



PĒTĪJUMS PAR LATVIJĀ IZMANTOTAJĀM NOTEKŪDEŅU DŪŅU APSTRĀDES TEHNOLOĢIJĀM



Latvijas Ūdensapgādes un kanalizācijas uzņēmumu asociācija

2020

Rīga

Satura rādītājs

Satura rādītājs.....	2
Kopsavilkums.....	4
Summary	6
Izmantotie termini un saīsinājumi.....	8
1. Vispārīga informācija.....	9
2. Aktīvo dūņu raksturojums.....	11
2.1. Aktīvo dūņu mikrobioloģiskais sastāvs.....	11
2.2. Aktīvo dūņu ķīmiskais sastāvs	12
2.3. Dūņu pieauguma teorētisks aprēķins	13
2.4. Dūņu koncentrācijas mērīšana	13
3. Lieko dūņu apstrādes tehnoloģijas	15
3.1. Lieko dūņu izvešana uz apstrādi citur	15
3.2. Dūņu uzkrāšana mineralizatorā un izvešana uz apstrādi citur	16
3.3. Lieko dūņu pārsūkņēšana uz dūņu laukiem	17
3.4. Lokāla lieko dūņu atūdeņošana	19
3.4.1. Polimērs (polielektrolīts).....	19
3.4.2. Statiskie nostādinātāji, gravitācijas blīvēšanas ar rotējošu skrēperi un mehāniskās blīvēšanas iekārtas.....	20
3.4.3. Lentas tipa dūņu filtrpreses	24
3.4.4. Skrūves tipa dūņu preses.....	26
3.4.5. Dekantercentrifūgas.....	28
3.4.6. Virzuļu tipa dūņu preses	31
3.4.7. Citas dūņu atūdeņošanas tehnoloģijas.....	32
3.4.8. Latvijā izmantoto notekūdeņu dūņu atūdeņošanas tehnoloģiju sadalījums.....	33
3.4.9. Lieko dūņu apstrāde mazajās NAI.....	34
4. Notekūdeņu dūņu atūdeņošanas izmaksas Latvijā	35
4.1. Zemas pašizmaksas dūņu atūdeņošanas tehnoloģijas.....	37
4.2. Dūņu atūdeņošanas ar filtrpresēm.....	38
4.2.1. Uztādītās filtrpreses, to noslodze un atūdeņošanas kvalitāte	38
4.2.2. Elektroenerģijas patēriņš, atūdeņojot dūņas ar filtrpresēm	40
4.2.3. Polimēra patēriņš, notekūdeņu dūņu atūdeņošanā ar filtrpresēm	42
4.2.4. Summārās izmaksas, atūdeņojot dūņas ar filtrpresēm	43
4.3. Dūņu atūdeņošanas ar skrūves presēm	44
4.3.1. Uztādītās skrūves preses, to noslodze un atūdeņošanas kvalitāte	44

4.3.2. Elektroenerģijas patēriņš, atūdeņojot dūņas ar skrūves presēm	47
4.3.3. Polimēra patēriņš, atūdeņojot dūņas ar skrūves presēm	48
4.3.4. Summārās izmaksas, atūdeņojot dūņas ar skrūves presēm	49
4.4. Dūņu atūdeņošanas ar dekantercentrifūgām	50
4.4.1. Uzstādītās dekantercentrifūgas, to noslodze un atūdeņošanas kvalitāte	50
4.4.2. Elektroenerģijas patēriņš, atūdeņojot dūņas ar dekantercentrifūgām	53
4.4.3. Polimēra patēriņš, atūdeņojot dūņas ar dekantercentrifūgām	55
4.4.4. Summārās izmaksas, atūdeņojot dūņas ar dekantercentrifūgām	56
4.5. Summārās izmaksas, atūdeņojot dūņas ar filtrpresēm, skrūves presēm un dekantercentrifūgām	57
5. Lieko dūņu apstrādes procesu optimizācija	59
5.1. Izturēšana atklātos dūņu laukos un tālāka izmantošana lauksaimniecībā	59
5.2. Izturēšana slēgtos dūņu laukos un tālāka izmantošana lauksaimniecībā	60
5.3. Transportēšana uz biogāzes staciju biogāzes iegūšanai	61
5.4. Transportēšana uz sadzīves cieto atkritumu poligoniem noglabāšanai vai kompostēšanai	62
5.5. Lokāla kompostēšana	63
5.6. Žāvēšana ar vai bez tālākas sadedzināšanas	64
5.7. Vispārēji ieteikumi dūņu apstrādes procesa optimizācijai	66
6. Secinājumi un atūdeņošanas procesa optimizācija	68
7. Izmantotie avoti	70

Kopsavilkums

Bioloģiskā notekūdeņu attīrīšana ar aktīvajām dūņām visā pasaulē ir dominējošā notekūdeņu attīrīšanas tehnoloģija. Tā ir droša, salīdzinoši lēta un spēj nodrošināt pietiekami labu notekūdeņu attīrīšanu pirms to izlaišanas apkārtējā vidē.

Attīrot notekūdeņus, izmantojot bioloģiskās attīrīšanas tehnoloģijas, bioreaktoros/aerotankos esošie mikroorganismi/aktīvās dūņas vairojas, patērējot notekūdeņos esošo piesārņojumu. Vairošanās rezultātā pieaug reaktoros esošā aktīvo dūņu koncentrācija un to kopējā masa, tas ir veidojas aktīvo dūņu pārpalikums – liekās aktīvās dūņas (pētījumā arī – notekūdeņu dūņas), kuras nepieciešams aizvadīt no notekūdeņu attīrīšanas procesa. Standarta notekūdeņu attīrīšanas iekārtās notekūdeņu attīrīšanas process ir organizēts tā, ka no procesa aizvadāmo dūņu koncentrācija ir zema: apmēram 1 % sausnas un 99 % ūdens. Tiek zemas sausnes koncentrācijas dūņas ir sarežģīti realizēt un izmantot, tādēļ visās lielākajās notekūdeņu attīrīšanas iekārtās tās tiek atūdeņotas no ~1 % sausnas satura līdz 12 – 20 % sausnas satura. Rezultātā no notekūdeņu attīrīšanas procesa noņemto lieko aktīvo dūņu tilpums, ko nepieciešams apstrādāt un apsaimniekot, samazinās 12 – 20 reizes. Tādējādi tiek iegūts materiāls, ko iespējams mērķtiecīgāk apsaimniekot un atgriezt apritē, to izmantojot piemēram biogāzes ražošanā vai lauksaimniecības zemju mēslošanai.

Šī pētījuma ietvaros ir apzinātas lieko aktīvo dūņu atūdeņošanas metodes pirms to tālākās apstrādes un utilizācijas Latvijas teritorijā esošajās bioloģiskajās notekūdeņu attīrīšanas iekārtās. Pētījumā ir sniegts arī īss ieskats dūņu ķīmiskajā un bioloģiskajā sastāvā. Ir apskatīta arī lieko aktīvo dūņu teorētiskā aprēķina metodika, kas ļauj veikt aptuveni aprēķinu par lieko aktīvo dūņu daudzumu, kas rodas attiecīgajā notekūdeņu attīrīšanas procesā. Metodika balstīta uz notekūdeņu plūsmas, suspendēto vielu satura un BSP₅ datiem attiecīgajās notekūdeņu attīrīšanas iekārtās.

Pētījuma ietvaros secināts, ka mazajās notekūdeņu attīrīšanas iekārtās, kuru projektētā hidrauliskā jauda ir līdz 1000 m³/d, nav vienotas pieejas lieko aktīvo dūņu noņemšanai no notekūdeņu attīrīšanas procesa, to atūdeņošanai un tālākai utilizācijai vai izmantošanai. Šajā pētījumā ir dots īss ieskats tradicionālajās lieko aktīvo dūņu apstrādes tehnoloģijās, kādas tiek izmantotas mazajās notekūdeņu attīrīšanas iekārtās: izvešanu uz apstrādi citur, mineralizēšanu, pārsūknešanu uz vaļējiem dūņu laukiem.

Lielajās notekūdeņu attīrīšanas iekārtās, kuru projektētā hidrauliskā jauda ir virs 1000 m³/d, Latvijā dominē 3 lieko aktīvo dūņu atūdeņošanas tehnoloģijas: filtrpreses, skrūves preses un dekantercentrifūgas. Šajā darbā ir apskatītas priekšrocības un trūkumi, kas piemīt katrai no minētajām lieko aktīvo dūņu atūdeņošanas tehnoloģijām.

Pētījumā iekļauta arī notekūdeņu atūdeņošanas tehnoloģiju izmantošanas tehniski ekonomiskā aplēse, kas balstīta uz notekūdeņu attīrīšanas iekārtu operatoru sniegtajiem datiem. Aplēsē iekļauti dati par polimēru izmantošanu un elektroenerģijas patēriņu.

Lai iegūtu objektīvāku analīzi un izvairītos no dažādu blakus faktoru (kā piemēram, lieko dūņu padeves uz atūdeņošanu izmaksas, skalošanas ūdens izmaksas, personāla izmaksas) ietekmes, blakus faktori atūdeņošanas tehnoloģiju vērtējumā netika izmantoti. Vērtēšanā netika izmantota arī atūdeņošanas iekārtu cena. Lai gan cena būtu svarīga iekārtu vērtēšanas sastāvdaļa, praktiski nav iespējams apkopot un jēgpilni salīdzināt cenas iekārtām, kas uzstādītas vairāk kā 20 gadu garumā, turklāt dažādu attīrīšanas iekārtu rekonstrukcijas projektu ietvaros.

Tika secināts, ka filtrprešu un skrūves prešu ekspluatācijas izmaksās dominē polimēra izmaksas, bet dekantercentrifūgu izmaksās vienlīdz svarīgas ir gan elektroenerģijas, gan polimēra izmaksas. Salīdzinot kopējās izmaksas, secināts, ka dekantercentrifūgu ekspluatācijas salīdzinoši ir visdārgākā, taču tās nodrošina vislabāko dūņu atūdeņošanu. Vērtējot pēc notekūdeņu atūdeņošanas iekārtu kalpošanas laika, kas vidēji noteikts 15 gadi, daudzviet Latvijā iekārtu ekspluatācijas laiks jau ir pārsniedzis šo robežu, tādēļ ir savlaicīgi jāplāno līdzekļi iekārtu nomaiņai. Šis jautājums ir cieši skatāms līdztekus dūņu stratēģijas veidošanas gaitai.

Secināts arī, ka Latvijas notekūdeņu attīrīšanas iekārtu operatori necenšas sasniegt maksimāli iespējamo sausas saturu atūdeņotajās dūņās, kas varētu būt saistīts ar salīdzinoši nesakārtotu dūņu utilizācijas un nepieciešamās kvalitātes sistēmu. Tādējādi operatori atrod kompromisu starp atūdeņošanas kvalitāti un tālākās utilizācijas izmaksām konkrētajos apstākļos un situācijā.

Nepieciešams atzīmēt, ka anketēšanas rezultāti parādīja, ka Latvijas notekūdeņu attīrīšanas iekārtu operatori salīdzinoši maz uzmanības un resursu velta lieko aktīvo dūņu atūdeņošanas procesa monitoringam un izmaksu optimizācijai. Secināts, ka ir nepieciešams veikt visaptverošu izglītojošu darbību situācijas uzlabošanai.

