāpekļa un fosfora ieplūdēm no Vistulas upes, redzams, ka makrofītos saistīti vien 0.2–0.7% N un 0.3–1% P no Vistulas atnestajām barības vielām. Tātad redzams, ka makrofītu aizvākšana nav pasākums, kas ietekmē visu Baltijas jūru, taču tas pilnīgi noteikti atstāj lokālu ietekmi uz piekrastes ekosistēmām. Turklāt jāņem vērā, ka

aļģu masa ir ievērojams atjaunojamās enerģijas daudzums, kas var tikt izmantots biogāzes vai biodegvielas ražošanā.

Aļģes kā alternatīva rapsim tiek minētas arī kā iespējamais biodegvielas energoresurss. Salīdzinājumā ar rapsi, tām ir vairākas priekšrocības – tas neaizņem lauksaimniecībā izmantojamās zemi, līdz ar to nebojājot ainavu un veģetāciju. Kā arī enerģētikas resursu audzēšana lauksaimniecībai izmantojamās zemēs būtiski sadārdzina pārtiku, jo notiek konkurence par zemes izmantošanu. Aļģu izmantošana biodegvielas ražošanā šobrīd vēl ir salīdzinoši resursu ietilpīga nozare, taču zinātnieki meklē risinājumus, lai izmaksas samazinātu un prognozes liecina, ka nākotnē aļģes varētu kļūt par būtisku alternatīvo energoresursu (Dukulis, 2013).

IZMANTOTĀ LITERATŪRA:

K. Bucholc, M. Szymczak-Żyła, L. Lubecki, A. Zamojska, P. Hapter, E. Tjernström, G. Kowalewska, 2014. Nutrient content in macrophyta collected from southern Baltic Sea beaches in relation to eutrophication and biogas production. *Science of the Total Environment* 473–474: 298–307.

Dukulis, A. 2013: Baltijas jūras resursu izmantošanas izvērtējums Latvijā. SUBMARINER Report 6/2013.

Gheskiere, T., V. Magda, P. Greet and D. Steven, 2006. Are strandline meiofaunal assemblages affected by a once-only mechanical beach cleaning? Experimental findings. *Marine Environmental Research*, 61, 245-264.

Gröndahl, F., N. Brandt, S. Karlsson and M.E. Malström, 2009. Sustainable use of Baltic Sea natural resources based on ecological engineering and biogas production, In: *Ecosystems and sustainable development VII*. Eds. Brebbia, C.A., Tiezzi, E., pp153-161.

Holmström, A. 1998: Occurrence, species composition, biomass and decomposition of drifting algae in the northwestern Åland archipelago, N. Baltic Sea. MSc Thesis (in Swedish with English summary), Department of Biology, Åbo Akademi University, 69 pp.

Malm, T., S. Råberg, S. Fell and P. Carlsson, 2004. Effects of beach cast cleaning on beach quality, microbial food web, and littoral macrofaunal biodiversity. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 60, 339-347.

Norkko, A. and E. Bonsdorff, 1996a. Altered benthic prey-availability due to episodic oxygen deficiency caused by drifting algal mats. *Marine Ecology*, 17, 355-372.

Norkko, A. and E. Bonsdorff, 1996b. Rapid zoobenthic community responses to accumulations of drifting algae. *Marine Ecology Progress Series*, 131, 143-157.

Pedersen, M. F. and J. Borum, 1996. Nutrient control of algal growth in estuarine waters. Nutrient limitation and the importance of nitrogen requirements and nitrogen storage among phytoplankton and species of macroalgae. *Marine Ecological Progress Series*, 142: 261-272.

Pedersen, M. F. and J. Borum, 1997. Nutrient control of estuarine macroalgae: growth strategy and the balance between nitrogen requirements and uptake. *Marine Ecological Progress Series*, 161: 155-163.

Troell, M., L. Phil, P. Ronnback, H. Wennhage, T. Soderqvist and N. Kautsky, 2005. Regime shifts and ecosystem services in Swedish coastal soft bottom habitats: when resilience is undesirable. *Ecology and Society*, 10(1): 30.

JŪRAS ATJAUNOJAMĀ ENERĢIJA



IEVADS

Atjaunojamie energoresursi ir viena no būtiskākajām cilvēces iespējām samazināt globālo sasilšanu. Tehnoloģijas, kas uztver saules, vēja un biomasas enerģijas, šobrīd atrodas dažādās attīstības fāzēs. Jūras vēju, straumju, viļņu un termālā gradienta enerģija satur milzīgu elektroenerģijas ģenerācijas potenciālu, taču šo tehnoloģiju attīstība ir saistīta ar dažādiem sociāliem un ekoloģiskiem riskiem (Pelc and Fujita, 2002; Gill, 2005; Cada et al., 2007; Boehlert et al., 2008; Inger et al., 2009). Tomēr vides efektu novērtējums ir ļoti sarežģīts, ņemot vērā iekārtu un konstrukciju dažādību, ekosistēmu īpatnības, kurās potenciāli varētu tikt uzstādītas iekārtas. Tāpat būtisku ietekmi uz vidi var atstāt plānojamā projekta mērogs. Uztādot vienu pilotprojekta vēja turbīnu jūrā, tās ietekme uz vidi būs atšķirīga gan laikā, gan telpā. Taču, izveidojot vēja parku ar 40 turbīnām, to uzstādīšanas ilgums būs būtiski atšķirīgs un ietekme uz vidi daudz būtiskāka. Šobrīd visaktīvāk tiek attīstīti vēja parki jūrā, īpaši Ziemeļjūras piekrastēs, tomēr tiek attīstīti arī viļņu enerģijas konvertori, plūdmaiņu straumju ģeneratori un termālā gradienta elektrocentrāles.

