



EUROPEAN  
REGIONAL  
DEVELOPMENT  
FUND

EUROPEAN UNION

# MAKROALĢU SAVĀKŠANAS UN UZGLABĀŠANAS TEHNOLOĢIJU ANALĪZE

Sagatavotājs: Nodibinājums "Attīstības fonds "Stari""

Pasūtītājs: Kurzemes plānošanas reģions

Liepājā, 2020

*Dokuments ir izstrādāts pēc Kurzemes plānošanas reģiona pasūtījuma INTERREG Baltijas jūras reģiona programmas 2014.-2020. gadam līdzfinansētā projektā Nr. R097 „Baltijas jūras aļģu ilgtspējīga izmantošana“(GRASS) ar Eiropas Reģionālās attīstības fonda atbalstu.*

*Dokuments atspoguļo autora viedokli, un INTERREG Baltijas jūras reģiona transnacionālās sadarbības programmas vadošā iestāde neatbild par tajā ietvertās informācijas iespējamo izmantošanu.*

## Saturs

Tabulu un ilustrāciju numerācija .....	4
Kopsavilkums .....	5
Ievads .....	6
Esošās situācijas raksturojums .....	7
Pasaules pieredzes analīze un izmantoto tehnoloģiju novērtējums .....	10
Aļģu vākšana ar rokām .....	10
Mehanizēta aļģu savākšana .....	11
Specializētās pludmales attīrīšanas mašīnas .....	12
Peldošu aļģu savākšana .....	17
Specializētā aļģu savākšanas tehnika .....	18
Tehnoloģiju salīdzinošā SVID analīze .....	21
Aļģu uzglabāšana .....	24
Kurzemes reģionam atbilstošākās aļģu vākšanas un uzglabāšanas tehnoloģijas .....	28
Secinājumi .....	30
Izmantotā literatūra .....	31

## Tabulu un ilustrāciju numerācija

Tabula 1. Aļģu sanesuma apjoms 2018.gada vasaras un rudens periodos (m <sup>3</sup> / 100m) .....	8
Tabula 2. Salīdzināto tehnoloģiju stipro un vājo pušu apkopojums .....	21
Tabula 3. Baltijas jūras valstīs izmantojamo tehnoloģiju salīdzinājums .....	22
Tabula 4. Aļģu uzglabāšanas tehnoloģiju salīdzinājums .....	24
Tabula 5. Krasta tipa piemērotība dažādām makroaļģu vākšanas tehnoloģijām. ....	25
Tabula 6. Makroaļģu savākšanas tehnoloģiju salīdzinājums. ....	26
Tabula 7. Aļģu savākšanas tehnoloģiju salīdzinājums Liepājas pilsētā .....	27
Ilustrācija 1. Aļģu vākšana Kurzemē 20-gs 40-tos gados. ....	7
Ilustrācija 2. Aļģu vākšana Zanzibārā (Tanzānija) .....	10
Ilustrācija 3. Traktortehnikas izmantošana aļģu vākšanai Francijā .....	11
Ilustrācija 4. Saragasu aļģu savākšana Karību jūrā.....	12
Ilustrācija 5. BeachTech 2800 pludmales tīrīšanas mašīnas.....	13
Ilustrācija 6. BeachTech 2800 pludmales tīrīšanas mašīnasizmēri.....	13
Ilustrācija 7. Rotējoši, atkritumu savācoši tērauda “pirksti” .....	14
Ilustrācija 8. Atkritumu savākšanas, transportēšanas un uzkrāšanas mehānismi .....	15
Ilustrācija 9. “Cherrington” firmas atkritumu savākšanas mašīnas savākšanas mehānisms. ....	16
Ilustrācija 10. Ķīnas firmas “Julong” aļģu vākšanas mašīna .....	17
Ilustrācija 11. Peldoša aļģu vākšanas mašīna Francijā .....	18
Ilustrācija 12. Aļģu savākšanas mašīna darbam liedagā.....	19
Ilustrācija 13. Lielas ražības aļģu savācējs .....	19
Ilustrācija 14. Saragasu vākšana no krasta ar lieljaudas specializēto mašīnu. ....	20
Ilustrācija 15. Aļģu vākšana piekrastes ūdenī, Francija.....	21
Ilustrācija 16. Ieteicamās tehnoloģiskās shēmas aļģu sagatavošanai uzglabāšanai. ....	25

## Kopsavilkums

Pēc Kurzemes plānošanas reģiona pasūtījuma INTERREG Baltijas jūras reģiona programmas 2014.-2020. gadam līdzfinansētā projektā Nr. R097 „Baltijas jūras aļģu ilgtspējīga izmantošana “(GRASS) ar Eiropas Reģionālās attīstības fonda atbalstu, nodibinājums Attīstības fonds “Stari” ir apkopojis informāciju par pasaulē (t.sk. Baltijas jūras reģionā) izmantotajām iekārtām un tehnoloģijām no jūras izskaloto makroaļģu vākšanā un uzglabāšanā, salīdzinājis dažādu tehnoloģiju potenciālu piemērotību Kurzemes piekrastei raksturīgos vides apstākļos (smilšainas, plašas pludmales). Balstoties uz pētījuma rezultātiem, var secināt, ka ekonomiski visizdevīgākā makroaļģu savākšanas tehnoloģija konkrētajā gadījumā ir komunālā vai lauksaimniecības tehnika - frontālie iekrāvēji; transportēšanas tehnoloģija – traktoru piekabes vai autotransports. Minēto tehniku ir iespējams apvienot ar ruluņu preses izmantošanu. Šāda tehnoloģija ir ekonomiska un universāla (der jebkuram aļģu tipam). Tā ir arī pietiekami produktīva un neprasa specializētu mašīnu pielietojumu. Piemēram, pašreiz Liepājas pludmalē tiek izmantots frontālais iekrāvējs, kura vidējās relatīvās izmaksas ir 0,92 EUR/m<sup>3</sup>/h. Ruluņu preses izmantošanas gadījumā, vienlaicīgi ar furcelārijas vākšanu ir iespējams presēšanas gaitā atdalīt lielu daudzumu ūdens un iegūt ērti pārvadājamu materiālu. Savukārt, aļģu uzglabāšanu visērtāk veikt, izmantojot silosa torņus (bunkurus) vai arī, ja tādi nav pieejami – silosēt aļģes, ietinot tās plēvē, ja ir pieejama atbilstoša lauksaimniecības tehnika.

## Ievads

Šī pētījuma mērķis ir apkopot informāciju par pasaulē (t.sk. Baltijas jūras reģionā) izmantotajām iekārtām un tehnoloģijām no jūras izskaloto makroaļģu vākšanā un uzglabāšanā, analizēt dažādu tehnoloģiju potenciālu piemērotību Kurzemes piekrastei raksturīgos vides apstākļos (smilšainas, plašas pludmales), kā arī noteikt ekonomiski visizdevīgāko makroaļģu savākšanas tehnoloģiju.

Pētījuma ietvaros tika realizēti sekojoši uzdevumi:

1. Literatūras un jau veikto pētījumu apskats. Pētnieku intervēšana, lai veiktu esošās situācijas raksturojumu, darba mērķa un uzstādījumu definēšanu;
2. Literatūras un jau veikto pētījumu analīze, lai izstrādātu metodiku aļģu vākšanai un uzglabāšanai izmantoto tehnoloģiju novērtēšanai;
3. Izmantojot sekundārās datu bāzes, tika novērtētas pasaulē izmantotās tehnoloģijas un veikta pieredzes analīze, identificētas esošās aļģu vākšanas un uzglabāšanas pieredzes Baltijas jūras reģionā;
4. Veikta iegūto datu analīze un kritisks izvērtējums, balstoties uz ko izstrādāts pamatojums un ieteikumi Kurzemes reģionam atbilstošākajai aļģu vākšanas un uzglabāšanas tehnoloģijai;
5. Izstrādāts pētījuma ziņojums latviešu un angļu valodā.