Darbā sniegtas arī konspektīvas rekomendācijas par notekūdeņu dūņu atūdeņošanas tehnoloģiju iespējamu optimizāciju atkarībā no tālākā atūdeņoto dūņu utilizācijas veida. Šajā jomā ir problemātiski sniegt konkrētas rekomendācijas, jo nav skaidra likumdošanas tālākā attīstība – gan attiecībā uz prasībām notekūdeņu dūņu apsaimniekošanā, gan arī prasībām biogāzes stacijām, kur lielā daļā gadījumu notekūdeņu dūņas tiek apstrādātas.

Summary

Biological wastewater treatment is the dominating wastewater purification technology everywhere in the world. It is reliable, reasonably inexpensive, and capable of ensuring sufficient wastewater purification for discharge into the environment.

Consuming the pollution present in wastewater, microorganisms constituting the active sludge proliferate; the mass of active sludge is therefore always increasing. Thus, there is always excess biological sludge to be removed from the water purification process. Typically, the wastewater treatment process is arranged so that the concentration of excess sludge removed from the treatment process is low, there are only about 1 % dry solids (DS) in it, the rest 99 % is water. At this kind of DS concentration there is neither internal nor external demand for the removed excess sludge, so all major wastewater treatment plants (WWTP's) are dewatering excess sludge from 1 % DS to about 12 – 20 % DS. This results in a 12 – 20 fold decrease in sludge volume, and there is the demand for dewatered sludge both from the agriculture sector (fertilizer) and from the biogas production plant (useful substrate).

This paper is dedicated to the excess biological sludge dewatering methods before it undergoes further treatment and is utilized. The paper provides a short insight into sludge biological and chemical composition. It provides a formula according to which the provisional amount of excess sludge the WWTP should be generating can be calculated using incoming flow data and BOD₅ and suspended solids values in the incoming wastewater.

We have concluded that there is no unified approach to excess sludge management, dewatering, and utilization in small WWTP's, (design capacity <1000 m³/d wastewater) in Latvia. This paper provides an overview of traditional sludge management techniques used in small WWTP's: using external specialist services for sludge management, local mineralization, or local sludge fields.

In almost all major WWTP's (design capacity >1000 m³/d wastewater) only 3 different technologies are used for excess sludge dewatering: belt filter presses, screw presses, and decanter centrifuges. This paper attempts to analyse both the benefits each technology has and its shortcomings.

Using data obtained in surveying Latvian WWTP's, this paper includes technical analysis of the major sludge dewatering technologies and the related costs analysis. Analysis includes data about polymer consumption and electrical power consumption specific to each dewatering technology. Since in the said overview we attempted to analyse just the basic sludge dewatering techniques, we have excluded from our analysis such highly variable factors as the cost of excess sludge transfer to the dewatering equipment, cost of flushing water, Operator salaries. We also excluded the cost of the sludge dewatering machine itself. Although this would be an important factor when considering the choice of sludge dewatering equipment, we found it impossible to do a meaningful comparison involving the cost of various machines supplied over

the period of more than 20 years, when virtually all of these machines were supplied within the scope of general WWTP reconstruction.

It was found that with belt filter presses and screw presses, polymer costs dominate the machine running costs, while with decanter centrifuges, electrical power costs and polymer costs are split almost equally. When we consider the total running costs of dewatering equipment, decanter centrifuges tend to have the highest running costs, but they also provide the best dewatering. When considering the typical service life of sludge dewatering equipment, which typically is assumed to be 15 years, we found that many Latvian WWTP's have been operating this equipment well beyond the recommended 15 years' service period. With good planning, funds should be allocated for equipment replacement. This issue should be considered in parallel with the general excess sludge management strategy.

It was also found that Operators in Latvian WWTP's are not looking for maximum DS content in the dewatered sludge. Sludge disposal/utilization solutions available to WWTP's do not demand maximum possible DS in dewatered sludge, so the Operators are seeking the best compromise between the quality of sludge dewatering, and the cost of dewatered sludge disposal/utilization.

It must be pointed out that the survey demonstrated WWTP Operators do not pay sufficient attention to monitoring the sludge dewatering process, and related cost analysis. Educational activities should be planned.

The paper also attempted to analyse how the sludge dewatering process could be optimized depending on how the dewatered sludge is expected to be utilized. Since the situation with the applicable legislation is rather volatile, both with wastewater sludge legislation, and biogas production plant/digestate legislation, it is difficult to provide concrete recommendations at this time.

Izmantotie termini un saīsinājumi

NAI	Notekūdeņu attīrīšanas iekārtas
Mazās NAI	NAI, kuru projektētā kapacitāte ir zem 1000 m ³ /d notekūdeņu
Lielās NAI	NAI, kuru projektētā kapacitāte ir virs 1000 m ³ /d notekūdeņu
Bioreaktors	Tā NAI daļa, kurā notiek notekūdeņu attīrīšana ar aktīvajām dūņām (parasti izdala vēl arī mehāniskās priekšattīrīšanas daļu un nostādinātājus)
Pirmējās dūņas	Dūņas, kas tiek iegūtas nostādinot speciālos nostādinātājos notekūdeņus, kas izgājuši tikai mehāniskās priekšattīrīšanas stadiju. Pirmējās dūņas ir labs biogāzes avots
Aktīvās dūņas	Mikroorganismu komplekss, kas īpaši pielāgots apstākļos (pārsvarā ar skābekli bagātinātā ūdenī, bet lielākās NAI arī bezskābekļa vidē) spēj attīrīt notekūdeņus no tajos esošā piesārņojuma
Liekās bioloģiskās dūņas	Dūņas, kas jānoņem no notekūdeņu attīrīšanas ar aktīvajām dūņām procesa, jo procesa ietvaros aktīvo dūņu masa ir pieaugusi virs procesā nepieciešamā apjoma
Liekās dūņas	Liekās bioloģiskās dūņas (skatīt iepriekšējo skaidrojumu)
ĶSP	Ķīmiskais skābekļa patēriņš. Izsaka skābekļa daudzumu, kas nepieciešams visa ūdenī esošā piesārņojuma oksidēšanai (sadedzināšanai)
BSP ₅	Bioķīmiskais skābekļa patēriņš (5 dienu periodā). Izsaka skābekļa daudzumu, kādu 5 dienu laikā patērē mikroorganismi, oksidējot ūdenī esošo piesārņojumu
SV	Suspendētās vielas. Izsaka cieto, suspendēto vielu daudzumu ūdenī, kuru var atdalīt filtrējot ar noteikta blīvuma filtru. Pēc žāvēšanas līdz konstantam svaram, tiek mērīts uz filtra palikušo vielu svars
Procentile (%)	Vērtība, zem kuras atrodas noteikts procents no iegūtajiem rezultātiem. Piemēram 85 % procentile nozīmē, vērtību, zem kuras rezultāts atrodas 85 % gadījumu

1. Vispārīga informācija

“Pētījums par Latvijā izmantotajām notekūdeņu dūņu apstrādes tehnoloģijām” ir izstrādāts Projekta LIFE GOODWATER IP (LIFE18 IPE/LV/000014) ietvaros.

Projekta vadošais partneris: Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs

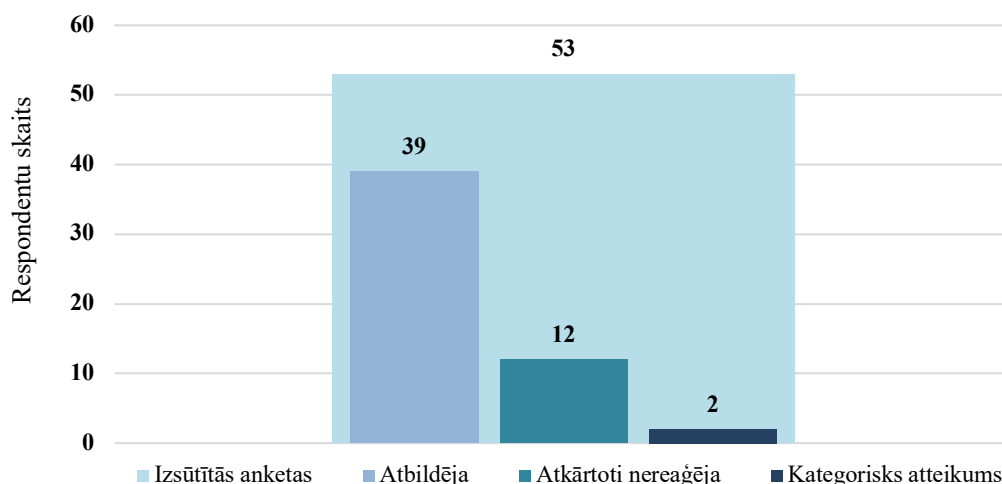
Par aktivitāti atbildīgais partneris un pētījuma izstrādātājs: biedrība “Latvijas Ūdensapgādes un kanalizācijas uzņēmumu asociācija” sadarbībā ar Latvijas ūdensapgādes uzņēmumiem, kas sniedza informāciju par esošo notekūdeņu dūņu apsaimniekošanas praksi.

Darba grupa: Jānis Zviedris, Jānis Jansons, Rihards Vītoliņš, Artūrs Kazimiraitis, Dana Grīntāle, Sandis Dejus.

Pētījuma mērķis: Izvērtēt esošo Latvijas ūdensapgādes un kanalizācijas uzņēmumu notekūdeņu dūņu atūdeņošanas infrastruktūru un ar tām saistītās ekspluatācijas izmaksas un sniegt rekomendācijas apsaimniekošanas prakses pilnveidošanai.

Pētījuma izstrādes periods: 2020. g. 1. jūnijs – 2020. g. 21. decembris.

Lai apkopotu informāciju par notekūdeņu dūņu apsaimniekošanas praksi, izmantotajām tehnoloģijām un izmaksām, tika apzinātas visas Latvijas teritorijā esošās notekūdeņu attīrīšanas iekārtas, kurās tiek izmantota notekūdeņu dūņu atūdeņošana. Informācijas iegūšanai tika izveidota un 53 respondentiem nosūtīta anketa aizpildīšanai par notekūdeņu attīrīšanas iekārtām, kurās ir notekūdeņu dūņu atūdeņošanas infrastruktūra. Anketēšanas rezultātā 39 respondenti jeb 73 % no kopējā skaita, sniedza detalizētu informāciju par esošo notekūdeņu dūņu apsaimniekošanas praksi, izmantotajām tehnoloģijām un izmaksām. Kā arī 2 respondenti kategoriski atteicās sniegt jebkādu informāciju, 12 respondenti nereaģēja arī uz atkārtotiem lūgumiem sniegt informāciju, aizbildinoties ar laika trūkumu (1.attēls).