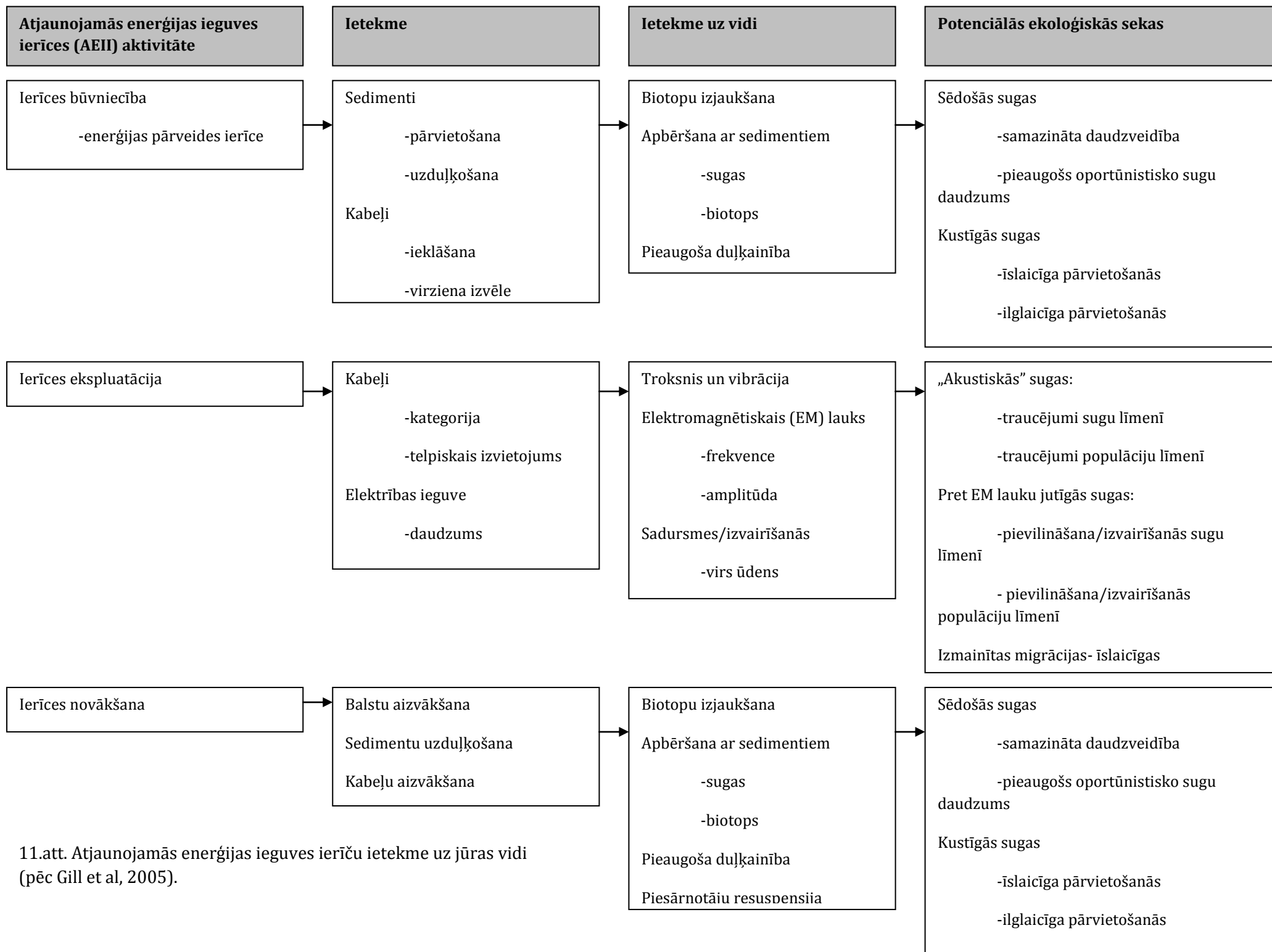


10.att. Viļņu enerģijas konvertors PELAMIS, Portugālē.

IETEKME UZ VIDI

Atjaunojamās enerģijas ieguves ierīču (AEII) ietekme uz vidi atšķiras tā uzstādīšanas ekspluatācijas un nojaukšanas laikā (11.att.).

Tiešās ietekmes uz piekrastes zonas vidi. Visas AEII veic vēja vai viļņu enerģijas konversiju elektriskajā enerģijā izmantojot turbīnas vai zemūdens spārnus. Lai iegūtu ekonomiski izdevīgu enerģijas daudzumu, ierīcēm jābūt lielām un tām nepieciešama liela stabila pamatne uz jūras grunts, kā arī atbalsta sistēmas. Uzstādot un nojaucot AEII pamatni, atbalsta sistēmas, apakšstacijas un zemūdens kabeļus, jūras vidi ietekmēs būvdarbi. Sedimentu pārvietošana var izraisīt biotopu apbēršanu, sedimentu resuspensiju un resuspendēto sedimentu pārnesei ar straumi. Sedimentu resuspensija var izraisīt arī sedimentēto kaitīgo vielu resuspensiju. Mobilizētie sedimenti var apbērt apkārtējos biotopus, apdraudot dzīvotnes. Resuspendējot sedimentus ar augstu organisko vielu saturu (upju grīvās, līčos), iespējama arī īslaicīga skābekļa koncentrāciju samazināšanās piegrunts slānī, jo skābeklis tiek izmantots oksidācijas procesos. Līdz ar to var īslaicīgi tikt traucēta bentisko organismu dzīve. Ietekmes mērogi un ilgums ir atkarīgi no būvdarbu intensitātes un bentosa organisma adaptācijas. Ekosistēmas atgūšanās pēc traucējumiem var ilgt no 1 mēneša līdz vairākiem gadiem atkarībā no substrāta tipa (Harvey, Gauthier & Munro, 1998). Oportunistiskās sugas kā polihēti un amfipodi visātrāk rekolonizē mīkstos substrātus, bet epifaunas sugas substrātu rekolonizē lēnāk (Harvey, Gauthier & Munro, 1998). Biotopa traucējumu intensitāte var izraisīt arī būtiskas sugu sastāva izmaiņas, piemēram, ja tiek traucētas biotopu veidojošās sugas, tad sekas var būt graužošanas vietējai sugu daudzveidībai un ekosistēmā notiekošajiem procesiem (Coleman & Williams, 2002). Tātad, plānojot AEII būvi vai nojaukšanu, nepieciešams zināt biotopu apdzīvojošo sugu jutību, ekoloģisko plastiskumu un atjaunošanās spēju pēc būvdarbu beigām.



11.att. Atjaunojamās enerģijas ieguves ierīču ietekme uz jūras vidi (pēc Gill et al, 2005).