Lai varētu identificēt, kura tehnoloģija ir vispiemērotākā Kurzemes piekrastei, tika izmantota salīdzinājumu relatīvo lielumu analīzes metode, kas izriet no relatīvo priekšrocību teorijas. Relatīvā priekšrocību teorija balstās uz spēju ražot precī (sniegt pakalpojumu) ar mazākām relatīvām izmaksām, tādējādi nodrošinot efektīvu resursu izmantošanu. Konkrētajā pētījumā tika analizētas katras izmantotās tehnoloģijas vidējās vienas vienības izmaksas Liepājas un Trelleborgas pludmalēs, kur tika ņemts vērā tas, cik daudz ar konkrētās tehnoloģijas palīdzību vienas stundas laikā ir iespējams iegūt kubikmetrus aļģu, un kādas ir tehnoloģijas vienas stundas izmantošanas izmaksas.

Iegūtie pētījuma dati apkopoti tabulās Nr.6 un Nr.7.

## Esošās situācijas raksturojums

Jūras krastā izskalatās aļģes cilvēce izmanto jau tūkstošiem gadu. Ir valstis visā pasaulē, kur tās izmanto pārtikā, citur pārstrādā vai izmanto zemkopībā augsnes struktūras uzlabošanai un mēslošanai.

Saskaņā ar kosmētikas ražotāja CODIF RECHERCHE & NATURE veikto pētījumu, visbiežāk sastopamās aļģes Baltijas jūras krastos (galvenokārt Zviedrijas dienvidu krastā, Dānijas austrumos, Vācijas un Polijas ziemeļos, kā arī Lietuvas, Latvijas, Igaunijas rietumos) ir *Furcellaria lumbricalis* (turpmāk tekstā – furcelārija). Ņemot vērā Baltijas jūras sāļuma gradientu, kas ir ne tikai samazinātas aļģu daudzveidības iemesls, bet daudzām sugām arī samazināta augšanas ātruma un punduru morfoloģiju iemesls<sup>1</sup>, ir iespējams izskaidrot relatīvi vājo dabisko jūras aļģu resursu izmantošanas tradīciju šajā apgabalā.



Ilustrācija 1. Aļģu vākšana Kurzemē 20-gs 40-tos gados.<sup>2</sup>

Savāktās furcelārijas izmantoja kā mēslojumu, bet atsevišķās teritorijās arī kā lopbarību (iepriekš tās termiski apstrādājot).

Latvijā, Kurzemes piekrastē, divdesmitā gadsimta sākumā katram zemniekam, kas bija ieinteresēts vākt šīs aļģes, tika ierādīts krasta nogabals, kur viņš varēja izvietot aļģu uztveršanas sietus, kas palīdzēja savākt lielāku aļģu daudzumu. Aļģes no krasta un piekrastes ūdeņiem tika savāktas ar dakšām un kātos iestiprinātiem sietiem, un krautas ratos izvešanai no pludmales. Rūpnieciska

<sup>1</sup> - Russell, G. 1988. The seaweed flora of a young semi-enclosed sea: the Baltic. Salinity as a possible agent of flora divergence. Helgoländer Meeresuntersuchungen 42: 243–250.

<sup>2</sup> - “Darbs un Zeme”, 1943.g.

furcelāriju pārstrāde iesākās Dānijā kopš 1960. gadu vidus<sup>3</sup> un ir ilgtspējīgas bioresursu izmantošanas paraugs, kur no furcelārijām pirmo reizi ieguva “Dānijas” agaru – karagenanu.<sup>4</sup>

Balstoties uz dāņu pieredzi, rūpniecisko furcelārijas pārstrādi uzsāka arī Latvijā. Divdesmitā gadsimta sešdesmitajos - septiņdesmitajos gados Jelgavas rajona kolhozā “Nākotne” tika izveidota furcelāriju pārstrāde, kur no aļģēm ieguva karagenanu (agaru). Piekrastes zemnieki un zvejnieki organizēti vāca un transportēja aļģes uz ražotni un ieguva ievērojamus papildus ienākumus.

Lai samazinātu transporta izdevumus un aizvestu uz pārstrādi iespējami lielāku aļģu daudzumu, aļģes tika presētas, tās saminot ar kājām, izmantojot speciālus rāmjus (formas).

80-tos gados, mainoties ekonomiskai situācijai, pieaugot elektroenerģijas cenām, kā arī palielinoties naftas piesārņojuma līmenim, kas atstāja negatīvu iespaidu uz aļģu audzēm, ražošana kļuva neekonomiska un tika pārtraukta.

Pašreiz Kurzemes piekrastē organizēta aļģu vākšana notiek Liepājas un Ventspils pilsētu pludmaļu teritorijās, no kurām aļģes izved kā bioloģiskus atkritumus. Viens no iemesliem ir zilā karoga pludmale un tūrisma attīstība, jo tūristi izsaka neapmierinātību, ja aļģu sanesuma dēļ netiek pludmalē vai pludmalē smird. Pārējā Kurzemes piekrastē organizēta aļģu savākšana nenotiek; ar pašvaldības atļauju tās vāc atsevišķi privātpersonas un izmanto kā mēslojumu.

Tādi aļģu apjomi Kurzemes piekrastē, kas būtu pietiekami rūpnieciskai izmantošanai, ir tikai Liepājas novadā: Liepājas pilsētā, Pāvilostā un Jūrmalciemā. Lielākie apjomi ir tieši Liepājas pilsētas teritorijā un pludmalēs uz dienvidiem no Liepājas ostas dienvidu mola.

Tabula 1. Aļģu sanesuma apjoms 2018.gada vasaras un rudens periodos ( $m^3 / 100m$ )<sup>5</sup>

Nr.	Vieta	Vasaras apjoms	Rudens apjoms
1.	Jūrmalciems	0	0,88
2.	Liepāja	0,44	228,29
3.	Ziemeupe	0	0
4.	Pāvilosta	16,64	0,11
5.	Jūrkalne	0	2,54

<sup>3</sup> - R. Tuvikene, K. Truus, M. Robal, O. Volobujeva, E. Melikov, T. Pehk, A. Kollist, T. Kailas and M. Vaher, "The extraction, structure, and gelling properties of hybrid galactan from the red alga *Furcellaria lumbricalis* (Baltic Sea, Estonia)," *Journal of Applied Phycology*, pp. 51-63, 2010.

<sup>4</sup> Zhanjiang Fisheries College People's Republic of China and organized by the Regional Seafarming Development and Demonstration Project (RAS/90/002) "Training Manual on Gracilaria Culture and Seaweed Processing in China" Apskatīts 31.07.2020. Iegūts no <http://www.fao.org/3/AB730E/AB730E03.htm>

<sup>5</sup> - "Jūras aļģu sanesumu izvērtēšanas un apsaimniekošanas plāns Latvijas piekrastē" (Biedrība „Baltijas krasti”)



Nr.	Vieta	Vasaras apjoms	Rudens apjoms
6.	Užava	0	0,3
7.	Ventspils	0	0
8.	Miķeļbāka	0	0
9.	Sīkrags	0	0
10.	Kolka (atklātā daļa)	0	21,77
11.	Kolka (līcis)	0	0
12.	Roja	0	0
13.	Mērsrags	0,1	0,19
14.	Engure	0,02	0,08
15.	Lapmežciems	13,21	0,02
16.	Jaunķemeri	61,85	0,08
17.	Melluži	9,22	21,77
18.	Saulkrasti	10,97	0
19.	Dunte	0,27	0
20.	Tūja	1,68	0
21.	Vitrupe	1,73	0
22.	Salacgrīva	112,2	0
23.	Ainaži	0,59	0

Praktiska problēma ir aļģes savākt rūpnieciskā daudzumā, un tās uzglabāt, lai aļģes nezaudētu vērtīgās īpašības līdz pārstrādei, jo, atrodoties mitruma un gaisa ietekmē, tās strauji bioloģiski sadalās un zaudē savas vērtīgās īpašības. Bez tam, savācot aļģes no smilšaina krasta, tajās ir liels smilšu piejaukums, kas samazina to izmantošanas iespējas.