1.attēls. Respondentu atsaucība uz nosūtīto anketu aizpildīšanu par notekūdeņu dūņu apsaimniekošanas praksi, izmantotajām tehnoloģijām un izmaksām

Lai noskaidrotu notekūdeņu dūņu kvalitāti, 20 Latvijas pilsētās tika paņemti neatūdeņotu un atūdeņotu notekūdeņu lieko bioloģisko dūņu paraugi. Tāpat tika paņemts komposta paraugs, kas iegūts izmantojot liekās dūņas, kā arī pirmējo dūņu paraugs, iebiezinātu lieko dūņu paraugs un izrūgušu lieko dūņu un pirmējo dūņu maisījuma paraugs. Visi paraugi tika analizēti Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskajā institūtā „BIOR”, nosakot tajos agroķīmiskos parametrus, mikrobioloģisko piesārņojumu, smago metālu saturu, farmaceitisko vielu atliekas un bīstamo vielu koncentrācijas. No iegūtajiem datiem, šajā darbā izmantots tikai dūņu sausnas saturs, citi parametri analizēti atsevišķā pētījumā par esošās situācijas notekūdeņu dūņu apsaimniekošanā apzināšanu, kas veikts šī projekta ietvaros.

Šajā pētījumā izmantoti arī Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra apkopotie Valsts statistikas pārskata "2-Ūdens. Pārskats par ūdens resursu lietošanu" dati par 2017. – 2019. gadu, kuros iekļauta informācija par ūdens ņemšanu un izmantošanu, notekūdeņu attīrīšanu un novadīšanu, kā arī par saražotajām un izmantotajām notekūdeņu dūņām.

Pētījumā netiek izmantoti konkrētu pašvaldību, ūdenssaimniecības uzņēmumu un notekūdeņu attīrīšanas iekārtu nosaukumi, lai aizsargātu to intereses un komercnoslēpumus attiecībā uz dažādiem ražošanas izmaksu datiem.

2. Aktīvo dūņu raksturojums

2.1. Aktīvo dūņu mikrobioloģiskais sastāvs

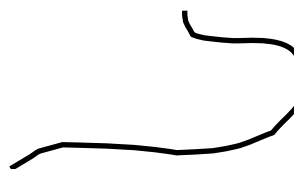
Saimniecisko, tajā skaitā, sadzīves notekūdeņu attīrīšanai visā pasaulē plaši izmanto bioloģiskas attīrīšanas tehnoloģiju, kuras pamatā ir aktīvās dūņas jeb mikroorganismi. Minētā notekūdeņu attīrīšanas koncepcija ir radusies pirms vairāk kā 100 gadiem Lielbritānijā. Zinātnieki atklāja, ka izturot notekūdeņus ar skābekli bagātā vidē, daļa tajos esošo mikroorganismu jūtas labi. Tie vairojas, un to kolonijas izveido brūnganas pārslas (aktīvās dūņas), kas satur baktērijas, sēnes, aļģes, amēbas, zināmu daudzumu organisku un neorganisku graudu/šķiedru, biopolimērus, arī vienkāršus daudzšūnu organismus (virpotājus u.tml.). (2. un 3.attēls). Lielākā daļa patogēno mikroorganismu šajā procesā aiziet bojā.

Brīvi peldošas dūņas. Nelielas dūņu daļiņas, kas vēl nav apvienojušās lielākās pārslās.

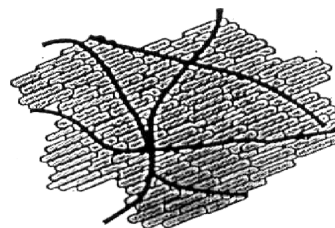


Brīvi peldošas dūņu daļiņas ir apvienojušās lielākās pārslās, taču tās vēl ir amorfas un nestabilas.

Pavedienveida baktērijas. Spēj "salīmēt" dūņu pārslas, nodrošinot tām labu mehānisko noturību. Tām jābūt noteiktā proporcijā pret pārējām dūņu komponentēm. Pārlika pavedienveida baktēriju savairošanās var izsaukt problēmas.



Ideāla aktīvo dūņu pārsla. Satur baktērijas, amēbas, pavedienveida baktērijas, baktēriju izdalītos biopolimērus.



2.attēls. Aktīvo dūņu pārslu veidošanās



3.attēls. Aktīvo dūņu daļiņa mikroskopā [1]

Aktīvajās dūņās esošie mikroorganismi savu dzīvības procesu nodrošināšanai patērē ūdenī esošo piesārņojumu, tā veicot ūdens attīrīšanu. Paralēli, protams, mikroorganismi vairojas, un dūņu masa pieaug.

Notekūdeņu bioloģiskās attīrīšanas tehnoloģija prasa attīrīšanas aerotankos/bioreaktoros uzturēt noteiktu aktīvo dūņu daudzumu, kas ir proporcionāls ienākošajai notekūdeņu piesārņojuma koncentrācijai un slodzei. Tā kā saimniecisko notekūdeņu attīrīšanas iekārtās (NAI) ienākošā piesārņojuma slodze ir visumā konstanta, bet dūņu masa, patērējot piesārņojumu, visu laiku aug, dūņu pieaugums ir jākompensē, no procesa noņemot liekās aktīvās dūņas. Ja tas netiek darīts, aktīvo dūņu masa bioreaktoros pieaug tik tālu, ka to vairs nav iespējams atdalīt no attīrītajiem notekūdeņiem. Sākas aktīvo dūņu izskalošana no attīrīšanas iekārtām, tās nonāk apkārtējā vidē, kas ir nepieļaujami no apkārtējās vides aizsardzības viedokļa. Lai novērstu dūņu izskalošanu, praktiski visās NAI ir paredzēts mehānisms lieko dūņu noņemšanai no attīrīšanas procesa.

2.2. Aktīvo dūņu ķīmiskais sastāvs

Dūņu ķīmiskais sastāvs (Aktīvo dūņu **ķīmiskais sastāvs**) ir ļoti atkarīgs no attīrāmo notekūdeņu sastāva, notekūdeņu attīrīšanas tehnoloģijas un NAI regulējuma parametriem. Šī iemesla dēļ, literatūras dati par dūņu ķīmisko sastāvu ir ļoti atšķirīgi.

1.tabula

Aktīvo dūņu ķīmiskais sastāvs[2]

Komponente	Īpatsvars sausnā, (%)	Īpatsvars sausnā
Gaistošās organiskās vielas	50 – 88	
Olbaltumvielas (proteīns)	32 – 41	
Slāpeklis	2,4 - 5	24 – 50 g/kg [N]
Fosfors (izteikts kā P ₂ O ₅)	2,8 - 11	12 – 48 g/kg [P _{kop}]
Kālijs (izteikts kā K ₂ O)	0,5 – 0,7	

Savukārt, 2020. gada laikā divreizējas atūdeņotu notekūdeņu dūņu paraugu ņemšanas un analīžu veikšanas laikā 20 Latvijas apdzīvotajās vietās, tika iegūti aktuāli dati par dūņu ķīmisko sastāvu Latvijā (2.tabula).

2.tabula

Atūdeņotu dūņu agroķīmiskie rādītāji Latvijas apdzīvoto vietu NAI

Raksturlielums	Maksimāli	Minimāli	Vidēji	Mediāna	85% procentile
Vides reakcija (pH)	7,3	6,7	6,9	6,8	7,1
Organiskās vielas daudzums (%)	43,8	18,3	27,3	26,6	35,7
Slāpekļis (N) sausnā (g/kg)	83	41,8	64,7	65,6	76,4
Amonija slāpekļis (N-NH ₄) sausnā, ekstrahējot KCl (g/kg)	4,19	0,52	2	2	3
Fosfors (P) sausnā (g/kg)	30,2	9,53	20,4	20,4	26,4
Sausna (g/kg)	21,9	9,8	14,8	14,8	17

Latvijā iegūtie slāpekļa un fosfora rezultāti atšķiras no rokasgrāmatās uzdotajām vērtībām, Latvijā esošo dūņu paraugos konstatēts vairāk slāpekļa un fosfora. Tomēr te jāņem vērā, ka Latvija un Latvijas NAI joprojām krietni atšķiras no caurmēra NAI, kas izmantotas Eiropas Savienībā, kur daudz plašāk tiek pielietotas papildu slāpekļa un fosfora bioloģiskās attīrīšanas tehnoloģijas, līdz ar to arī dūņas iespējams iegūt augstākas šo parametru koncentrācijas vērtības.

2.3. Dūņu pieauguma teorētisks aprēķins

Faktiskais lieko aktīvo dūņu daudzums, t.i., dūņu pieaugums, ir atkarīgs no daudziem apstākļiem: ienākošā piesārņojuma slodzes, barības vielu sabalansētības notekūdeņos, notekūdeņu temperatūras, dūņu vecuma un citiem faktoriem. Neraugoties uz to, aptuvenu aktīvo dūņu pieaugumu NAI var teorētiski aprēķināt, izmantojot empīrisku formulu, kas ierasti tiek izmantota notekūdeņu dūņu atūdeņošanas iekārtu ražības noteikšanai [3]:

$$P = (0,5 * [SV] / [BSP_5]) * Q * [BSP5] / 1000, \text{ kur}$$

P - dūņu pieaugums, kg/d,

[SV] - suspendēto vielu saturs notekūdeņos, mg/l,

[BSP₅] - bioķīmiskais skābekļa patēriņš notekūdeņos, mg/l,

Q - notekūdeņu caurplūde, m³/d.

2.4. Dūņu koncentrācijas mērīšana

Viens no būtiskākajiem NAI Operatora (iekārtu īpašnieka, uzturētāja) uzdevumiem ir bioreaktoros uzturēt nemainīgu un atbilstošu aktīvo dūņu koncentrāciju, lai nodrošinātu maksimāli efektīvu notekūdeņu attīrīšanu. Līdz ar to ir nepieciešams izmatot vienotu un konsekventu metodiku aktīvo dūņu koncentrācijas bioreaktoros mērīšanai. Līdz ar to iespējams

noteikt arī faktisko lieko aktīvo dūņu daudzumu, ko ir nepieciešams atsūknēt no bioreaktoriem. Pastāv 2 galvenās dūņu daudzuma mērīšanas metodes:

1. Volumetriskā metode (dūņu tilpuma noteikšana)

Metode ir ļoti vienkārša un prasa minimālu aprīkojumu. NAI Operatoram jāielej mērcilindrā (vai citā piemērotā traukā) apmēram 1 litru aktīvo dūņu no bioreaktora. Dūņas sāks izgulsnēties un mērcilindra virspusē veidosies dzidra ūdens slānis. Pēc 30 minūšu nogaidīšanas, NAI Operatoram jāizmēra nostājušos aktīvo dūņu tilpums.

Šis tilpums tad arī tiek izmantots aktīvo dūņu daudzuma novērtēšanai. **Tiek pieņemts, ka tilpums līdz 500 – 700 ml/l ir optimāls** un nozīmē, ka aktīvo dūņu noņemšana vēl nav nepieciešama. Ja aktīvo dūņu tilpums ir lielāks, jānoņem liekās aktīvās dūņas.

Metode uzskatāma par visai neprecīzu, jo dūņu sedimentācijas īpašības var mainīties plašā diapazonā. Ja dūņas ir "smagas" un labi izgulsnējas, 500 ml/l var būt visai liels dūņu daudzums, savukārt gadījumā, ja dūņas ir uzbriedušas un vieglas, 700 ml/l var atbilst samērā nelielam dūņu daudzumam. Lai šādas nianšes pareizi novērtētu, ir nepieciešams pieredzējis Operators.

Minēto metodi plaši pielieto Latvijas mazajās NAI, kurām nav savas laboratorijas un ārējas laboratorijas piesaistīšana dūņu daudzuma monitoringam tiek uzskatīta par ekonomiski nepamatotu.