Pabeidzot AEII būvi zemūdens pasaule iegūst milzīgu jaunveidojumu. Šīs konstrukcijas var ietekmēt vietējās straumes, kas ir būtiskas daudziem ūdens organismiem, kā arī ietekmē sedimentu transporta plūsmu (Gill, 2005). Turklāt lielās stabilās konstrukcijas rada jaunas ekoloģiskās nišas, kādas organismiem nav bijušas pieejamas. Tas var būt arī atbalsta punkts invazīvajām sugām.

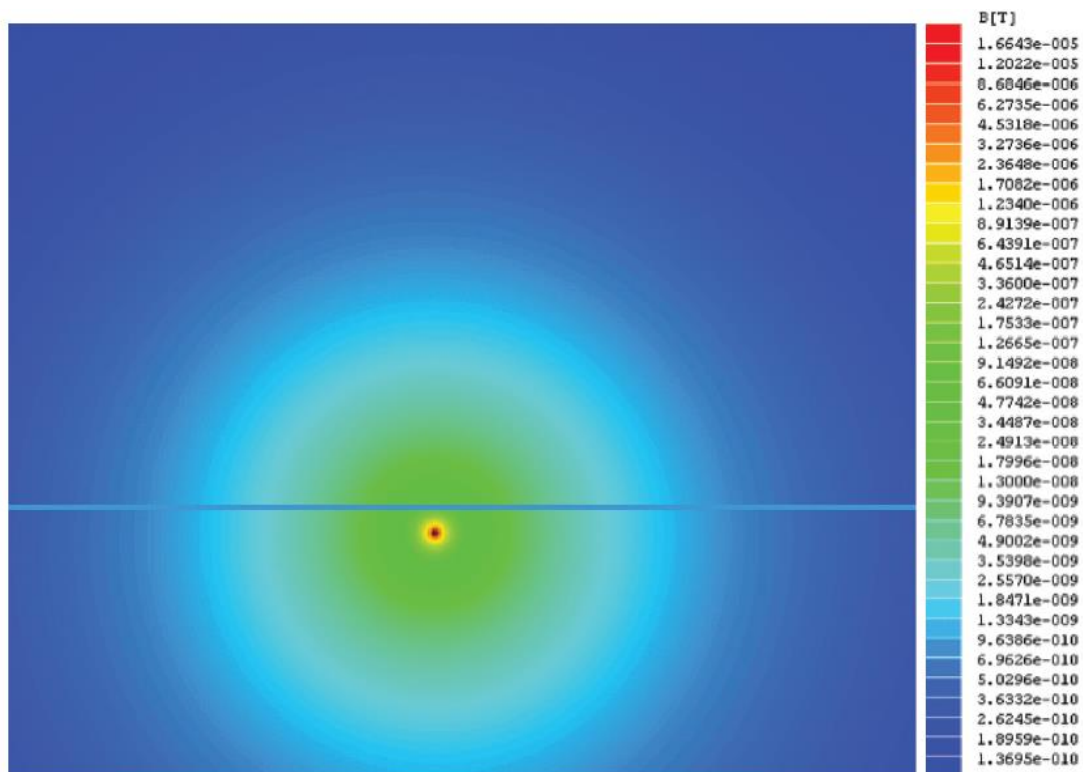
Parasti uzskata, ka AEII nojaukšanas darbu ietekme ir tāda pati kā būvdarbu laikā, taču svarīga atšķirība ir zemūdens konstrukciju aizvākšana. Ilgi pastāvošu būvkonstrukciju aizvākšana samazina biotopa heterogenitāti, kas samazina ekoloģisko nišu pieejamību un tālāk var izmainīt arī barības ķēžu funkcionēšanu.

Citi tiešie efekti. AEII būvniecības laikā zemūdens vidi būtiski ietekmēs troksnis un vibrācija no pāļu dzišanas un urbšanas darbiem. Mazāks troksnis un vibrācija tiks novērota AEII funkcionēšanas laikā, taču tam pievienosies elektromagnētiskā (EM) lauka ietekme elektrības ražošanas un pārvades laikā. Šo faktoru ietekme ir būtiski atkarīga no biežuma, iedarbības intensitātes un ilguma, kā arī apkārtesošo organismu jutības pret troksni un EM lauku.

Troksnis. Ir konstatēts, ka būvkonstrukciju uzstādīšana un kabeļu vilkšana jūrā izraisa troksni 178 līdz 260 dB re 1 μ Pa (Gill, 2005). Šāds skaņas stiprums var ietekmēt dzīvnieku akustiskos orgānus līdz pat 100m rādiusā ap skaņas avotu, liekot kustīgajiem dzīvniekiem pamest trokšņainās vietas. Taču visi trokšņa izraisītie efekti ir atkarīgi no konkrētajā vidē sastopamo sugu jutības un pielāgošanās spējām. Zivīm novērojama izbīļa un trauksmes reakcija pie > 150 dB re 1 μ Pa zemūdens skaņas stipruma (Blaxter, Gray & Denton, 1981).

Troksnis un vibrācijas būtiski ietekmēs arī cilvēkus un putnus. Lai gan varam uzskatīt, ka izvietojot AEI ierīces jūrā, cilvēki tiks mazāk traucēti, tomēr to ietekme uz putniem būs būtiska. Pētījumi liecina, ka cilvēku darbības radītais troksnis un vibrācijas izraisa putnu skaita samazināšanos konkrētajā reģionā (Boehlert, Gill, 2010). Eksperimentos zemūdens trokšņi tiek izmantoti, lai pasargātu gliemeņu fermas no ūdensputniem. Pētījumi eksistējošos vēja parkos Baltijas jūrā liecina, ka trokšņu līmenis ūdenī pieaug vēja parku teritorijā turbīnu darbības laikā (80-110 dB re 1 μ Pa) un ietekmes intensitāte ir atkarīga no turbīnu skaita un darbības režīma.

Elektromagnētiskais lauks. Augstas voltāžas maiņstrāva un līdzstrāva, kas tiek pārvadīta uz cietzemi, var ietekmēt organismus, kas jutīgi pret elektrisko vai magnētisko lauku. Tas ietekmē zivis un jūras zīdītājus, kas orientācijai telpā izmanto Zemes magnētisko lauku.