Ja plāno izmantot aļģes kā izejvielu ekstrahēšanai, tad to savākšanas procesā ir jāievēro viss iepriekš minētais, un iespēju robežās jānovērš identificētās problēmas.

## Pasaules pieredzes analīze un izmantoto tehnoloģiju novērtējums

### Alģu vākšana ar rokām

Vienkāršākā alģu savākšanas tehnoloģija – izmantojot roku - darbu ir visnenākā un joprojām visizplatītākā. Alģes ar rokām vāc visā pasaulē: gan mazattīstītās Āfrikas valstīs (piemēram, Zanzibārā), gan augsti attīstītajā Skotijā. Vieniem nav pieejama modernāka tehnika, citiem krasta reljefs un morfoloģija traucē izmantot mehānismus.



Ilustrācija 2. Alģu vākšana Zanzibārā (Tanzānija)<sup>6</sup>

Visbiežāk alģes tiek savāktas kaudzēs un tad iekrautas transportā (ratos, piekabēs).

Saskaņā ar pētījumu autoru personiskajiem novērojumiem, alģu savākšanas ražība ir ap 1000 kg stundā, izvedot ar zirga ratiem, un ap 200kg stundā nesot ar rokām, un ir stipri atkarīga no vietējiem apstākļiem.

Alģu piesārņotību ar smiltīm var uzskatīt par vidēju, bet, parasti mazāku, nekā vācot alģes ar mehānismiem. Arī piesārņotības līmenis ļoti atkarīgs no vietējiem apstākļiem. Ietekme uz vidi, vācot alģes ar rokām, ir minimāla arī traucējums apkārtējai florai un faunai ir neievērojams.

Sociāli nozīmīgāka alģu vākšana ir mazattīstītās valstīs, kas palielina nodarbinātību un nodrošina nelielus ienākumus lielam cilvēku skaitam.

Roku darba iesaistīšana pludmales attīrīšanā no alģēm joprojām ir aktuāla daudzās vietās pasaulē. Piemēram, Ventspils pilsētā (daļēji arī Liepājā) un Sopotas pludmalē (Polija), kā arī citur.

<sup>6</sup> - Ilustratīvs attēls. Apskatīts 31.07.2020. Iegūts no <https://www.gettyimages.com/detail/photo/pwani-mchangani-woman-collecting-algae-royalty-free-image/541243710?adppopup=true>

### Mehanizēta aļģu savākšana

Cita, arī visā pasaulē izplatīta metode, ir krastā izskaloto aļģu vākšana ar lauksaimniecības vai komunālās saimniecības tehnikas palīdzību: frontāliem iekrāvējiem, greiferiem, ekskavatoriem un traktora piekabēm. Tāda tehnika visbiežāk tiek lietota, vācot aļģes Latvijā, Polijā, Zviedrijā, Austrālijā, Jaunzēlandē.



*Ilustrācija 3. Traktortehnikas izmantošana aļģu vākšanai Francijā<sup>7</sup>*

Šī tehnika ir plaši pieejama un tās īpaša pielāgošana nav nepieciešama. Kā jau minēts, lielākie šīs metodes trūkumi ir lielais smilšu piemaisījums un relatīvi mazā ražība.

---

<sup>7</sup> - Raksts “Les algues vertes suspectées d’être la cause de plusieurs décès ces dernières années en Bretagne”. Apskatīts 31.07.2020. Iegūts no <https://france3-regions.francetvinfo.fr/bretagne/rappel-deces-causes-algues-vertes-ces-dernieres-annees-bretagne-1696968.html>



*Ilustrācija 4. Saragasu aļģu savākšana Karību jūrā<sup>8</sup>*

Tiesa, visbiežāk šīs aļģes izmanto kā mēslojumu un tad lielais smilšu piejaukums nav būtisks trūkums.

### **Specializētās pludmales attīrīšanas mašīnas**

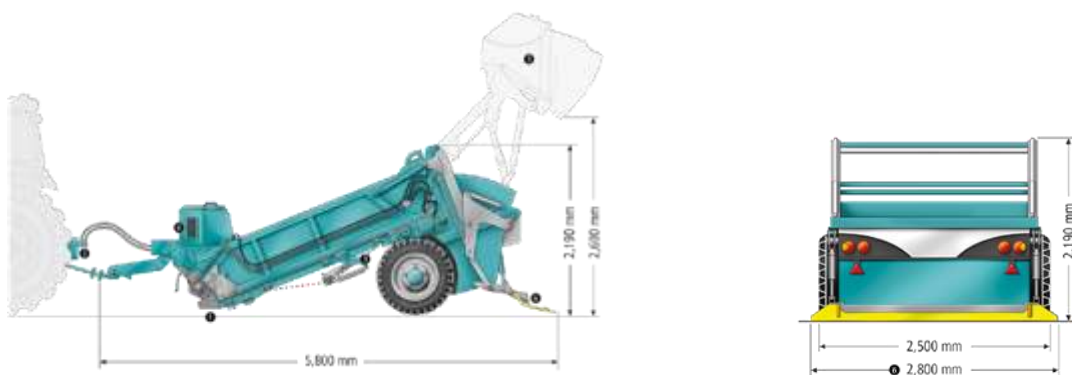
Pludmaļu tīrīšanai ir radītas specializētas mašīnas, kas attīra smiltis no atkritumiem. To ražība nav augsta un galvenokārt domāta nelielu atkritumu savākšanai nelielā apjomā.

---

<sup>8</sup> - Raksts La Croix “Guadeloupe, la guerre aux sargasses est déclarée”. Apskatīts 31.07.2020. Iegūts no <https://www.la-croix.com/Sciences-et-ethique/Guadeloupe-guerre-sargasses-declaree-2018-09-29-1200972467>



Ilustrācija 5. BeachTech 2800 pludmales tīrīšanas mašīnas<sup>9</sup>



Ilustrācija 6. BeachTech 2800 pludmales tīrīšanas mašīnas izmēri.<sup>10</sup>

Kā redzams no tehniskā apraksta, atkritumu savākšanas konteiners ir ar tilpumu 2,8 m<sup>3</sup>. Tas ir vairāk kā nepietiekami, lai šādu mašīnu izmantotu aļģu savākšanai. Konteinera iztukšošana ar tik nelielu tilpumu aizņems pārāk biežu pārslēgšanos no aļģu vākšanas uz izkraušanu un otrādi. Šādas darbības kopumā samazina mašīnas ražību un pielietojšanas iespējas mērķtiecīgai aļģu savākšanai.