2. Filtrēšanas/žāvēšanas metode

Tiek pasmelts zināms daudzums dūņu un nofiltrēts ar speciālu filtru, kas karsējot nemaina svaru. Filtrējamo dūņu daudzums parasti ir no 25 ml līdz 100 ml, atkarībā no dūņu koncentrācijas. Uz filtra palikušās dūņas tiek žāvētas pie 50°C temperatūras līdz konstantam svaram (tas ir, līdz brīdim, kad tālāka žāvēšana vairs būtiski nemaina uz filtra palikušo izžāvēto dūņu masu). Zinot filtrēto dūņu tilpumu un dūņu masu pēc žāvēšanas, iespējams aprēķināt dūņu sausnas koncentrāciju paraugā, ko parasti izsaka gramos litrā. Metode ļauj visumā precīzi novērtēt dūņu daudzumu sistēmā. Šo metodi piedāvā visas akreditētās laboratorijas, kas nodarbojas ar notekūdeņu analīzi un arī lielāko pilsētu NAI laboratorijas.

Lai paātrinātu dūņu koncentrācijas mērījumu rezultātu iegūšanu bioloģiskajā notekūdeņu attīrīšanas procesā, ir pieejamas arī stacionāras un pārvietojamas mērierīces, kuras atbilstoši nokalibrējot laboratorijas apstākļos, var iegūt dūņu koncentrācijas lielumu g/L. Šāda veida ierīces paredz lielāku līdzekļu ieguldījumu, tomēr prakse rāda, ka tās attaisno savas izmaksas tieši operatīvu datu iegūšanas ātrumā, pie tam jebkurā bioloģiskās notekūdeņu attīrīšanas procesa punktā.

3. Lieko dūņu apstrādes tehnoloģijas

No notekūdeņu attīrīšanas bioreaktoriem noņemtās liekās aktīvās dūņas nepieciešams apstrādāt/utilizēt. Pastāv vairāki dūņu apstrādes tehnoloģiskie risinājumi, bet praksē visbiežāk sastopamie ir:

- izvešana uz apstrādi citur;
- dūņu uzkrāšana mineralizatorā un izvešana uz apstrādi citur;
- pārsūknēšana uz dūņu laukiem;
- lokāla atūdeņošana;
- lokāla atūdeņošana un padziļināta pārstrāde.

Pirmās trīs no pieminētajām tehnoloģijām pārsvarā tiek izmantotas mazās notekūdeņu attīrīšanas iekārtās, kurās ienākošo notekūdeņu plūsma nepārsniedz 1000 m³/d. Pie šāda notekūdeņu apjoma, lieko dūņu daudzums ir pārāk mazs, lai NAI atmaksātos uzstādīt dūņu atūdeņošanas aprīkojumu.

3.1. Lieko dūņu izvešana uz apstrādi citur

Šis uzskatāms par visvienkāršāko lieko dūņu apstrādes/utilizācijas risinājumu, jo neparedz nekādu lokālu lieko aktīvo dūņu apstrādi. Kad NAI Operators konstatē, ka aktīvo dūņu daudzums NAI bioreaktoros ir pārāk liels, viņš sazinās ar kādu no organizācijām, kas nodarbojas ar lieko aktīvo dūņu apstrādi vai citu lielāku NAI Operatoru, kam ir pieejamas atbilstošas apstrādes iekārtas un aprīkojums, lai no bioreaktoriem atsūknētu liekās aktīvās dūņas. NAI ierodas autocisterna, atsūknē vajadzīgo dūņu daudzumu un aizved uz apstrādi citur.

Risinājums ir piemērots mazām notekūdeņu attīrīšanas iekārām, kurās nav mērķtiecīgi izbūvēt mineralizatoru un kas atrodas salīdzinoši netālu no kādas lielākas notekūdeņu dūņas apsaimniekojošas organizācijas. Latvijā šāda prakse tiek izmantota lielākajā daļā mazo NAI.

Risinājuma priekšrocības un trūkumi apkopoti 3.tabulā.

3.tabula

Lieko aktīvo dūņu izvešanas un apstrādes citur priekšrocības un trūkumi

+NAI nav jāuztur nekāda dūņu apstrādes infrastruktūra; +Nav jā rūpējas par dūņu utilizācijas risinājumu atbilstību dažādām normatīvajām prasībām; +Lieko dūņu utilizācijas izmaksas ir ticami prognozējamas. Priekšrocības 	-Ievērojot to, ka liekās dūņas tiek atsūkņētas ar apmēram 1 % koncentrāciju (tas ir, tajās ir 99 % ūdens), šādu dūņu transportēšana lielākos attālumos ir dārga; -Risinājums piemērots tikai ļoti mazām NAI, kur izvedamo dūņu daudzums (ar 1 % koncentrāciju) nav liels; -Dūņas jāizved regulāri. Nav ieteicams kavēties ar izvešanu. Trūkumi 
--	---

3.2. Dūņu uzkrāšana mineralizatorā un izvešana uz apstrādi citur

Šajā risinājumā liekās dūņas tiek pārsūkņētas uz kādu lokālu tvertni, kas aprīkota ar aerācijas sistēmu. Aerobos apstākļos, taču bez jebkādam barības vielām, dūņu mikroorganismi konkurē savā starpā un nodarbojas ar "kanibālismu". Rezultātā organisko vielu saturs dūņās var samazināties par apmēram 10 % un sausnas saturs pieaugt līdz 1 – 3 %.

Ir iespējams aerāciju mineralizatorā periodiski atslēgt un atsūkņēt ūdeni no tvertnes virspuses. Šāds risinājums prasa Operatora klātbūtni un tehnoloģiskā režīma ievērošanu, taču var būtiski paaugstināt sausnas saturu izvedamajās dūņās.

NAI ērtā laikā, kad mineralizators jau ir praktiski pilns, ierodas specializēta uzņēmuma autocisterna, atsūkņē vajadzīgo dūņu daudzumu un aizved uz apstrādi citur.

Risinājums ir piemērots nelielām notekūdeņu attīrīšanas iekārtām, tā priekšrocības un trūkumi apkopoti 4.tabulā

4.tabula

Lieko aktīvo dūņu uzkrāšanas mineralizatorā un izvešanas un apstrādes citur priekšrocības un trūkumi

- +Dūņu noņemšanu no NAI un izvešanu var organizēt samērā elastīgi, jo mineralizators nodrošina zināmu buferkapacitāti;
- +Sausnas saturs izvedamajās dūņās ir zems, tomēr ~2 – 3 reizes augstāks nekā nemineralizētās liekajās dūņās. Transporta izmaksas ir būtiski zemākas nekā transportējot nemineralizētas dūņas;
- +Nav jārūpējas par dūņu utilizācijas risinājumu atbilstību dažādām normatīvajām prasībām;
- +Lieto dūņu utilizācijas izmaksas ir ticami prognozējamas.

Priekšrocības



- Nepieciešams izbūvēt dūņu mineralizatoru (ieskaitot dūņu sūkņēšanas un aerācijas sistēmas), kura tilpums būtu pietiekams visu lieko dūņu pieņemšanai vismaz vairāku nedēļu garumā;
- Izvedamajās dūņās sausnas saturs joprojām ir visai zems (ap 1 – 3%), tāpēc to transportēšana lielākos attālumos ir dārga.

Trūkumi



3.3. Lieko dūņu pārsūkņēšana uz dūņu laukiem

Šī ir pagājušā gadsimta otrajā pusē Latvijā visplašāk pielietotā lieko dūņu apstrādes tehnoloģija. Blakus notekūdeņu attīrīšanas iekārtām tika izveidoti vairāki lauki-krātuves, uz kurām pēc vajadzības tika atsūkņētas liekās dūņas. Tā kā šajos dūņu laukos hidroizolācija bieži vien bija visai vāja, dūņu ūdens iesūcās gruntī, daļa arī iztvaikoja un tika panākta zināma dūņu atūdeņošana – gan uz gruntsūdeņu piesārņojuma rēķina. Pēc vairāku gadu izturēšanas, dūņas tika izvestas izmantošanai apzaļumošanā vai lauksaimniecībā. Reizēm pirms izvešanas dūņas tika ar buldozeru sastumtas kaudzē, tā panākot, papildus atūdeņošanas pakāpi.

Daudzu apdzīvoto vietu tuvumā dūņu lauki joprojām ir saglabājušies. Tie tiek paturēti rezervē gadījumam, ja, piemēram, ir sabojājies dūņu atūdeņošanas aprīkojums, bet liekās dūņas no baseiniem obligāti jānoņem.

Risinājuma priekšrocības un trūkumi apkopoti 5.tabulā

5.tabula

Lieko aktīvo dūņu pārsūkņēšanas un dūņu laukiem priekšrocības un trūkumi

+Pēc sākotnējo investīciju veikšanas, neatūdeņotu dūņu atsūkņēšana uz dūņu laukiem un dūņu lauku uzturēšana prasa salīdzinoši nelielas ekspluatācijas izmaksas;

+Dūņu izmantošanai lauksaimniecībā nepieciešams veikt dūņu analīzes un noformēt notekūdeņu dūņu kvalitātes apliecības. Latvijas normatīvie tiesību akti reglamentē dūņu atrašanās laiku dūņu laukos un pieļaujamo smago metālu koncentrāciju šādās dūņās. Tiek uzskatīts, ka minētā kārtība atļauj droši izmantot apstrādātās dūņas lauksaimniecībā.

Priekšrocības



-Nepieciešams izbūvēt plašus dūņu laukus ar adekvātu hidroizolāciju un drenāžas sistēmu, kas prasa lielus sākotnējos kapitālieguldījumus;

-Labā dūņu lauku drenāža ir tehnoloģiski grūti realizējama;

-Dūņu higienizācijas pakāpe dūņu laukos mūsdienu klimatiskajos apstākļos ir maz pētīta, pamatā uzmanību pievēršot citām dūņu apstrādes tehnoloģijām. Publiski pieejamo pētījumu dati liecina, ka dūņu laukos higienizācija notiek, taču tā nav pilnīga. Vienlaikus, saskaņā ar Latvijas un virknes valstu likumdošanu, tā tomēr ir pietiekama dūņu izmantošanai lauksaimniecībā;

-Esošo dūņu kvalitātes kontroles sistēmu nepieciešams uzturēt, kas nes līdzīgas zināmas izmaksas;

-Dūņu izmantošana lauksaimniecībā ir apgrūtināta zemā sausnas satura dēļ. Sausnas saturs izvedamajās dūņās pārsvarā ir augstāks, kā mineralizētās dūņās, tomēr joprojām salīdzinoši zems – ja vien nav veikti papildus atūdeņošanas pasākumi (stumjot kaudzēs), ne vairāk kā 8 – 12 %;

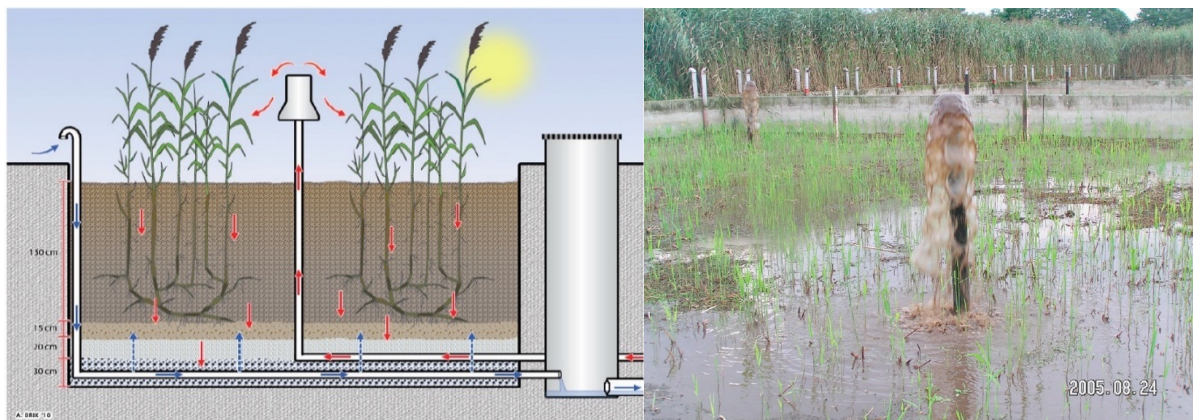
-Ne visur dūņu lauku tuvumā ir zemnieku saimniecības, kas vēlas izmantot dūņas lauksaimniecībā.