12.att. Elektromagnētiskais lauks (Tesla), kas aptver standarta 13kV zemūdens kabeli, kas ierakts 1m dziļumā. (Pēc Boehlert, Gill, 2010)

Rūpnieciskie maiņstrāvas kabeli tiek efektīvi ekranēti pret tiešām elektriskā lauka emisijām, taču tie nenovērš magnētiskā lauka veidošanos (12.att.). Kabelu konfigurācija un magnētisko lauku klātbūtne maina vietas magnētiskās īpašības. No cilvēka perspektīvas EM lauka izmaiņas ir niecīgas, taču tās ir dzīvnieku uztveres robežās. Vājie elektromagnētiskie lauki var pievilināt vai atbaidīt elektrojutīgos organismus, izraisot to koncentrēšanos vai izkliedi ap noteiktiem rajoniem.

Baltijas jūrā ap līdzstrāvas kabeliem konstatēts magnētiskais lauks, kas stipruma ziņā līdzinās Zemes magnētiskajam laukam ($\sim 50 \mu\text{T}$). Šo lauku var sajust no 6m attāluma (Gill, 2005). Šāda stipruma magnētiskais lauks var ietekmēt kuģu kompasus, kā arī potenciāli ietekmēt jūras zīdītāju orientācijas un navigācijas spējas. Kabelu magnētiskā lauka ietekme vājinās attālinoties no vietas, izraisot dzīvniekos apjukumu.

Sadursmes vai izvairīšanās. Dzīvnieki var sadurties vai izvairīties no kontakta ar enerģiju ģenerējošām ierīcēm gan virs, gan zem ūdens, atkarībā no to skaita, izmēra un telpas starp ierīcēm un to rotējošām daļām. Uzskata, ka visvairāk šādam riskam pakļauti piekrastes un migrējošie putni, īpaši sugas, kas veic biežus, īsus, zemu pārlidojumus starp barošanās un atpūtas vietām.

Līdz šim nav iegūta informācija par šādu ietekmi uz zemūdens dzīvniekiem, taču potenciāli dzīvnieki varētu būt apdraudēti vietās, kur zemūdens turbīnas ir izvietotas noslēgtos ūdeņos, piemēram, upju grīvās, vai ierīces veido liela izmēra barjeru.

Netiešie ekoloģiskie efekti. Enerģiju ģenerējošo ierīču uzstādīšana un nojaukšana jūrā izraisa kustīgo dzīvnieku (zīdītāju, zivju, putnu, pat vēžveidīgo un molusku)

pārvietošanos uz neietekmētiem rajoniem. Ierīču funkcionēšanas laikā arī var tikt novērotas sugu sastāva izmaiņas, kas maina piekrastes barības ķēžu dinamiku, starpsugu konkurenci, upuru-plēsēju attiecības.

Barības pieejamība. AEII būvniecībai vai nojaukšanai var sekot zemāko līmeņu („bottom-up”) kontrolētie trofiskie efekti, ko izraisa izmaiņas bentiskajās sabiedrībās. Izzūdot jutīgajām sugām, to vietu ieņem oportūnistiskās sugas, kas spēj labāk pielāgoties fizikālajiem traucējumiem vidē. Nojaucot ūdenī esošās konstrukcijas tiek izjaukta arī ūdens organismu ierastā vide, kas savukārt maina barības ķēžu funkcionēšanu.

Starpsugu konkurence. AEII skaits un aizņemtā platība būtiski izmainīs vietējos bentiskos biotopus, veidojot jaunas ekoloģiskās nišas, kuras var aizņemt oportūnistiskās sugas vai pat invazīvās sugas. Konkurējošo sugu daudzums, ekoloģiskais plastiskums un ekoloģisko nišu daudzveidība noteiks konkurences iznākumu, taču potenciāli lielāko lomu spēlēs ekoloģiski plastiskākās sugas.

Upuru/plēsēju attiecības. AEII būvniecības un darbības laikā var notikt būtiskas izmaiņas plēsīgo zivju upuru izmērā un skaitā, kas var novest pie plēsīgo zivju barības trūkuma un izraisīt trofiskās kaskādes efektu. Vai gluži pretēji, ja tiek ietekmētas plēsīgās zivis, to upuri var nekontrolēti vairoties, tāpat izraisot trofiskās kaskādes efektu.

Vairošanās un mazuļu izdzīvošana. AEII būvniecības izraisītās fluktuācijas barības daudzumā un biotopu pieejamībā var tieši ietekmēt dažādu organismu reprodukciju, it īpaši apdraudēto sugu reprodukciju. Īpaši var tik traucēti putni un zīdītāji, kas rūpējas par saviem mazuļiem. Ja putnu un zīdītāju barības bāze tiek samazināta, to reprodukcijas spējas un mazuļu izdzīvošana ir apdraudēta.

Daudzām zivju sugām ir specifiskas nārsta un mazuļu uzturēšanās vietas, piemēram, reņģēm. AEII būvniecības laikā biotopi var tikt apbērti ar sedimentiem, traucējot zivju nārstu, kā arī ikru un mazuļu izdzīvošanu šādos apstākļos.

Pozitīvie ekoloģiskie efekti. Kad AEII būvniecība ir pabeigta, jaunā telpiskā struktūra var pozitīvi ietekmēt bentiskos biotopus, palielinot biotopu heterogenitāti. Ūdens organismiem tas rada jaunas kolonizācijas iespējas, jaunas augšanas, izdzīvošanas, slēpšanās iespējas, īpaši dažādām zivju sugām. Daudzu zivju sugu mazuļiem seklie piekrastes reģioni ir īpaši svarīgi, lai izdzīvotu, slēptos un barotos. Biotopi ar lielu fizikālo heterogenitāti ir zivīm daudz nozīmīgāki, nekā vienveidīgāki biotopi ar tādu pašu platību. Pētījumi Baltijas jūrā liecina, ka AEII balsti var darboties kā mākslīgie rīfi, kurus pēc būvdarbu beigām apdzīvo bentiskās sugas, nodrošinot labāku barības bāzi dažādām zivju sugām un veicinot zivju skaita pieaugumu. Turklāt vēja parku rajonos zveja nav atļauta, līdz ar to vēja parku rajoni darbojas kā savdabīgi rezervāti, kuros zivis var patverties no intensīvās nozvejas (Boehlert, Gill, 2010).