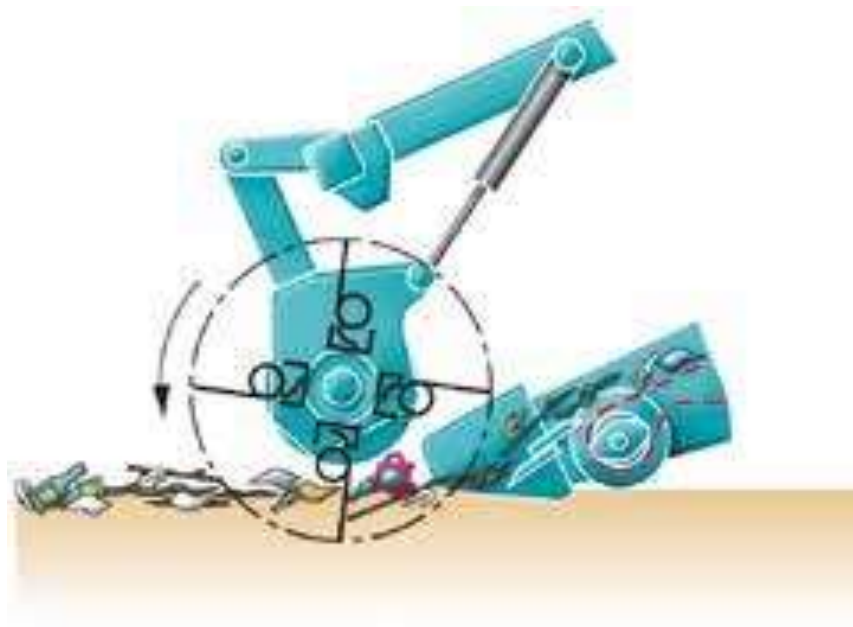
<sup>9</sup> “BeachTech Strandreiniger. Wegweisende Technik für saubere Strände” Apskatīts 31.07.2020. Iegūts no [https://www.beach-tech.com/fileadmin/content\\_beachtech/modul\\_8\\_download/Dateien/online-version-beachtech\\_broschuere-deutsch.pdf](https://www.beach-tech.com/fileadmin/content_beachtech/modul_8_download/Dateien/online-version-beachtech_broschuere-deutsch.pdf)

<sup>10</sup> “BeachTech Strandreiniger. Wegweisende Technik für saubere Strände” Apskatīts 31.07.2020. Iegūts no [https://www.beach-tech.com/fileadmin/content\\_beachtech/modul\\_8\\_download/Dateien/online-version-beachtech\\_broschuere-deutsch.pdf](https://www.beach-tech.com/fileadmin/content_beachtech/modul_8_download/Dateien/online-version-beachtech_broschuere-deutsch.pdf)



Tomēr ir svarīgi pievērst uzmanību mašīnas elementiem un mezgliem, lai pamatotu aļģu savākšanas mehānisma uzbūvi.

Šādās mašīnās savācamo atkritumu satveršanai parasti tiek izmantoti rotējoši, elastīgi tērauda “pirksti”, kas tos paceļ no smiltīm un novirza uz kustīgu lentu, kas vienlaikus kalpo par sietu un attīra no smiltīm.

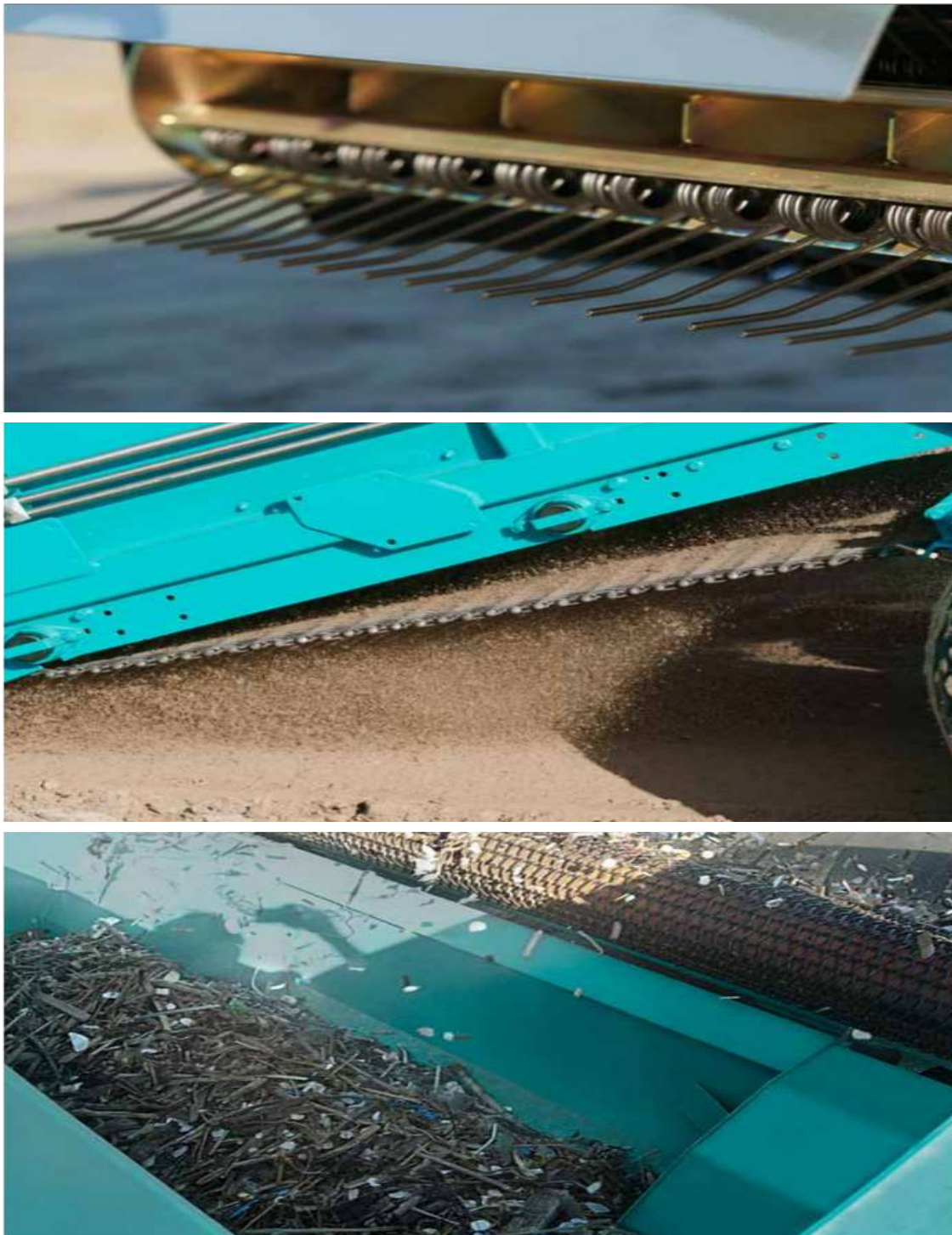


*Ilustrācija 7. Rotējoši, atkritumu savācoši tērauda “pirksti”<sup>11</sup>*

Kopā ar atkritumiem rotējošais mehānisms paceļ ievērojamu daudzumu smilšu. Ja smiltis nav mitras, tās izbirst cauri transportierim – sietam un atkritumi relatīvi tīri nonāk bunkurā. Gadījumā, ja smiltis ir mitras, tās tiek pārvietotas kopā ar atkritumiem.

---

<sup>11</sup> “BeachTech Strandreiniger. Wegweisende Technik für saubere Strände” Apskatīts 31.07.2020. Iegūts no [https://www.beach-tech.com/fileadmin/content\\_beachtech/modul\\_8\\_download/Dateien/online-version-beachtech\\_broschuere-deutsch.pdf](https://www.beach-tech.com/fileadmin/content_beachtech/modul_8_download/Dateien/online-version-beachtech_broschuere-deutsch.pdf)



Ilustrācija 8. Atkritumu savākšanas, transportēšanas un uzkrāšanas mehānismi<sup>12</sup>

<sup>12</sup> - “BeachTech Strandreiniger. Wegweisende Technik für saubere Strände” Apskatīts 31.07.2020. Iegūts no [https://www.beach-tech.com/fileadmin/content\\_beachtech/modul\\_8\\_download/Dateien/online-version-beachtech\\_broschuere-deutsch.pdf](https://www.beach-tech.com/fileadmin/content_beachtech/modul_8_download/Dateien/online-version-beachtech_broschuere-deutsch.pdf)

Lai aļģes iespējami efektīvi attīrītu, uz transportiera lentes būtu nepieciešami aktīvi vai pasīvi elementi, kas mijiedarbotos ar savākto materiālu un to papildus attīrītu no smiltīm.