Trūkumi



Jāatzīmē, ka dūņu laukos (bez cilvēku iesaistes) bieži vien saaug niedres, tā nodrošinot papildus dūņu atūdeņošanu un barības vielu pārstrādi. Šis process Latvijā netiek regulēts vai vadīts. Turpretī, Skandināvijas valstīs samērā populārs ir risinājums, kur niedres dūņu laukos

tiek audzētas kontrolēti un paši dūņu lauki ir aprīkoti ar modernu dūņu sadales mehānismu (4. attēls). Latvijā dūņu lauku/niedrāju pieeja patlaban tikpat kā netiek izmantota.



4.attēls. Dūņu lauka ar niedrēm konstrukcija un fotofiksācija [4]

3.4. Lokāla lieko dūņu atūdeņošana

Lokāla lieko dūņu atūdeņošana ir visizplatītākā dūņu apstrādes tehnoloģija Latvijas lielākajās pilsētās. Lielākā daļa Latvijas NAI saražotās dūņas tiek atūdeņotas tieši lokāli, pašās notekūdeņu attīrīšanas iekārtās. Visbiežāk sastopamie lokālās lieko aktīvo dūņu atūdeņošanas tehnoloģiskie risinājumi ir:

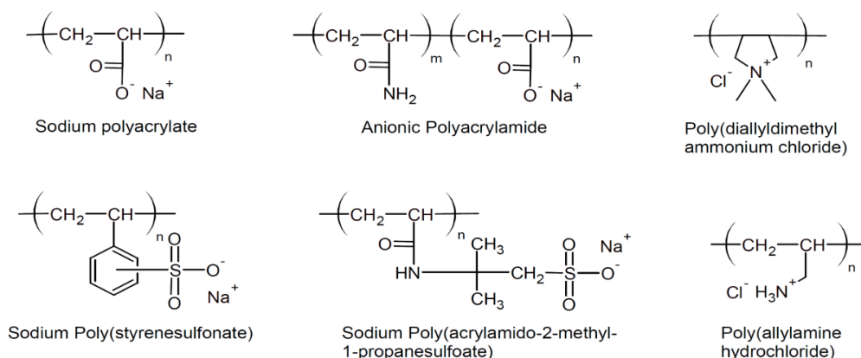
- filtrpreses;
- skrūves preses;
- dekantercentrifūgas;
- citi risinājumi.

Praksē nepastāv viena, dominējoša dūņu atūdeņošanas tehnoloģija. Katrai visplašāk izplatītajām tehnoloģijām ir savas priekšrocības un trūkumi. Kā arī praksē nav skaidru vadlīniju, kāpēc NAI būtu jāizmanto tieši viens vai otrs tehnoloģiskais risinājums. Lielo pilsētu NAI, kur nepieciešamo lielo atūdeņošanas kapacitāti spēj nodrošināt tikai dekantercentrifūgas, lielais dūņu daudzums prasa arī labu atūdeņošanu. Mazākās pilsētās izvēli bieži vien nosaka tas, ar kādām atūdeņošanas iekārtu ražotājfirmām sadarbojas konkrēto NAI tehnoloģiskā aprīkojuma projektētāji un piegādātāji. Rezultātā līdzīga izmēra NAI dūņas tiek atūdeņotas gan ar filtrpresēm, gan skrūves presēm, gan dekantercentrifūgām.

Dūņu blīvēšanas risinājumi izskatāmi atsevišķi.

3.4.1. Polimērs (polielektrolīts)

Visās tālāk apskatītajās dūņu atūdeņošanas tehnoloģijās atūdeņošanas kvalitātes uzlabošanai tiek izmantots polielektrolīta šķīdums, kuru parasti vienkārši dēvē par polimēra šķīdumu. Polimēra ķīmiskā kompozīcija ir katras ražotājfirmas komercnoslēpums, taču visu polimēru pamatā ir garas polimēru ķēdes, kurām piesaistītas ķīmiski uzlādētas (jonizētas) funkcionālās grupas (5.attēls).



5.attēls. Polimēru ķīmiskās struktūras varianti

Ūdenī esošajām aktīvo dūņu pārslām piemīt noteikts elektriskais lādiņš. Dūņu pārslai sastopoties ar pretēji lādētu polimēra molekulu, pretēji lādētās daļiņas pievelkas un polimēra molekulas spēj savākt un "salīmēt" ap sevi samērā lielu daudzumu dūņu pārslu. Procesa rezultātā veidojas daudz lielāki aktīvo dūņu pārslu agregāti, kurus ir ievērojami vieglāk atdalīt no ūdens, jo tie salīdzinoši labāk filtrējas.

Tā kā dūņu sastāvs, dūņu vecums, koncentrācija, ūdens temperatūra, ūdens cietība un citi faktori katrā vietā ir atšķirīgi, dūņu atūdeņošanai pielietotā polimēra marka katrā vietā tiek piemēlēta individuāli, uz vietas pārbaudot dažādus polimērus. Rezultāts vienmēr ir kompromiss starp sekmīgai atūdeņošanai nepieciešamo polimēra dozu (parasti izsaka kg/t sausnas), sausnas saturu atūdeņotajās dūņās un polimēra cenu.

Polimērs komerciāli ir pieejams 2 formās: vai nu sauss polimēra pulveris, vai arī 50 % polimēra šķīdums ūdenī. Pārreķinot uz tīru polimēru, sauss polimērs parasti ir lētāks, nekā identisks daudzums 50 % polimēra šķīduma, taču darbs ar sausu polimēru prasa relatīvi komplicētu polimēra darba šķīduma sagatavošanas iekārtu un zināmu darba disciplīnu. Strādājot ar polimēra koncentrātu, darba šķīduma pagatavošanas iekārta ir daudz vienkāršāka, lētāka un arī vieglāk apkalpojama.

Polimēra darba šķīduma koncentrācija parasti ir 0,05 – 0,4 % robežās, visbiežāk lietotā koncentrācija: 0,1 %. Šobrīd pieejamie tehniskie un zinātniskie pētījumi liecina par to, ka polimēra pievienošana notekūdeņu dūņu apstrādes procesos neietekmē notekūdeņu dūņu kvalitāti un to atbilstību kvalitātes prasībām, lai izmantotu, piemēram, lauksaimniecībā, mežsaimniecībā vai biogāzes ražošanā.

3.4.2. Statiskie nostādinātāji, gravitācijas blīvēšanas ar rotējošu skrēperi un mehāniskās blīvēšanas iekārtas

Latvijā liekās dūņas uz atūdeņošanu parasti tiek ņemtas no dūņu recirkulācijas cilpas. Šajā gadījumā dūņu koncentrācija ir aptuveni 1 %, un vairums dūņu atūdeņošanas iekārtu ir konstruētas darbam tieši ar šādu dūņu koncentrāciju. Virknē NAI tomēr tiek izmantota arī dūņu blīvēšana. Dūņu blīvēšana ļauj būtiski samazināt hidraulisko slodzi uz dūņu atūdeņošanas iekārtām. Dūņu blīvēšanai var izdalīt 3 galvenās metodes:

- gravitācijas blīvēšana statiskā nostādinātājā;
- gravitācijas blīvēšana nostādinātājā ar rotējošu skrēperi un pārplūdes kanālu;
- mehāniska blīvēšana speciālā iekārtā.

Statiskie nostādinātāji.

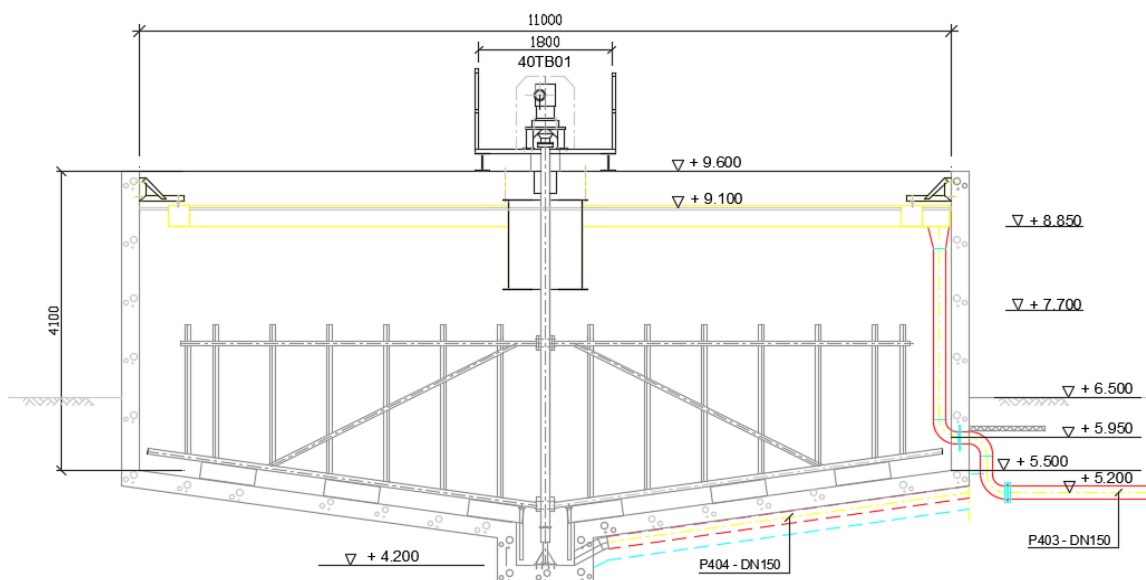
Statiskie nostādinātāji dūņu blīvēšanai pārsvarā tiek izmantoti tur, kur notekūdeņu attīrīšanai izmanto vienas tvertnes bioreaktorus (VTR) (tos dēvē arī par SBR, no Sequencing Batch Reactor).