SECINĀJUMI

Šobrīd piekrastes zonas visā pasaulē ir būtiski apdraudētas, tāpēc AEII izbūve jūrā ir jāveic tā, lai novērstu turpmāku piekrastes zonu degradāciju. Lai uzstādītu liela mēroga AEII, jāņem vērā tādi ekosistēmas struktūras un funkcionēšanas aspekti kā: biotopu zaudējums vai ieguvums; līdzsvars starp sugu vajadzībām un biotopu pieejamību; ietekme uz barības vielu pieejamību; izmaiņas ūdenstilpes primārajā produkcijā un attiecīgas ietekmes uz tālāko trofisko līmeņu produkciju un biomasu; izmaiņas sugu sastāvā; ietekme uz sugu augšanas un mirstības ātrumu. Lai minimizētu AEII ietekmi uz vietējo floru un faunu, AEII būtu jāuzstāda vietās, kur bioloģiskā daudzveidība ir maza un tajā dominē pielāgoties spējīgas, oportūniskas sugas. Mīkstos sedimentos bioloģiskā daudzveidība dabiski ir mazāka un organismi pielāgojušies dzīvei mainīgos apstākļos. Noteikti jāizvairās būvēt AEII vietās, ko izmanto migrējošie putni vai dzīvnieki un kas nepieciešamas to dzīves cikla veikšanai. Tā kā potenciāli AEII izbūve jūrā nākotnē tikai pieaugs, tad jāņem vērā to radītie kumulatīvie efekti. Lai nodrošinātu ilgtspējīgu AEII darbību jūrā, vides aspektiem jābūt iekļautiem AEII plānošanā, kā arī AEII operētājiem jābūt informētiem par to lomu piekrastes ekosistēmu funkcionēšanā.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

Blaxter, J.H.S., Gray, J.A.B. & Denton, E.J. (1981) Sound and startle responses in herring shoals. *Journal of Marine Biological Association of UK*, **61**, 851–869.

Boehlert GW, Gill AB, 2010: Environmental and ecological effects of ocean renewable energy development: a current synthesis. *Oceanography* 2010, 23:68–81.

Cada, G., J. Ahlgrimm, M. Bahleda, T. Bigford, S.D. Stavrakas, D. Hall, R. Moursund, and M. Sale. 2007. Potential impacts of hydrokinetic and wave energy conversion technologies on aquatic environments. *Fisheries* 32:174–181.

Coleman, F.C. & Williams, S.L. (2002) Overexploiting marine ecosystem engineers: potential consequences for biodiversity. *Trends in Ecology and Evolution*, **17**, 40–44.

Gill AB, 2005: Offshore renewable energy: ecological implications of generating electricity in the coastal zone. *J Appl Ecol*, 42:605–615.

Harvey, M., Gauthier, D. & Munro, J. (1998) Temporal changes in the composition and abundance of the macrobenthic invertebrate communities at dredged material disposal sites in the Anse a Beaufils, baie des Chaleurs, eastern Canada. *Marine Pollution Bulletin*, **36**, 41–55.

Inger R, Attrill MJ, Bearhop S, Broderick AC, Grecian WJ, Hodgson DJ, Mills C, Sheehan E, Votier SC, Witt MJ, Godley BJ, 2009: Marine renewable energy: potential benefits to biodiversity? An urgent call for research. *J Appl Ecol*, 46:1145–1153.

Pelc, R., and R. Fujita. 2002. Renewable energy from the ocean. *Marine Policy* 26:471–479.

JŪRAS SEDIMENTU IEГУVE

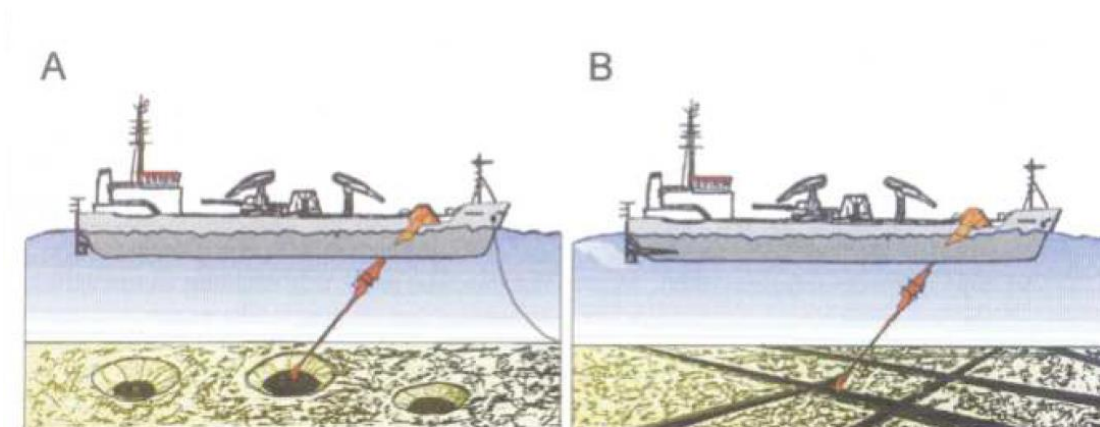


IEVADS

Atsevišķos Baltijas jūras reģionos jūras smilšu un grants ieguvei jau ir salīdzinoši sena vēsture. Galvenokārt tā attīstīta Dānijā, mazliet Polijā, Vācijā un Zviedrijā, jo Baltijas jūras dienvidu daļā sedimentos dominē smilts un grants nogulas. Šobrīd jūras resursu ekspluatācija iegūst jaunu intensitāti. Kā galvenie iemesli ir minami iedzīvotāju pieaugošā izpratne par dabas resursu noplicināšanu uz sauszemes - aramzemju platību samazināšanu, ainavisku vietu izpostīšanu, negatīva ietekme uz apkārtējo vidi - bioloģisko daudzveidību, gruntsūdeņu kvalitāti, cilvēku nevēlēšanās apdzīvoto vietu tuvumā redzēt raktuves, paciest troksni, putekļus un intensīvu smagā transporta plūsmu. Tādos gadījumos jūras resursu ekspluatācija tiek uztverta kā ideāls atrisinājums rūpniecības un sociālajiem konfliktiem. Taču jūras resursu izmantošana tāpat atstāj negatīvu ietekmi uz vidi, tikai tās apmēri ir grūtāk novērtējami un sociāli mazāk uzkrītoši. Jūras sedimentu - smilšu, grants ieguve atstāj tiešu negatīvu ietekmi uz jūras floru un faunu, funkcionējošām barības ķēdēm un līdz ar to zivju resursiem, kā arī uz jūras krastu stabilitāti (Hermann et al., 1999).