Ja tiek pielietots aprakstītais mehānisms, salīdzinoši tīras aļģes var tikt savāktas tikai tad, ja smiltis ir pilnīgi sausas, bet tas ir neiespējami, ja aļģes izskalotas nesēn.



Ilustrācija 9. "Cherrington" firmas atkritumu savākšanas mašīnas savākšanas mehānisms.<sup>13</sup>

Attēlā redzamais Cherrington firmas atkritumu mašīnas mehānisms darbojas atšķirīgi. Atkritumus paceļ tērauda zari un novirza uz nekustīgiem sietiem, gar kuriem virzās transportiera lāpstiņas un pārvieto uztverto materiālu gar sieta virsmu, aktīvi ar to mijiedarbojoties un attīrot no smiltīm. Rodas iespaids, ka šāds atkritumu uztveršanas princips ir efektīvāks un vairāk piemērots aļģu savākšanai, tomēr, lai gūtu pilnu pārlicību, būtu nepieciešami salīdzinoši testi.

<sup>13</sup> - Online Brochure Main Cherrington Model 5450 Booklet Apskatīts 31.07.2020. Iegūts no <https://literature.puertoricosupplier.com/089/DW88630.pdf>



## Peldošu aļģu savākšana

Vietās, kur lielākā daļa aļģu tiek vāktas no ūdens, kā arī aļģu audzēšanas vietās, kur to atļauj krasta reljefs, visbiežāk tiek izmantoti peldlīdzekļi ar aļģu uztveršanas un uzkrāšanas ierīcēm.



Ilustrācija 10. Ķīnas firmas "Julong" aļģu vākšanas mašīna<sup>14</sup>

<sup>14</sup> - Produkta apraksts "Hot sell Aquatic weed harvester/ water lawn mower machinery/ Garbage salvage boat". Apskatīts 31.07.2020. Iegūts no <https://dredgerchina.en.made-in-china.com/product/pSAnLPCTmgUQ/China-Hot-Sell-Aquatic-Weed-Harvester-Water-Lawn-Mower-Machinery-Garbage-Salvage-Boat.html>



*Ilustrācija 11. Peldoša aļģu vākšanas mašīna Francijā<sup>15</sup>*

Diemžēl visur Baltijas jūras krastos šīs mašīnas nav piemērotas, jo krasta tuvumā, īpaši Baltijas jūras austrumos, dziļums nav pietiekams. Saskaņā ar produkta aprakstu, mašīnai piemērotākais dziļums ir vismaz 2m.

Aļģu savākšanas tehnikas izvēle ir atkarīga arī no ekonomiskiem aspektiem.

Aļģu vācējiem, kas vāc aļģes salīdzinoši mazos apjomos, nebūs izdevīga specializēta aļģu savākšanas tehnika, jo viņi to nevarēs iegādāties augstās cena dēļ un to pilnībā noslogot, lai tā atmaksātos.

Ražotājiem, kas pārstrādā aļģes, būtu svarīgi aļģes nogādāt pārstrādei iespējami īsā laikā un iespējami tīras. Tāpēc šajā gadījumā piemērotas būtu augstražīgas lieljaudas specializētas mašīnas ar īpašu savākšanas tīrību. Šādas mašīnas pastāv, bet to cenas ir ļoti augstas. Piemēram, Kanādas uzņēmums Aquamarine (<https://www.aquamarine.ca/>) piedāvā lieljaudas specializētās mašīnas Custom Beach Harvester.

### **Specializētā aļģu savākšanas tehnika**

Specializētā aļģu savākšanas tehnika parasti tiek konstruēta, par bāzi izmantojot dažādu kombainu šasijas. Piemēroti ir graudu, kukurūzas, cukurniedru kombaini, kuriem veikta ievērojama pārbūve.

---

<sup>15</sup> - Produkta apraksts "Aquatic Weed Harvester". Apskatīts 31.07.2020. Iegūts no <https://weedersdigest.com/eco-harvester-aquatic-weed-harvester/>

Pirmkārt tas attiecas uz materiāla savākšanas elementiem. Heders tiek nomainīts ar mazāka izmēra rotora savācējmehānismiem. Izmainīta tiek arī materiāla transportiera konstrukcija, kuram ir pastiprināta attīrīšanas un atūdeņošanas funkcija. Bunkura izmēri, konstrukcija un iztukšošanas mehānismi arī tiek pārveidoti. Viens no risinājuma veidiem ir maināmi bunkura moduļi.



*Ilustrācija 12. Aļģu savākšanas mašīna darbam liedagā<sup>16</sup>*



*Ilustrācija 13. Lielas ražības aļģu savācējs<sup>17</sup>*

<sup>16</sup> - Raksts “Les algues vertes suspectées d’être la cause de plusieurs décès ces dernières années en Bretagne”. Apskatīts 31.07.2020. Iegūts no <https://france3-regions.francetvinfo.fr/bretagne/rappel-deces-causes-algues-vertes-ces-dernieres-annees-bretagne-1696968.html>

<sup>17</sup> - Uzņēmuma Axinor S.A.R.L. speciālo mašīnu realizēta projektu ilustrācijas. Apskatīts 31.07.2020. Iegūts no <http://www.axinor.fr/real.htm>





*Ilustrācija 14. Saragasu vākšana no krasta ar lieljaudas specializēto mašīnu.<sup>18</sup>*

Lieljaudas specializētas aļģu savākšanas mašīnas ir konstruētas, lai īsā laikā savāktu aļģes no pludmalēm. Savākšanas mehānismi nav efektīvi attiecībā uz aļģu tīrības nodrošināšanu un tāpēc savāktās aļģes satur lielu procentu smilšu piemaisījumu. Arī tīrība pludmalē pēc mašīnas nav pietiekama, tāpēc nepieciešami vairākkārtēji braucieni vai vairāku (iespējams, dažādu) tehniku kombinēta izmantošana. Tomēr pozitīvais ir mašīnu lielā ražība, kas būtiski samazina attīrīšanas darbiem nepieciešamo laiku. Šādi novāktām aļģēm nepieciešama papildus mazgāšana, lai tās varētu izmantot pārstrādei.

Atšķirībā no aļģēm mēslojumam, aļģes rūpnieciskai pārstrādei vāc no piekrastes ūdeņiem, kur aļģes savākšanas procesā tiek papildus skalotas jūras ūdenī un atbrīvotas no smilts piemaisījumiem. Lieljaudas savākšanas tehnoloģijas nodrošina aļģu savākšanu iespējami īsākā laika posmā, kamēr tās vēl svaigas. Šādai savākšanas tehnoloģijai ir izstrādātas lieljaudas savākšanas mašīnas, kuras īpaši piemērotas darbam piekrastes ūdeņos. Tās ir papildus nodrošinātas ar kāpurķēdēm, lai samazinātu spiedienu uz grunti, vienlaikus palielinot mašīnas caurgājību un

---

<sup>18</sup> - Uzņēmuma Axinor S.A.R.L. speciālo mašīnu realizēta projektu ilustrācijas. Apskatīts 31.07.2020. Iegūts no <http://www.emavitrine.com/68102-axinor/home-EN.htm>

samazinot ietekmi uz vidi. Aļģu savākšanas mehānisma transportieris ir izveidots pietiekami garš, lai maksimāli atūdeņotu savācamās aļģes un bunkurā tās nonāktu pietiekami sausas. Iekraušanas bunkurs ir liels (25-30 m<sup>3</sup>), lai aļģu vākšanas process nebūtu pārāk bieži jāpārtrauc izkraušanas dēļ, kā rezultātā palielinās mašīnas ražība.