Tur, kur tiek izmantoti vienas tvertnes bioreaktori, nostādinātāju nav un nav arī dūņu recirkulācijas līniju. Pēc aerobās (kur nepieciešams, arī anoksās un anaerobās) fāzes pabeigšanas, dūņas tiek nostādinātas tajā pašā tvertnē, kurā notika bioloģiskā attīrīšana. Ja nepieciešams noņemt no bioreaktora liekās dūņas, nostādināšanas fāzes beigās tās var padot uz speciālu lieko dūņu tvertni. Lieko dūņu tvertnē dūņām var ļaut sablīvēties ilgāk, nekā tas notiek VTR nostādināšanas fāzē, tā sasniedzot augstāku dūņu koncentrāciju. Ir tehnoloģiskie risinājumi, kur lieko dūņu tvertnē pēc nostādināšanas dzidro virsūdeni atsūknē, un tad tvertnē var ielaist papildus dūņu porciju. Atkārtojot šo sekvenci vairākas reizes, var iegūt ap 2% un augstāku dūņu koncentrāciju.

Iepriekš minētos dūņu mineralizatorus (skatīt 3.2 "Dūņu uzkrāšana mineralizatorā un izvešana uz apstrādi citur") var uzskatīt par statiskajiem blīvētājiem. Tā kā tie ir apgādāti ar aerācijas sistēmu, tie ļauj ne tikai sablīvēt, bet arī mineralizēt dūņas. Mineralizētās dūņas var vai nu izvest uz atūdeņošanu citur, vai arī atūdeņot lokāli. Latvijā dūņu mineralizatori tiek izmantoti tikai mazajās NAI un mineralizētu dūņu lokāla atūdeņošana nekur netiek veikta.

Gravitācijas blīvēšana nostādinātājā ar rotējošu skrēperi

Blīvētājos ar rotējošu skrēperi (6.attēls) un pārplūdes kanālu liekās dūņas tiek padotas uz nostādināšanu nevis pa porcijām, kā statisko blīvētāju gadījumā, bet gan nepārtraukti.



6.attēls. Gravitācijas blīvētāja ar rotējošu skrēperi šķēsgriezums [5]

Rotējošais skrēpers dzen sablīvētās dūņas uz tvertnes pamatā esošā konusa vidusdaļu, no kuras tās tiek atsūkņētas uz atūdeņošanu. Dzidrais ūdens virspusē ieplūst ar pārplūdes zobiem aprīkotā kanālā un tiek novadīts uz lokālu sūkņu staciju.

Atkarībā no dūņu tilpuma indeksa (t.i., dūņu sedimentācijas īpašībām), šāds blīvētājs ļauj sablīvēt dūņas līdz 3 – 5 % sausnas. Ja dūņas tiek atūdeņotas ar dekantercentrifūgu, tas var atļaut samazināt elektroenerģijas patēriņu atūdeņošanai pat par ~75 %.

Blīvētāja galvenais trūkums: tā izbūve ir samērā dārga. Jāatzīmē arī, ka ne visas atūdeņošanas iekārtas ir optimizētas darbam ar sablīvētām dūņām, tās parasti ir optimizētas darbam ar 1 % dūņām.

Latvijā šobrīd tiek izmantots tikai 1 šāda tipa blīvētājs, vēl viens atrodas projektēšanas stadijā.

Mehāniska blīvēšana

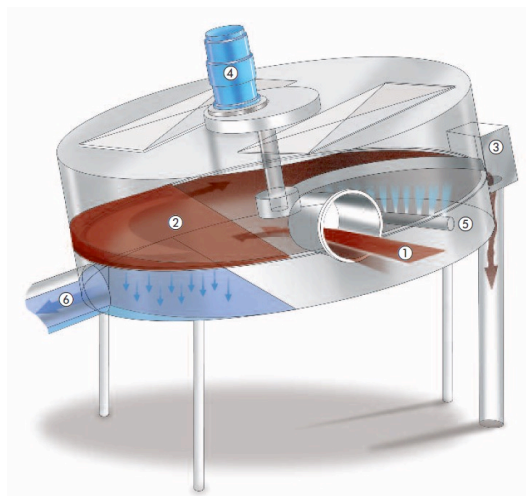
Dūņu mehāniskai blīvēšanai ir pieejami vairāki risinājumi. Viens no vienkāršākajiem ir gandrīz horizontāli novietots cauruļveida rotējošs siets (7.attēls), kas atļauj caur to izlīt ūdenim, bet aiztur dūņas. Tā kā siets būvēts ar slīpumu, dūņas pa to pārvietojas uz sieta lejasgalu un tālāk tiek padotas vai nu uz atūdeņošanu, vai citur.



7.attēls. Dūņu blīvētājs – rotējošs siets

Sastopami arī cita veida mehāniskās blīvēšanas iekārtas, piemēram, slīpi novietots, rotējošs siets (8.attēls). Speciāls sadales mehānisms izkļiedē dūņas pa sieta virsmu, bet ķīļu sistēma pārbīda dūņu pikas no vienas puses uz otru, ļaujot tām nonākt saskarē ar svaigu, tīru sieta virsmu. Aplā beigās, statisks skrēpers norauš dūņas no sieta virsmas un nogādā uz sablīvēto dūņu sūkni. Iekārtas priekšrocība ir tās kompakts: pie samērā lielas ražības, tā aizņem maz vietas.





8.attēls. Dūņu blīvētājs – slīpi novietots rotējošs siets [6]

Dūņu blīvēšanai izmanto arī dekantercentrifūgas (9.attēls). Tas ir salīdzinoši energoietilpīgs process, taču ļauj sasniegt ļoti lielu ražību un sablīvēt dūņas līdz ~7 % sausnas. Ir arī citi dūņu blīvēšanas risinājumi, bet to piemērotība ir jāvērtē katrās NAI atsevišķi.



9.attēls. Lieko dūņu blīvēšanas dekantercentrifūgas.

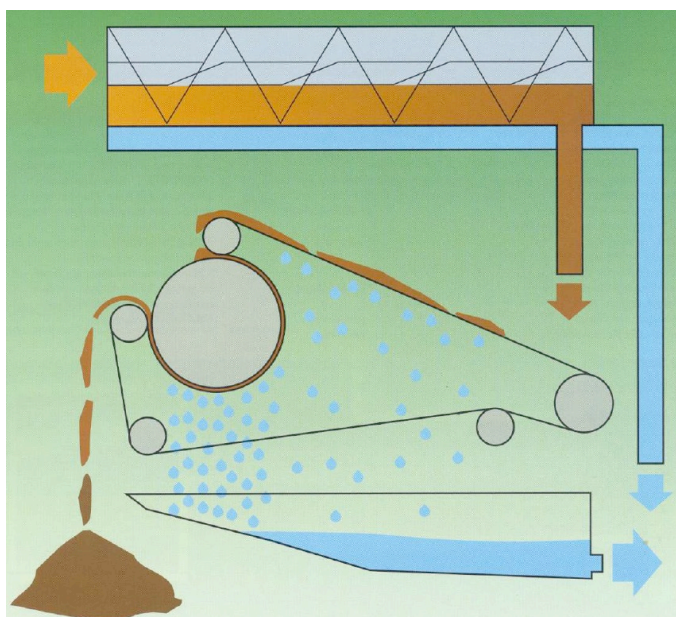
Atšķirībā no citām blīvēšanas metodēm, mehāniskā blīvēšana prasa pirms blīvētāja dūņām pievienot polimēra šķīdumu. Tas būtiski sadārdzina blīvēšanas procesu, tāpēc mehāniskā blīvēšana pārsvarā tiek izmantota tur, kur atūdeņošana līdz >15 % sausnas nav nepieciešama, taču ir vajadzīgs, lai substrāts būtu labi pārsūknējams un piemērotā konsistencē tālākai izmantošanai, piemēram, ja sablīvētās dūņas pēc tam paredzēts raudzēt metāntenkos.

Ir arī izņēmumi, kur mehāniski sablīvētās dūņas pēc tam tiek atūdeņotas un izvestas. Latvijā šādā veidā strādā tikai vienas NAI.

3.4.3. Lentas tipa dūņu filtrpreses

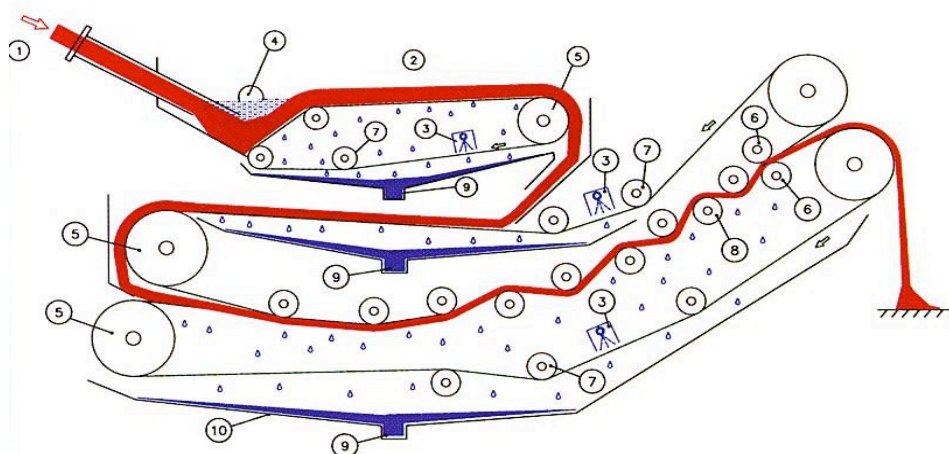
Kā jau liecina pats nosaukums, lentas filtrprešu darbības pamatā ir filtrēšana. Pēc tam, kad dūņas ir noreagējušas ar polimēru, speciāls sadales mezgls ūdens/dūņu masu uzklāj uz kustīgas filtrējošas lentas. Ūdens iztek lentai cauri, bet speciāli ruļļi dūņu masu nospiež, veicinot atūdeņošanu.

Pastāv vairāki lentas filtrprešu konstrukcijas veidi, kas pamatā atšķiras ar lentu un ruļļu skaitu. Ir vienkāršas konstrukcijas filtrpreses (10.attēls), kas ir lētas un vienkāršas ekspluatācijā.



10.attēls. Ražotāja Teknofanghi lentas filtrpreses vienkāršota shēma [7]

Ir arī daudz sarežģītāki risinājumi, kas ietver lielu ruļļu skaitu, tā nodrošinot labāku atūdeņošanas pakāpi (11.attēls)



11.attēls. Ražotāja DEWA filtrpreses filtrēšanas shēma [8]

Latvijā filtrpreses pārsvarā tiek izmantotas nelielu pilsētu NAI lieko dūņu atūdeņošanai. Risinājuma priekšrocības un trūkumi ir apkopoti 6.tabulā.



6.tabula

Lentas filtrprešu priekšrocības un trūkumi

- +Lentas filtrprešu cena ir zemāka par līdzīgas jaudas dekantercentrifūgu vai skrūves prešu cenu;
- +Lentas filtrpresēm nav nekādu ātri rotējošu komponentu, to tehniskā apkope ir salīdzinoši vienkārša un rezerves daļas (izņemot pašu filtrējošo lentu) nav dārgas;
- +Lentas filtrpresēm ir raksturīgs zems elektroenerģijas patēriņš.

Priekšrocības



- Dūņu atūdeņošanas efektivitāte ir zemāka nekā dekantercentrifūgām vai skrūves presēm, sausnas saturs atūdeņotajās dūņās parasti ir 12 – 16 % robežās;
- Lentas skalošana prasa ievērojamu tīrā ūdens patēriņu. Tirgū ir pieejami risinājumi, kur lentas skalošanai izmanto attīrītus notekūdeņus, taču tie savukārt pieprasa dārgus filtrus;
- Filtrpreses ir salīdzinoši lielas iekārtas un aizņem daudz vietas.