JŪRAS SEDIMENTU IEGUVES IETEKME UZ VIDI

Sedimentu izsmelšana atstāj ietekmi uz vidi atkarībā no sedimentu ieguves veida. Šobrīd eksistē 2 sedimentu ieguves veidi. Pirmajā gadījumā gruntssmēlētis tiek noenkurots virs sedimentu ieguves vietas un ar caurules un sūkņa palīdzību sedimenti tiek pārsūkņēti kuģī, kas sedimentus nogādā ostā. Tā darbības rezultātā sedimentos paliek plaša bedre vairāku metru līdz vairāku desmitu metru diametrā un vairākus metrus dziļa. Otrajā gadījumā gruntssmēlētis netiek noenkurots, bet lēni pārvietojoties sedimentu ieguves rajonā ar caurules palīdzību iesūc sedimentus, rezultātā gruntī paliek 1-3m platas un 0.5-1m dziļas vagas. To blīvums atkarīgs no grunts sūkņēšanas intensitātes konkrētajā rajonā. Abos gadījumos izsūkņētie sedimenti tiek uzkrāti kuģa tilpnē. Sākumā kuģa tilpnē ir galvenokārt ūdens un nedaudz sedimenti, bet kuģa tilpnei piepildoties, sedimenti izspiež ūdeni, kas ieplūst atpakaļ jūrā radot suspendēto daļiņu „mākonī”, kas



13.att. Gruntssmēlēju veidi.

tikai salīdzinoši ilgstošā laika periodā spēj atkal sedimentēties uz jūras grunts.

Šo darbību rezultātā novērojamas fizikāla un ķīmiska ietekme uz vidi:

Substrāta aizvākšana, sedimentu sastāva izmaiņas, jūras dibena topogrāfijas izmaiņas. Sedimentu aizvākšanas rezultātā sedimentu struktūra ir pilnība izmainīta. Sedimentu struktūra ir tieši saistīta ar to apdzīvojošās bentiskās faunas sugu sastāvu. Stabīlos akumulācijas sedimentus parasti apdzīvo infaunas organismi, kas rok dziļas alas, pārstrādā sedimentus, uzturot skābekļa režīmu. Savukārt labilos sedimentos var uzturēties tikai oportunistiski organismi, kas pielāgojušies dzīvei mainīgos apstākļos (Holme and Wilson, 1985; Kenny et al., 1991). Laiks, kādā sedimenti un bentiskā fauna var atkal atjaunoties, ir atkarīgs no gruntssmelšanas darbu intensitātes un ilguma, kā arī hidroloģiskajiem apstākļiem jūrā. Izsūkņēto bedru un vagu aizpildīšanās ar jauniem sedimentiem atkarīga no piekrastes straumēm un labilu, pārvietojamu substrātu klātbūtnes konkrētajā reģionā. Sedimentu atjaunošanās var prasīt 1 gadu līdz 10 gadu ilgu laika periodu (Krause et al. 1996). Bentiskās faunas atjaunošanos ietekmē sugu daudzums apkārtnē un imigrācijas attālums, kā arī vietas dziļums, viļņi, straumes,

sedimentācijas ātrums. Dinamiskos apstākļos - seklās vietās ar spēcīgu viļņu un straumju iedarbību sedimentu atjaunošanās notiek ātrāk.

Iegūstot no jūras grunts granti un oļus, šo sedimentu atjaunošanās netiek novērota, jo nekādi hidrodinamiskie procesi nevar pārvietot smagās frakcijas. Novērota arī situācija, kad pēc gruntssmelšanas darbiem mīkstos sedimentus nomaina cietās grunts. Tas novērojams gadījumos, kad smiltis un grants salīdzinoši plānā slānī pārklāj cietās grunts. Izsmelot smilšu resursus, mīkstie sedimenti vairs nevar atjaunoties un mīksto grunšu faunu nomaina cieto grunšu bentiskās sabiedrības (ICES 1992).

Hidrogrāfisko apstākļu izmaiņas. Jūras grunts topogrāfijas izmaiņas var ietekmēt hidroloģisko režīmu, izmainot straumju stiprumu un virzienu, ūdens apmaiņu un sedimentu plūsmu. Sedimentu ekstrakcija var palielināt piekrastes eroziju, jo līdz ar batimetrijas izmaiņām pieaug arī viļņu intensitāte konkrētajā rajonā.

Sedimentu un ar tiem saistīto ķīmisko vielu (arī bīstamo vielu) resuspensija ūdens slānī. Gruntssmelēja darbības laikā no kuģa atpakaļ jūrā izplūst 2-10% no izsmeltajiem sedimentiem. Jūrā resuspendētā sedimentu „mākoņa” izmērs ir atkarīgs no dūņu un aleirīta satura iegūtajos sedimentos, kā arī dabiskās ūdeņu duļķainības. Gruntssmelēja darbības rezultātā novērota 8-400 reižu augstāka piekrastes ūdeņu duļķainība (ICES 1992). Sedimentu „mākoņa” izplatīšanās atkarīga no ūdens temperatūras, sāļuma, straumes ātruma un suspendēto daļiņu izmēra (Hermann et al., 1999). Duļķainības pieaugums ūdenī traucē mikroskopisko un makroskopisko aļģu fotosintēzes procesiem, kā arī var ietekmēt zooplanktona populācijas un zivju migrāciju. Duļķainība apdraud arī zivju ikru un kāpuru stadiju izdzīvošanu, ietekmējot zivju ikru peldspēju un kāpuru barošanos. Daudzas zivis, īpaši vizuālie plēsēji izvairās no duļķainiem ūdeņiem, ja suspendēto daļiņu daudzums pārsniedz 10mg/l.