Ilustrācija 15. Aļģu vākšana piekrastes ūdenī, Francija<sup>19</sup>

### Tehnoloģiju salīdzinošā SVID analīze

Apkopojot informāciju par aplūkotajām tehnoloģijām, tabulā Nr.2 veikts salīdzinošā stipro un vājo pušu apkopojums, kas ļauj identificēt tehnoloģiskā risinājuma pamatojumu.

Tabula 2. Salīdzināto tehnoloģiju stipro un vājo pušu apkopojums

Tehnoloģija	Stiprās pusēs	Vājās pusēs
Aļģu vākšana ar rokām	<p>Visizplatītākā un vissenākā tehnoloģija</p> <p>Izmantojama grūti pieejamās vietās</p> <p>Vidēja aļģu piesārņotība ar smiltīm</p> <p>Papildus ienākumi cilvēkiem mazattīstītās valstīs</p> <p>Mīnīmāla ietekme uz apkārtējo vidi</p>	Neliela ražība

<sup>19</sup> - Raksts “Les algues vertes suspectées d’être la cause de plusieurs décès ces dernières années en Bretagne”. Apskatīts 31.07.2020. Iegūts no <https://france3-regions.francetvinfo.fr/bretagne/rappel-deces-causes-algues-vertes-ces-dernieres-annees-bretagne-1696968.html>

Tehnoloģija	Stiprās puses	Vājās puses
Mehanizēta aļģu savākšana	Tiek izmantota plaši pieejama tehnika Nav nepieciešama īpaša pielāgošana Nosacīti zemas vidējās relatīvās izmaksas	Relatīvi maza ražība Liels smilšu piemaisījums
Specializētās pludmales attīrīšanas mašīnas	Rotējoši, elastīgi tērauda pirksti, kā viens no mašīnas mezgliem, kas ļauj savākt salīdzinoši tīras aļģes	Neliela ražība Galvenokārt paredzēta nelielu atkritumu savākšanai Bieza pārslēgšanās no aļģu vākšanas uz izkraušanu un otrādi
Peldošu aļģu savākšana	Īpaši augsta savākšanas tīrības pakāpe	Tehnoloģija Baltijas jūrā izmantojama ne visur Dārga tehnoloģija Nosacīti augstas vidējās relatīvās izmaksas
Specializētā aļģu savākšanas tehnikas	Kā bāze izmantojamas dažādu kombainu šasijas Liela ražība	Savāktās aļģes satur lielu procentu ar smilšu piemaisījumiem Lai aļģes varētu izmantot pārstrādei, nepieciešama papildus mazgāšana

Pēc pieejamās informācijas Baltijas jūras valstīs aļģes galvenokārt tiek vāktas, izmantojot sekojošu tehnoloģiju:

Tabula 3. Baltijas jūras valstīs izmantojamo tehnoloģiju salīdzinājums

Valsts	Tehnoloģija	Savākšanas vieta
Igaunija	Sūknēšana no lagūnas vai lauksaimniecības tehnika	Lagūna vai krasts

Valsts	Tehnoloģija	Savākšanas vieta
Latvija	Frontālais iekrāvējs vai roku darbs	Krasts
Lietuva	Frontālais iekrāvējs	Krasts
Polija	Greifera iekrāvējs vai roku darbs	Krasts
Vācija	Frontālais iekrāvējs	Krasts
Dānija	Frontālais iekrāvējs	Krasts
Zviedrija	Frontālais iekrāvējs	Krasts

Somijas gadījumā nav pieejama informācija par to, kāda tehnoloģija tiek izmantota.

Salīdzinot visas izmantotās tehnoloģijas, viegli pamanīt, ka visur prevalē frontālā iekrāvēja izmantošana un aļģes tiek savāktas krastā. Turklāt, izmantojot šo tehniku, aļģes būtu iespējams savākt arī lagūnā.

## Alģu uzglabāšana

Vietās, kur tuvumā nav pieejama alģu rūpnieciska pārstrāde, alģes parasti tiek lietotas kā lauksaimniecības zemju mēslojums un tiek nogādātas uz lauka tūlīt pēc savākšanas.

20.gadsimta sešdesmitajos - astoņdesmitajos gados Kurzemes piekrastē alģes vāca un žāvēja atklātā laukā, uz tīkliem, un veda uz kolhozu “Nākotne”, kur to pārstrādāja karagenanā.

Līdzīgi alģes tiek uzglabātas Igaunijas rūpnīcā “Est - Agar” (<http://estagar.ee/>), kas ir tuvākā vieta Kurzemes piekrastei, kurā tiek pārstrādātas alģes.

Zviedrijas pilsētas Trelleborgas pašvaldībai pieder Detox Biogas AB biogāzes rūpnīca, kura ir pasūtījusi pētījumu par makro alģu savākšanas un uzglabāšanas tehnikas testēšanu. (Technological Solutions for the Collection and Removal of Algae from the Beach, Sea and Coastal Strip in Trelleborg Municipality<sup>20</sup>).

Alģu uzglabāšana tika pētīta sekojošās tehnoloģijās:

1. izmantojot silosa torņus (ārpustelpu uzglabāšanas tvertne, barības tornis; silosa tornis ir paredzēts lopbarības, graudu, pulveru, sāls, skaidu, mēslojuma, granulu un citu birstošu materiālu pilnvērtīgai uzglabāšanai);
2. izmantojot silosēšanu bunkuros (tranšejās);
3. silosēšanai izmantojot ietīšanu plēvē.

Visos minētajos gadījumos notiek pienskābo baktēriju attīstība, kas rada konservējošu vidi un nodrošina alģu ilgstošu uzglabāšanu.

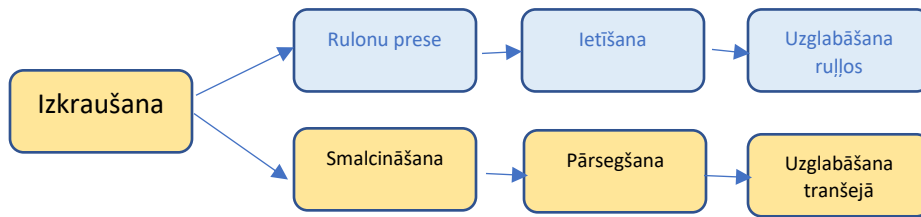
Tabula 4. Alģu uzglabāšanas tehnoloģiju salīdzinājums

Alģu uzglabāšanas tehnoloģija	Plusi/Mīnusi
<b>Izmantojot silosu torņus</b>	Maz roku darba/ nav plaši pieejami
<b>Izmantojot silosēšanu bunkuros (tranšejās)</b>	Daudz riska faktoru produkta bojāšanās dēļ/plaši pieejami, lētāki
<b>Silosēšanai izmantojot ietīšanu plēvē</b>	Var izmantot lauksaimniecības tehniku

<sup>20</sup> - Pētījums “Technological Solutions for the Collection and Removal of Algae from the Beach, Sea and Coastal Strip in Trelleborg Municipality” Apskatīts 31.07.2020. Iegūts no <http://wabproject.pl/files/Technological%20solutions%20for%20the%20collection%20and%20removal%20of%20algae%20from%20the%20beach,%20sea%20and%20coastal%20strip%20in%20Trelleborg%20Municipality%20%20ENGLISH.pdf>



Silosēšana, izmantojot ietīšanu plēvē, jāatzīmē kā perspektīvākā aļģu vākšanai mazākos apjomos, jo to var realizēt, izmantojot plaši pielietotu, zināmu tehnoloģiju.