Trūkumi



Pētījumā apkopotie dati par notekūdeņu dūņu atūdeņošanas tehnoloģijām liecina, ka salīdzinoši daudz Latvijas notekūdeņu attīrīšanas iekārtās liekās dūņas atūdeņo ar filtrpresēm. Kopumā Latvijā lieko aktīvo dūņu atūdeņošanai filtrpreses tiek izmantotas 22 NAI (7.tabula). Uztādīto filtrprešu nominālā ražība ir amplitūdā no 3 – 20 m³/h.

7.tabula

Latvijā uzstādītās filtrpreses

Nr	Ražotājs	Modelis	Uzstādīšanas gads	Nominālā ražība ar 1% dūņām, m ³ /h
1	DWT Engineering	S-C 215	2003	10,3
2	Teknofanghi S.r.l.	Monobelt NP12C	2011	12
3	Teknofanghi S.r.l.	Monobelt NP15C	2008	20
4	Teknofanghi S.r.l.	Monobelt NP15C	2007	20
5	Teknofanghi S.r.l.	Monobelt NP15C	2007	20
6	Teknofanghi S.r.l.	Monobelt NP08C	2008	8
7	KD Group	KD12-1200	2001	20
8	DWT Engineering	DWTP-C11	2010	20
9	Teknofanghi S.r.l.	Monobelt NP08C	2012	8
10	SALTEC Intl.	CP 2000F	2000	18
11	Teknofanghi S.r.l.	Monobelt NP08C	2010	8
12	Teknofanghi S.r.l.	Monobelt NP15C	2010	20
13	KD Group	KD12-1200	2003	8

Nr	Ražotājs	Modelis	Uzstādīšanas gads	Nominālā ražība ar 1% dūņām, m ³ /h
14	Teknofanghi S.r.l.	Monobelt NP08C	2010	8
15	Teknofanghi S.r.l.	Monobelt NP15C	2014	20
16	Teknofanghi S.r.l.	Monobelt NP15C	2009	20
17	Teknofanghi S.r.l.	Monobelt NP15C	2008	20
18	KD Maskinfabrik A/S	KD 13+07-1200	2002	18
19	DWT Engineering	N-PD 11 L	2001	12
20	Preseco Pomiltek	DT 500/2500		6
21	Eco Finn		2010	3
22	Teknofanghi S.r.l.	Monobelt NP08C	2011	8

Visplašāk tiek izmantotas Teknofanghi S.r.l. filtrpreses, kas ir salīdzinoši lētas, taču vienkāršas un drošas ekspluatācijā. Tomēr vērā ņemams ir fakts, ka lielākā daļa no iekārtām ir 10 un vairāk gadus vecas, līdz ar to tuvākajā laikā ir jāparedz to kapitālais remonts vai nomaiņa.

Izvērtējot eksperimentālos datus par atūdeņošanas efektivitāti (8.tabula), konstatēts, ka to nosaka ne tik daudz filtrpreses modelis vai izgatavošanas gads, bet gan dūņu īpašības konkrētajās NAI, izvēlēta polimēra marka un doza, kā arī Operatora prasme noregulēt atūdeņošanas procesu.

8.tabula

Lieko dūņu atūdeņošanas efektivitāte ar filtrpresēm (Izpētes darbu vasaras sesija)

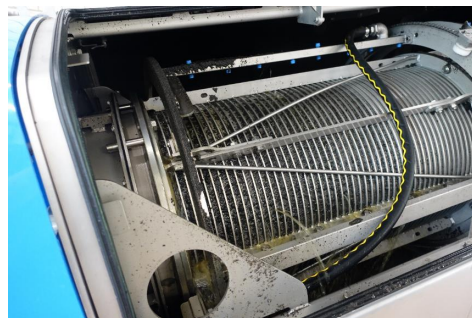
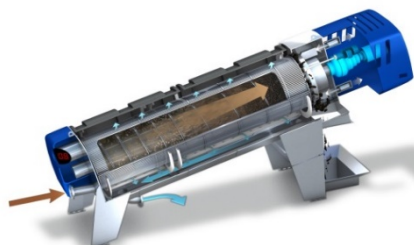
Nr	Ražotājs	Modelis	Sausnas saturs atūdeņotās dūņās, % (vasaras sesija)
1	DWT Engineering	S-C 215	13,3
2	Teknofanghi S.r.l.	Monobelt NP08C	17,8
4	Teknofanghi S.r.l.	Monobelt NP15C	12,3
5	DWT Engineering	N-PD 11 L	9,9
6	Preseco Pomiltek	DT 500/2500	9,8

Dati liecina, ka sausnas saturs atūdeņotajās dūņās svārstās 9,8 – 17,8 % robežās. Ja 17,8 % sausnas ir ļoti labs rādītājs, kas ir tuvs filtrprešu maksimāli sasniedzamajai sausnas robežai, tad atsevišķās pilsētās sausnas saturs atūdeņotajās dūņās, nesasniedz pat 10 %. Tas liecina, ka šo pilsētu NAI dūņas atūdeņojas slikti, kas vairumā gadījumu saistīts ar Operatoru vēlmi ekonomēt polimēru. Atūdeņoto dūņu utilizācijas izmaksas ir pietiekami zemas, lai nemotivētu personālu censties sasniegt labāku atūdeņošanas rezultātu.

3.4.4. Skrūves tipa dūņu preses

Skrūves preses ir lieko dūņu atūdeņošanas tehnoloģija, kas Latvijā ir mazāk populāra par filtrpresēm vai dekantercentrifūgām. Skrūves prese (12.attēls) darbojas pēc tā paša principa, pēc kāda darbojas daudzas sulu spiedes: koniskā cilindā ir ievietota skrūve ar mainīgu soli. Dūņas tiek padotas uz cilindra resnāko daļu un skrūve, lēni rotējot, virza tās uz tievāko galu.

Koniskais cilindrs ir uzbūvēts ar mainīga lieluma atverēm, cilindra sākumā tās ir lielākas, beigās – mazākas. No dūņām, tām pārvietojoties pa cilindru, tiek izspiests ūdens. Pretspiedienu regulē konuss cilindra tievajā galā.



12.attēls. Ražotāja Huber skrūves tipa preses ilustrācija [6] un fotofiksācija

Risinājuma priekšrocības un trūkumi ir apkopoti 9.tabulā.

9.tabula

Skrūves prešu priekšrocības un trūkumi

+Skrūves preses cena ir aptuveni vienāda ar līdzīgas ražības dekantercentrifūgas cenu, taču skrūves preses patērē daudz mazāk elektroenerģijas kā dekantercentrifūgas, tāpēc var kvalificēties atbalstam dažādās programmās, kas vērstas uz elektroenerģijas taupīšanu;

+Skrūves presēm nav nekādu ātri rotējošu komponentu;

+Skrūves prese var nodrošināt ievērojami labāku atūdeņošanas pakāpi par filtrpresēm (ap 18 – 20 % sausnas skrūves prešu atūdeņotajās dūņās), taču mazliet zemāku atūdeņošanas pakāpi, nekā dekantercentrifūgas.

-Skrūves preses ekspluatācija prasa kvalificētākus Operatorus nekā filtrpreses izmantošana, jo piedāvā plašākas atūdeņošanas procesa regulēšanas iespējas;

-Skrūves preses prasa rūpīgāk piemēlēt polimēra marku un kvalitatīvi sagatavot polimēra darba šķīdumu;

-Skrūves prešu rezerves daļu izmaksas ir augstākas nekā filtrpresēm, taču zemākas nekā dekantercentrifūgām;

-Polimēra patēriņš ir nedaudz lielāks, nekā dekantercentrifūgām un aptuveni vienāds ar filtrprešu polimēra patēriņu.

Priekšrocības



Trūkumi



Pētījumā apkopotie dati par notekūdeņu dūņu atūdeņošanas tehnoloģijām liecina, ka skrūves preses lieko dūņu atūdeņošanai izmanto 10 Latvijas pilsētu NAI (10.tabula), kuru

nominālā ražība ir amplitūdā no 3 – 12 m³/h. Latvijas pilsētu NAI dominē vienas firmas, vācu Huber SE, skrūves preses. Salīdzinoši ar filtrpresēm, Latvijā uzstādītās skrūves preses ir jaunākas un lielā daļā gadījumu tiek ekspluatētas mazāk nekā 10 gadus.

10.tabula

Latvijā uzstādītās skrūves tipa preses

Nr	Ražotājs	Modelis	Uzstādīšanas gads	Nominālā ražība ar 1% dūņām, m ³ /h
1	Huber SE	Q_Press 440.1	2017	6
2	Huber SE	Rotamat RoS3Q 280	2010	3
3	Huber SE	Rotamat RoS3Q 440	2010	6
4	Huber SE	Rotamat RoS3Q 280		3
5	Huber SE	Rotamat RoS3Q 280		3
6	Huber SE	Q-Press 620.2	2018	12
7	Huber SE	Q-Press 620.2	2018	12
8	Huber SE	Rotamat RoS3Q 280	2010	3
9	Huber SE	Rotamat RoS3Q 280		3
10	Huber SE	Rotamat RoS3Q 280	2010	3

Ar skrūves presēm iegūtais sausnas saturs atūdeņotajās dūņās, kas šī projekta ietvaros paņemtajā paraugā bija 16,6 %, ir salīdzināms sausnas saturu atūdeņotajās dūņās, kāds iegūts ar labi noregulētām filtrpresēm (11.tabula).

11.tabula

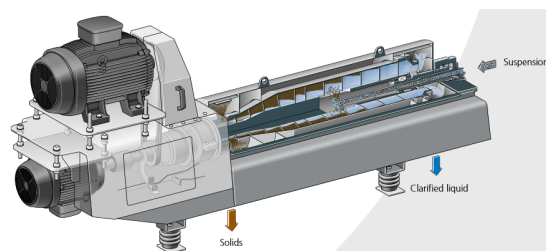
Lieko dūņu atūdeņošanas efektivitāte ar skrūves presēm (Izpētes darbu vasaras sesija)

Nr	Ražotājs	Modelis	Sausnas saturs atūdeņotās dūņās, % (vasaras sesija)
1	Huber SE	Q-Press 620.2	16,6

Salīdzinoši zema sausnas saturs šajā atūdeņoto dūņu paraugā izskaidrojams ar to, ka NAI izmantotā polimēra darba šķīduma pagatavošanas iekārtas kapacitāte ir nepietiekama – un arī ar to, ka atūdeņotās dūņās tālāk tiek izmantotas komposta sagatavošanai, kas neprasa sevišķi augstu atūdeņošanas pakāpi. Tāpēc ir panākts kompromiss starp polimēra izmaksām un kompostēšanai piemērotu sausnas saturu atūdeņotajās dūņās.

3.4.5. Dekantercentrifūgas

Dekantercentrifūgu (13.attēls) darbības pamatā ir dūņu un ūdens atšķirīgais blīvums. Dūņas ir nedaudz smagākas par ūdeni (blīvums ap 1,04 g/ml), tāpēc gravitācijas ietekmē tās pamazām izgulsnējas jebkura trauka/tvertnes dibenā. Ja gravitācijas spēku palielinām, piemēram, ierotējot dūņu masu, sedimentācija notiek ātrāk.