Duļķainības pieauguma ietekmē izmainās arī ūdens ķīmiskās īpašības, piemēram, var pieaugt barības vielu daudzums, kā arī smago metālu un citu ķīmisko vielu koncentrācijas vidē. Barības vielu koncentrāciju pieaugums atstāj lielāku ietekmi uz noslēgtākām ūdenstilpēm, piemēram, sekliem ličiem. Dinamiskā jūras vidē barības vielu koncentrāciju pieaugums var atstāt tikai nelielu ietekmi uz primāro produkciju. Taču sedimentu resuspensijas rezultātā var palielināties skābekļa patēriņš vidē, kas var negatīvi ietekmēt ūdens organismus.

Suspendēto daļiņu sedimentācija, kas pārklāj un noēno bentosa biotopus. Suspendēto daļiņu sedimentācijas rezultātā var tikt pārlāti bentiskie biotopi, traucējot makrofītaļģu fotosintēzi vai filtrētāju darbību. Tāpat pieaugošā sedimentācija var ietekmēt zivju nārstu, ikru izdzīvošanu un kāpuru attīstību.

SECINĀJUMI

Grunts smelšanas un padziļināšanas darbi var atstāt būtisku ietekmi uz apkārtējo vidi. Būtiskākais efekts ir pašu sedimentu aizvākšana un bentiskās faunas iznīcināšana konkrētajā rajonā, kas prasa ilgstošu atjaunošanos. Pārējās ietekmes uzskatāmas par daudz īslaicīgākām un mazāk kaitīgām apkārtējai videi.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

Herrmann C., Krause J., Tsoupikova N., Hansen K., 1999, *Marine sediment extraction in the Baltic Sea – Status Report*, Baltic Sea Environ. Proc. No. 76, Helsinki Comm., 31 pp.

Holme, N. A., and Wilson, J. B. 1985. Faunas associated with longitudinal furrows and sand ribbons in a tide-swept area in the English Channel. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 65: 1051–1072.

ICES 1992: Effects of extraction of marine sediments on fisheries, ICES Cooperative Research Report no. 182, Copenhagen 1992

Kenny, A. J., Rees, H. L., and Lees, R. G. 1991. An inter-regional comparison of gravel assemblages off the English east and south coasts: Preliminary Results. *ICES CM* 1991/E:27, 15 pp.

Krause, J. Chr., Nordheim, H.V., and Gosselck, F. 1996. Auswirkungen submariner Kiesgewinnung auf die benthische Makrofauna in der Ostsee vor Mecklenburg-Vorpommern. (Effects of submarine gravel extraction on benthic fauna in the Baltic Sea off Mecklenburg-Vorpommern). *German Journal of Hydrography, Supplement* 6: 189–199.

PIEKRASTES TŪRISMA ATTĪSTĪBA



14.att. Vasara Palangas pludmalē.

IEVADS

Jūru un okeānu piekrastes ir produktīvākās un bioloģiski daudzveidīgākās ekosistēmas uz mūsu planētas. Vienlaikus tās ir arī apdzīvotākās vietas. Konstatēts, ka 60% pasaules iedzīvotāju dzīvo 60km joslā no piekrastēm. Turklāt aptuveni 80% tūristu apmeklēto vietu atrodas jūru un okeānu piekrastēs. Šobrīd tūrisms ieņem nozīmīgu lomu daudzu valstu ekonomikā un šī tendence arvien pieaug. Brīnišķīgās dabas ainavas, kas ir pamats tūristu plūsmai, tiek arvien vairāk noplicinātas pateicoties tieši tūrismam. Tāpēc ilgtspējīgai tūrisma attīstībai ir nepieciešama ļoti stingra plānošana un likumdošana.

PIEKRASTES TŪRISMA IETEKME UZ VIDI

Aktīva tūristu piesaiste reģionam neapšaubāmi uzlabo vietējo ekonomiku, rada jaunas darba vietas, nepieciešamību uzlabot infrastruktūru. Taču tūristu plūsmai ir arī negatīvie aspekti, kas tieši ietekmē apkārtējās vides stāvokli. Negatīvie aspekti novērojami tad, kad apmeklētāju skaits kļūst lielāks, nekā vides apstākļi to pieļauj pieņemamu izmaiņu robežās. Nekontrolēta tūristu plūsma rada būtisku slodzi daudziem dabas objektiem visā pasaulē, izraisot augsnes eroziju, piesārņojumu, neattīrītu notekūdeņu ieplūdes jūrā, dabisko biotopu iznīcināšanu, sugu apdraudējumu, paaugstinātu ugunsgrēku bīstamību. Bieži vien tūrisma industrija palielina ūdens

patēriņu reģionos, kur ūdens resursu trūkst, kā arī konkurē ar vietējiem iedzīvotājiem par trūkstošo resursu izmantošanu (Pēc: UNEP).

DABAS RESURSU NOPLICINĀŠANA

Ūdens resursi. Ūdens, it īpaši saldūdens, ir viens no būtiskākajiem dabas resursiem. Tūrisma industrija bieži pārtērē ūdens resursus, izmantojot tos viesnīcās, baseinos, golfa laukumos un tūristu personīgajām vajadzībām. Sausākos reģionos, kā, piemēram, Vidusjūras valstīs, ūdens trūkums ir īpaši jūtams. To izraisa karstais klimats, kā arī tūristu pārmērīgais ūdens patēriņš, lietojot vairāk ūdens resursus nekā savās mājās.

Golfa tūrisms pēdējos gados ir kļuvis īpaši populārs, taču golfa laukumu segumu uzturēšana pieprasa intensīvu laistīšanu, mēslošanu, herbicīdu un citu pesticīdu lietošanu, kas patērē milzīgus ūdens daudzumus, kā arī izraisa vides piesārņojumu.

Vietējie resursi. Tūrisms rada lielu slodzi arī vietējiem resursiem, piemēram, tradicionālajiem pārtikas līdzekļiem (zivīm, citiem dzīvniekiem), enerģijai (malkai) un, citiem resursiem, kas tāpat var būt nepietiekošā daudzumā vai apdraudēti. Tūrisma industrija bieži vien ir sezonāla un daudzos tūrisma galamērķos sezonas laikā ir desmit reizes vairāk iedzīvotāju nekā nesezonas laikā, turklāt tūristiem bieži vien ir augstas servisa prasības (apkure, siltais ūdens u.c.). Lielāka šo resursu ieguve vai transportēšana no tālienes uzliek papildus slodzi trūkstošo resursu ekspluatācijai.