Ilustrācija 16. Ieteicamās tehnoloģiskās shēmas aļģu sagatavošanai uzglabāšanai.

Tomēr uzglabāšanas tehnoloģiju ir jāpakārto aļģu pārstrādes tehnoloģijai. Ja biogāzes ieguvei var izmantot aļģes ar zemu pH līmeni un augstu pienskābes saturu, tad ekstrakcijai šāds uzglabāšanas veids ne vienmēr būs piemērots.

Izmēģinājumos Trelleborgā tika salīdzināta arī dažādu savākšanas mašīnu pielietošanas efektivitāte dažāda krasta reljefa un rakstura apstākļos.

Tabula 5. Krasta tipa piemērotība dažādām makroaļģu vākšanas tehnoloģijām<sup>21</sup>.

Savākšanas tehnika	Krasta tips	Krasta piemērotība
<b>Režģa kauss</b>	Smilšains krasts (krasts un ūdens)	<b>70%</b>
<b>Pontonu mašīnas</b>	Osta	<b>5%</b>
<b>Pludmales tīrītāji</b>	Smilšains krasts, ūdens	<b>35%</b>
<b>Sausā sūknēšana</b>	Smilšains krasts Oļu krasts	<b>45%</b>
<b>Ūdens sūknēšana</b>	Smilšains krasts	<b>45%</b>
<b>Sūknēšana dziļā ūdenī</b>	Oļu krasts	<b>45%</b>

<sup>21</sup> - Pētījums "Technological Solutions for the Collection and Removal of Algae from the Beach, Sea and Coastal Strip in Trelleborg Municipality" Apskatīts 31.07.2020. Iegūts no <http://wabproject.pl/files/Technological%20solutions%20for%20the%20collection%20and%20removal%20of%20algae%20from%20the%20beach,%20sea%20and%20coastal%20strip%20in%20Trelleborg%20Municipality%20%20ENGLISH.pdf>

Trelleborgas pētījuma datu apkopojums redzams tabulā (Tabula Nr.6).

Tabula 6. Makroaļģu savākšanas tehnoloģiju salīdzinājums<sup>22</sup>.

Mehānisma veids	Ražība (m <sup>3</sup> /h)	Izmaksas (Eur/h)	Vidējās relatīvās izmaksas (Eur/m <sup>3</sup> /h)	Piemērotība
<b>Režģa kauss</b>	80	96,18 -144,27	1,50	Krastā un ūdenī
<b>Pontonu mašīnas</b>	4 - 12	144,27-192,36	10,52	Ostā
<b>Pludmaļu tīrītāji</b>	2 - 10	144,27-192,36	28,07	Krastā
<b>Sausā sūknēšana</b>	2 - 7	192,36 - 288,54	48,09	Krastā
<b>Ūdens sūknēšana</b>	2-12	192,36 - 288,54	34,36	Krastā
<b>Sūknēšana dziļā ūdenī</b>	10 - 40	96,18 -144,27	4,80	5 -10m dziļumā

Testu rezultāti parādīja, ka efektīvākā savākšanas metode ir frontālā iekrāvēja ar režģu kausu izmantošana aļģu savākšanai no pludmalēm. Pētījumā ir minēta arī rulonu preses pielietošanas pozitīvā pieredze, kas papildus apstiprina šīs mašīnas izmantošanas perspektivitāti.

Salīdzinot ar aļģu savākšanu Baltijas jūras austrumu krastā, tabulā Nr.7 attēlotas Liepājā praktiski izmantotās tehnoloģijas un to efektivitāte. Dati iegūti no Liepājas Komunālās pārvaldes un SIA Tranzīts L statistikas informācijas.

<sup>22</sup> - Pētījums "Technological Solutions for the Collection and Removal of Algae from the Beach, Sea and Coastal Strip in Trelleborg Municipality" Apskatīts 31.07.2020. Iegūts no <http://wabproject.pl/files/Technological%20solutions%20for%20the%20collection%20and%20removal%20of%20algae%20from%20the%20beach,%20sea%20and%20coastal%20strip%20in%20Trelleborg%20Municipality%20%20ENGLISH.pdf>

Tabula 7. Aļģu savākšanas tehnoloģiju salīdzinājums Liepājas pilsētā

Mehānisma veids	Ražība (m <sup>3</sup> /h)	Izmaksas (Eur/h)	Vidējās relatīvās izmaksas (Eur/m <sup>3</sup> /h)	Piemērotība
<b>Frontālais iekrāvējs</b>	60	50 - 60	0,92	Krastā
<b>Pontonu mašīnas</b>	-	-	-	-
<b>Pludmaļu tīrītāji</b>	4	30	7,5	Krastā
<b>Sausā sūknēšana</b>	-	-	-	-
<b>Ūdens sūknēšana</b>	-	-	-	-
<b>Sūknēšana dziļā ūdenī</b>	-	-	-	-

Kā redzams no tabulu salīdzināšanas, arī Liepājas pilsētā visefektīvāk (ar vismazākajām vidējām relatīvajām izmaksām) ir aļģes vākt ar frontālo iekrāvēju. Lai arī aļģu vākšana ar pludmaļu tīrītāju Liepājas piekrastē ir izdevīgāka nekā Trelleborgā, tomēr tā nav pietiekami efektīva gan no ekonomiskā, gan tehniskā viedokļa (maza savākšanas ražība).

## **Kurzemes reģionam atbilstošākās aļģu vākšanas un uzglabāšanas tehnoloģijas**

Kurzemes piekrastē aļģu vākšanā jāievēro sekojoši apsvērumi:

1. krasts ir pārsvarā smilšains visās galvenajās aļģu izskalošanas teritorijās;
2. aļģes atrodas krastā vai tā tiešā tuvumā, kur dziļums nepārsniedz 0,6 m;
3. no pludmalēm aļģes jānovāc relatīvi īsā laikā (saskaņā ar apsaimniekošanas līgumu);
4. aļģu savākšanā var izmantot lauksaimniecības vai komunālo tehniku.

Kā redzams no tabulas Nr.7, arī Liepājas pilsētā visefektīvāk (ar vismazākajām vidējām relatīvajām izmaksām) ir aļģes vākt ar frontālo iekrāvēju. Aļģu vākšana ar pludmaļu tīrītāju nav efektīva gan no ekonomiskā, gan tehniskā viedokļa (maza savākšanas ražība). Izmantojot frontālo iekrāvēju režģa kausa vietā, palielinās smilšu piejaukums. Sūknēšanas un pontonu mašīnas netiek pielietotas, jo tādu vienkārši nav, un to iegāde neatmaksātos. Sūknēšana dziļā ūdenī Latvijas apstākļos nav iespējama ekoloģisku apsvērumu dēļ.

Kā jau iepriekš minēts, ja aļģes izmanto kā mēslojumu vai uzskata par bioloģiskiem atkritumiem, tad to tīrībai nav nozīmes un to savākšanu var veikt, izmantojot jebkuru pieejamo tehniku. Relatīvi ražīgas iekārtas ir frontālā iekrāvēja un traktora vilkmes transporta izmantošana.

Ja savāktās aļģes paredzēts izmantot pārstrādei, tad tām jābūt iespējami tīrām un “svaigām”. Šādas kvalitātes aļģes var iegūt tikai ar lieljaudas specializētām aļģu savākšanas mašīnām, vācot aļģes piekrastes ūdenī.