Dabas resursu degradācija. Dabas resursi ietver derīgos izrakteņus, auglīgās augsnes, mežus, mitrājus un savvaļas dzīvniekus. Pieaugot tūrisma un izklaides industrijas intensitātei pieaug slodze šiem resursiem, kā arī pašām ainaviskajām vietām. Izcērtot mežus, norokot augsni, lai būvētu viesnīcas, stāvlaukumus, ceļus un izklaides parkus, tiek nodarīts būtisks kaitējums gan atjaunojamiem, gan neatjaunojamiem dabas resursiem.

PIESĀRŅOJUMS

Tūrisms var radīt tādu pašu piesārņojumu, kā citas rūpniecības nozares: SEG piesārņojums, troksnis, cietie atkritumi, notekūdeņu izplūdes, naftas produkti un ķīmiskais piesārņojums, pat arhitektūralais vai vizuālais piesārņojums (Mavris, 2011).

Gaisa piesārņojums un troksnis. Pieaugot tūrisma intensitātei un tūristu mobilitātei nepārtraukti pieaug arī gaisa, ceļu un dzelzceļu satiksmes intensitāte. Šobrīd 60% no gaisa satiksmes tiek izmantoti tūristu pārvadāšanai, tātad tūrisms ir atbildīgs par ievērojamu gaisa piesārņojuma daļu un būtiskām CO₂ emisijām.

Pieaugošais trokšņa līmenis no autobusiem, automašīnām, lidmašīnām, kā arī izklaides transporta līdzekļiem- sniega motocikliem, motorlaivām, ūdens motocikliem, kvadricikliem, ir arvien pieaugoša problēma, kas ietekmē ne tikai cilvēkus, bet arī savvaļas dzīvniekus.

Cietie atkritumi. Ainaviski skaistos reģionos ar augstu tūristu aktivitāti cietie atkritumi kļūst par būtisku vides problēmu, sabojājot dabas skaistumu un piesārņojot upju krastus, ainavas, ceļmalas. Cietie atkritumi, kuru sadalīšanās laiks (15.att.) ir ļoti ilgs,

piesārņo piekrastes ūdeņus, pludmales un mežus, kā arī var izraisīt ūdens dzīvnieku saindēšanos un nāvi.



15.att. Sadzīves atkritumu sadalīšanās laiks ūdenī.

Notekūdeņi. Būvējot viesnīcas, restorānus, izklaižu centrus, nepieciešams nodrošināt arī atbilstošu notekūdeņu savākšanu un attīrīšanas ierīču izbūvi. Daudzviet pasaulē notekūdeņu izplūdes jūrā apdraud tūristu iecienīto ainavu un biotopu eksistenci un atstāj ietekmi uz vietējām augu un dzīvnieku sugām.

Vizuālais piesārņojums. Strauji attīstoties tūrisma industrijai bieži tiek celtas standarta izskata viesnīcas, kas neiekļaujas vietējo dabas apstākļu ainavā un vietējā arhitektūrā, radot savdabīgu „arhitekturālo” piesārņojumu (Mavris, 2011). Trūkstot telpiskajam plānojumam vai nesakārtotas likumdošanas apstākļos šādas celtnes var tik izkliedētas plašos ainaviskos apvidos. Bieži vien viesnīcu tuvumā tiek celtas arī līdzīga izskata un arhitekturālās vērtības celtnes darbinieku vajadzībām, servisa pakalpojumiem, autostāvvietas, un pat atkritumu novietnes.

TŪRISMA ATTĪSTĪBAS FIZIKĀLĀ IETEKME

Piekrastes tūrisms parasti tiek attīstīts ainaviski skaistās vietās, kas no ekosistēmas viedokļa ir arī sugu daudzveidībai un funkcionalitātei nozīmīgākās vietas. Visbiežāk pieaugošā tūristu skaita ietekmē šādas ekosistēmas tiek degradētas.

Būvniecība un infrastruktūras attīstība. Viesnīcu, restorānu, autostāvvietu un izklaistu parku būvniecība var ietvert smilšu norakšanu, pludmaļu un kāpu eroziju, augšņu eroziju un cieto segumu ieklāšanu. Turklāt izbūvējot ceļus un lidostas var ciest mežu biotopi un savvaļas dzīvnieki, kā arī var tikt bojāta kopējā ainava.

Mežu izciršana un neilgtspējīga zemes platību izmantošana. Veidojot izklaistu un atrakciju vietas tūristiem, nereti tiek izcirstas lielas mežu platības, piemēram, ierīkojot slēpošanas trases vai golfa laukumus. Piekrastes mitrāji nereti tiek nosusināti un aizbērti, lai izbūvētu viesnīcas vai tūrisma infrastruktūru, izraisot piekrastes eroziju un iznīcinot trauslos piekrastes biotopus.

Jahtu ostu attīstība. Jahtu ostu un viļņlaužu izveide var būtiski ietekmēt piekrastes straumes un sanešu plūsmas, potenciāli izraisot karsta eroziju vienā jaunveidotās struktūras pusē un smilšu akumulāciju otrā pusē (14.att.). Līdzīgu efektu var atstāt arī smilšu ekstrakcija viļņlaužu būvei. Jahtu enkurošana piekrastes rifu biotopos vai to tuvumā var izraisīt tiešu biotopu degradāciju.



14.att. Viļņlaužu ietekme uz piekrastes sanešu plūsmu.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

Mavris Ch., 2011. Sustainable environmental tourism and insular coastal area risk management in Cyprus and the Mediterranean. *Journal of Coastal Research*, 61, 317-327.

UNEP. Interneta resursi:

www.unep.org/resourceefficiency/Business/SectoralActivities/Tourism/TheTourisma ndEnvironmentProgramme/FactsandFiguresaboutTourism/ImpactsofTourism/EnvironmentalImpacts/TourismsThreeMainImpactAreas/tabid/78776/Default.aspx