Pārstrādei domātās aļģes var vākt arī ar zemnieku rīcībā esošo tehniku, bet tad noteikti aļģes ir jāmazgā pirms izmantošanas. Šādam aļģu savākšanas paņēmienam var lietot siena savākšanas mašīnas ar vai bez konstrukcijas izmaiņām. Piemēram, rotējošie grābekļi, siena preses, dakšu pacelāji un traktorvilkmes transports varētu būt piemēroti mehānismi aļģu savākšanai.

Uzglabāšana - aļģes žāvējot uz horizontāliem tīkliem.

Lai iegūtu pilnīgu pārlicību par minētās tehnikas izmantošanu un konstrukciju maiņas nepieciešamību, ir jāveic minēto mašīnu lauka izmēģinājumi. Tādēļ šī pētījuma ietvaros 2020.gada rudens sezonā tiks veikti lauka izmēģinājumi aļģu vākšanā ar frontālo režģu iekrāvēju un rulona preses tehniku.

Ja paredzēta mašīnu konstrukciju izmaiņa, tad šīs izmaiņas ir jāsaskaņo ar likumdošanu, kuras pamatā ir:

KOMISIJAS DELEĢĒTĀ REGULA (ES) Nr. 1322/2014 (2014. gada 19. septembris)<sup>23</sup>, ar ko Eiropas Parlamenta un Padomes Regulu (ES) Nr. 167/2013 papildina un groza attiecībā uz transportlīdzekļu konstrukciju un lauksaimniecības un mežsaimniecības transportlīdzekļu apstiprināšanas vispārīgajām prasībām.

Tā kā nemainīsies visa konstrukcija, bet tikai tās atsevišķi elementi, izmēģinājumu metodika koncentrēsies tikai uz šiem elementiem un papildus tiks izmantoti salīdzinošās novērtēšanas metodes elementi.

Plānojamo lauku izmēģinājumu mērķis ir noteikt lauksaimniecībā izmantojamās tehnikas piemērotību aļģu savākšanai. Tiks veikta siena rulonu preses pārbaude aļģu savākšanas iespējai.

Izmēģinājumu metodikā tiks ietverti:

1. preses darbināšana un savākšanas daudzuma noteikšana pie dažādiem kustības ātrumiem;
2. preses darbināšana un savākšanas daudzuma noteikšana pie dažādiem savācēj mehānisma novietojumiem;
3. preses darbināšana un savākšanas daudzuma noteikšana pie dažādiem aļģu slāņa biezumiem;
4. visos testa režīmos tiks noteikts smilšu piemaisījumu daudzums.

Lai nodrošinātu pietiekamu statistisko datu ticamību, katram testa režīmam paredzēts 10 kārtīgs atkārtojums.

Iespējams, savācēj mehānisma konstrukcija tiks pārveidota, ja pastāvēs perspektīva palielināt mašīnas ražību.

---

<sup>23</sup> - KOMISIJAS DELEĢĒTĀ REGULA (ES) Nr. 1322/2014 (2014. gada 19. septembris). Apskatīts 31.07.2020. Iegūts no <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/HTML/?uri=CELEX:32014R1322&from=LV>

## Secinājumi

Pasaules praksē aļģu savākšanai visbiežāk izmanto komunālo vai lauksaimniecības tehniku - frontālos iekrāvējus un transportam – traktoru piekabes vai autotransportu. Minētā tehnoloģija ir piemērota plašam lokam lietotāju, jo mašīnas ir izplatītas un neprasa īpašu pielāgošanu.

Šāda tehnoloģija ir ekonomiska un universāla (der jebkuram aļģu tipam). Tā ir arī pietiekami ražīga un neprasa specializētu mašīnu pielietojumu.

Šādi savāktas aļģes neprasa papildus apstrādi, ja tās domātas biogāzes ražošanai vai zemes struktūras uzlabošanai (mēslojumam).

Savukārt, ja aļģes paredzētas ekstrahēšanai, tās pirms apstrādes ir jāmazgā, lai atdalītu smiltis un piemaisījumus.

Interesi raisa rulonu preses izmantošanas iespēja: tad vienlaicīgi ar vākšanu varētu presēšanas gaitā atdalīt lielu daudzumu ūdens un iegūt ērti pārvadājamu materiālu. Tomēr nepieciešami detalizēti lauka izmēģinājumi, lai pārliecinātos par šīs mašīnas lietderību.

## Izmantotā literatūra

1. Latvijas lauksaimnieku gadagrāmata “Darbs un Zeme”. Jelgava: Zemgale, 1943
2. Pētījums “Jūras aļģu sanesumu izvērtēšanas un apsaimniekošanas plāns Latvijas piekrastē”. Biedrība „Baltijas krasti”; 2018
3. “Guadeloupe, la guerre aux sargasses est déclarée”// *La Croix*. 29.09.2018.
4. R. Tuvikene, K. Truus, M. Robal, O. Volobujeva, E. Melikov, T. Pehk, A. Kollist, T. Kailas and M. Vaher. The extraction, structure, and gelling properties of hybrid galactan from the red alga *Furcellaria lumbricalis* (Baltic Sea, Estonia) // *Journal of Applied Phycology*. 2010
5. Russell. G. The seaweed flora of a young semi-enclosed sea: the Baltic. Salinity as a possible agent of flora divergence// *Helgoländer Meeresuntersuchungen*. 1988. Nr. 42. P. 243–250
6. <http://www.emavitrine.com/68102-axinor/home-EN.htm> Uzņēmuma Axinor S.A.R.L. speciālo mašīnu realizēta projektu ilustrācijas. ”; (31.07.2020)
7. <https://weedersdigest.com/eco-harvester-aquatic-weed-harvester/> Produkta apraksts “Aquatic Weed Harvester”; (31.07.2020)
8. <https://dredgerchina.en.made-in-china.com/product/pSAnLPCTmgUQ/China-Hot-Sell-Aquatic-Weed-Harvester-Water-Lawn-Mower-Machinery-Garbage-Salvage-Boat.html> Produkta apraksts “Hot sell Aquatic weed harvester/ water lawn mower machinery/ Garbage salvage boat”; (31.07.2020)
9. <https://literature.puertoricosupplier.com/089/DW88630.pdf> Online Brochure Main Cherrington Model 5450 Booklet; (31.07.2020)
10. “BeachTech Strandreiniger. Wegweisende Technik für saubere Strände”  
[https://www.beach-tech.com/fileadmin/content/beachtech/modul\\_8\\_download/Dateien/online-version-beachtech\\_broschuere-deutsch.pdf](https://www.beach-tech.com/fileadmin/content/beachtech/modul_8_download/Dateien/online-version-beachtech_broschuere-deutsch.pdf) [online-version-beachtech\\_broschuere-deutsch.pdf](https://www.beach-tech.com/fileadmin/content/beachtech/modul_8_download/Dateien/online-version-beachtech_broschuere-deutsch.pdf); (31.07.2020)
11. <http://www.codif-recherche-et-nature.com/wp-content/uploads/2016/02/HYDRANOV-FICHE-BOTANIQUE-GB.pdf> Botanical Sheet *Furcellaria lumbricalis*; 31.07.2020.

12. Veillard K. Les algues vertes suspectées d'être la cause de plusieurs décès ces dernières années en Bretagne // <https://france3-regions.francetvinfo.fr/bretagne/rappel-deces-causes-algues-vertes-ces-dernieres-annees-bretagne-1696968.html>; (09.07.2019)
13. The Research “Technological Solutions for the Collection and Removal of Algae from the Beach, Sea and Coastal Strip in Trelleborg Municipality”.
14. The Research “Training Manual on Gracilaria Culture and Seaweed Processing in China”. Zhanjiang Fisheries College; 1990