13.attēls. GEA Westfalia dekantercentrifūgas shēmas ilustrācija. [9]

Ar polimēru sajauktas dūņas tiek padotas dekantercentrifūgas rotējošā tvertnē. Centrbēdzes spēks dūņas iznes pie rotējošās tvertnes ār sienām. Tvertnes iekšpusē atrodas skrūves konveijers, kas rotē ar nedaudz atšķirīgu ātrumu un pamazām virza izgulsnēto dūņu masu uz rotējošās tvertnes konusa šaurāko daļu (t.s. liedagu). Konusa galā centrālās spēks izsviež atūdeņotās dūņas no konusa pa speciālām atverēm. Risinājuma priekšrocības un trūkumi ir apkopoti 12.tabulā.

12.tabula

Dekantercentrifūgas risinājuma priekšrocības un trūkumi

- + Dekantercentrifūgas spēj nodrošināt visaugstāko dūņu atūdeņošanas pakāpi no visām aplūkotajām dūņu atūdeņošanas tehnoloģijām: >20% sausas;
- + Pat ja dūņas atūdeņojas slikti un/vai polimēra marka nav optimāli piemērlēta, dekantercentrifūgas tomēr spēj nodrošināt labu dūņu atūdeņošanas pakāpi;
- + Eksploatējot dekantercentrifūgas, polimēra patēriņš ir mazāks nekā filtrpresēm vai skrūves presēm;
- + Dekantercentrifūgas ir plaši pielietota tehnoloģija - Operatori pārzina šo tehnoloģiju un (labāk vai sliktāk) prot ar tām rīkoties;
- + Dekantercentrifūgas spēj nodrošināt ļoti lielu ražību, kādu nespēj citas dūņu atūdeņošanas tehnoloģijas, tāpēc tās izvēlas lielo pilsētu NAI.

Priekšrocības



- Dekantercentrifūgas ir salīdzinoši dārgas. Tās ir aptuveni vienā cenu diapazonā ar skrūves presēm, taču būtiski dārgākas par lentas filtrpresēm;
- Dekantercentrifūgas patērē ~10 reizes vairāk elektroenerģijas, nekā analogas ražības skrūves preses vai filtrpreses;
- Dekantercentrifūgām ir ātri rotējošas komponentes (>3000 a/min, mazākajiem modeļiem pat >4000 a/min). Rezultātā dekantercentrifūgas rada lielu troksni, daudz augstāku par to, ko rada lentas filtrpreses vai skrūves preses. Tās rada arī būtiskas vibrācijas, tādēļ tās jāuzstāda uz pamatiem, kas pieļauj/dzēš vibrācijas;
- Dekantercentrifūgu rezerves daļas ir dārgas, un tās prasa kvalificētu apkopi. Rezultātā to uzturēšanas izmaksas ir augstas;
- Lielāks minerālo piemaisījumu (piemēram, smiltis) īpatsvars atūdeņojamās dūņās rada ātrāku rotējošo daļu nodilumu.

Trūkumi



Gan Latvijā, gan citās valstīs, dekantercentrifugas joprojām ir viens no populārākajiem lieko dūņu atūdeņošanas risinājumiem. Pētījumā apkopotie dati par notekūdeņu dūņu atūdeņošanas tehnoloģijām liecina, ka dekantercentrifugas lieko dūņu atūdeņošanai izmanto 24 Latvijas pilsētu NAI (13.tabula), kuru nominālā ražība ir amplitūdā no 1,2 – 60 m³/h. Latvijas pilsētu NAI visplašāk tiek izmantotas ražotāju Andritz Group, Alfa Laval un GEA Westfalia dekantercentrifugas.

13.tabula

Latvijā uzstādītās dekantercentrifugas

Nr	Ražotājs	Modelis	Uzstādīšanas gads	Nominālā ražība ar 1 % dūņām, m ³ /h
1	Alfa Laval	Aldec 402	2003	5
2	Alfa Laval	Aldec 20	2009	5
3	Andritz	D5LL	2009	60
4	Alfa Laval	Aldec 20	2016	10
5	Andritz	D3LL	2004	22
6	Andritz	D3LL	2004	22
7	Alfa Laval	G245	2009	25
8	GEA Westfalia	UCD305-00-02	2007	6
9	Alfa Laval	NX 418B	1998	5,5
10	GEA Westfalia	C 20	2008	5
11	Alfa Laval		2010	5
12	GEA Westfalia	UCD 536-00-04	2008	20
13	GEA Westfalia	UCA 501 – 50 – 32		35
14	GEA Westfalia	UCA 501 – 50 – 32		35
15	GEA Westfalia	UCA 501 – 50 – 32		35
16	GEA Westfalia	UCA 501 – 50 – 32		35
17	Alfa Laval	NX 4000	2000	1,2
18	Alfa Laval	Aldec 402	2004	5
19	Alfa Laval			
20	Alfa Laval	Aldec 404	2000	7
21	Alfa Laval	Aldec 45	2012	45
22	GEA Westfalia	UCA 501-00-02	2008	15
23	Andritz	D4LC30C HP	2004	24
24	Alfa Laval	Aldec 10	2015	6

Piezīme: Vienās NAI dekantercentrifugas tiek izmantotas lieko dūņu blīvēšanai pirms padeves uz metāntenkni, nevis atūdeņošanai.

Dati liecina arī par lielākoties lielu iekārtu lietošanas laiku, kas nenovēršami norāda uz nepieciešamību veikt to kapitālo remontu vai nomaiņu.

Pētījuma ietvaros veiktās dūņu analīzes (14. tabula) liecina, ka tāpat kā filtrpreses un skrūves preses, arī dekantercentrifugas notekūdeņu attīrīšanas iekārtas pielieto tā, lai pēc

iespējas taupītu polimēru, nevis sasniegtu maksimāli iespējamo dūņu atūdeņošanas pakāpi. Dūņas pārsvarā tiek atūdeņotas līdz 14 – 17 % sausnas; ir viens izņēmums, kur dūņas tiek atūdeņotas līdz 21,9 % sausnas.

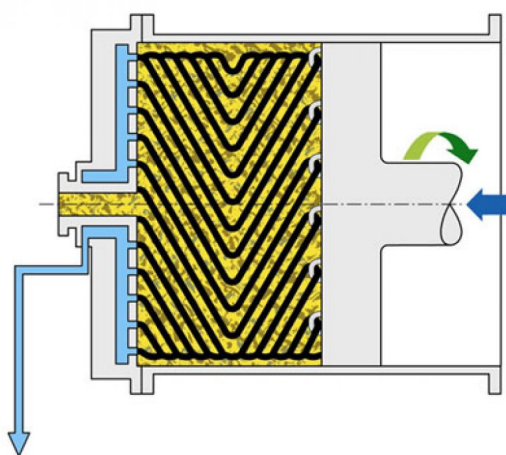
14.tabula

Lieko dūņu atūdeņošanas efektivitāte ar dekantercentrifūgām (Izpētes darbu vasaras sesija)

Nr	Ražotājs	Modelis	Sausnas saturs atūdeņotās dūnās, % (vasaras sesija)
1	Andritz	D5LL	15,5
2	Andritz	D3LL	16,8
3	GEA Westfalia	C 20	13,7
4	Alfa Laval		21,9
5	Alfa Laval	Aldec 45	14,1
6	GEA Westfalia	UCA 501-00-02	15,3
7	Andritz	D4LC30C HP	14,8

3.4.6. Virzuļu tipa dūņu preses

Šveices uzņēmums "Bucher Unipektin AG" piedāvā unikālas konstrukcijas virzuļu preses, kas spēj atūdeņot liekās bioloģiskās dūņas līdz tādai pakāpei, kādu nespēj sasniegt neviena cita līdz šim plaši izmantota dūņu atūdeņošanas tehnoloģija. Tehnoloģijas pamatā ir virzuļa tipa prese (14.attēls).



14.attēls. Virzuļu tipa dūņu preses ilustrācija [10]

Dūņas tiek iesūkņētas virzuļa kamerā. Virzulis tās saspiež, un liekais ūdens no dūņām tiek izspiests pa lokanām šļūtenēm, kas atrodas virzuļa kameras iekšpusē. Pēc tam virzulis tiek atvilkt un dūņu kamerā tiek iesūkņēta papildus dūņu porcija. Cikls atkārtojas, kamēr virzuļa kamerā ir iesūkņēts viss plānotais dūņu daudzums. Pēc tam virzulis izdara vēl virkni saspiešanas/atlaišanas ciklu. Atūdeņošanas beigās, virzuļa kamera tiek atvērta un atūdeņotās dūņas izbirst no tās.

Metodes priekšrocība slēpjas tajā apstākļi, ka virzulim kustoties šurpu-turpu un atūdeņošanas šļūtenēm kustoties virzulim līdzī, katras dekompresijas fāzes laikā atūdeņotās dūņas nobirst no atūdeņošanas šļūteņu filtrējošās virsmas un kompresijas fāzes laikā ar atūdeņošanas šļūteņu filtrējošo virsmu vienmēr saskaras cits, jauns dūņu slānis. Filtrējošo virsmu neaizlīmē uz tās jau esošais dūņu slānis, filtrēšanas efektivitāte būtiski pieaug.

Saskaņā ar ražotāja sniegto informāciju, Bucher Unipektin dūņu preses darbā ar liekajām bioloģiskajām dūņām spēj sasniegt vairāk kā 27 % sausnas saturu atūdeņotajās dūņās, reizēm pat >30% sausnas saturu.

Sadarbībā ar Somijas firmu Kemira, Bucher Unipektin izstrādāja speciālu atūdeņošanas risinājumu ar ķīmisko reaģentu pievienošanu (KemiCond®), kas spēja nodrošināt sausnas saturu atūdeņotajās dūņās >40 %, strādājot ar izrūgušām dūņām, pat >50 %.

Diemžēl Bucher Unipektin virzuļu preses ir ļoti dārgas. To cena 4 – 5 reizes pārsniedz līdzīgas jaudas skrūves prešu vai dekantercentrifūgu cenu. To izmantošana var būt mērķtiecīga tikai tad, ja atūdeņotās dūņas pēc tam ir paredzēts žāvēt.

Latvijā Bucher Unipektin AG preses pagaidām nav uzstādītas.

3.4.7. Citas dūņu atūdeņošanas tehnoloģijas

Lieko bioloģisko dūņu atūdeņošanai Latvijā lielākoties tiek izmantotas tikai filtrpreses, skrūves preses un dekantercentrifūgas. Latvijā tiek izmantotas tikai dažas alternatīvās tehnoloģijas.

Vienās NAI pēc dūņu blīvēšanas mehāniskajā blīvētājā, dūņu atūdeņošanai izmanto Ekoton MDQ-352C disku presi (15.attēls).



15.attēls. Disku tipa dūņu preses fotofiksācija

Atūdeņošanas pakāpe šajā disku presē ir salīdzinoši zema: saskaņā ar šī projekta ietvaros veiktās izpētes datiem, pat pēc priekšblīvēšanas, sausnas saturs atūdeņotajās dūņās ir tikai 14,2 %.

Vienā novadā dūņu atūdeņošanai izmanto Teknofanghi S.r.l. filtrējošos maisus (16.attēls).

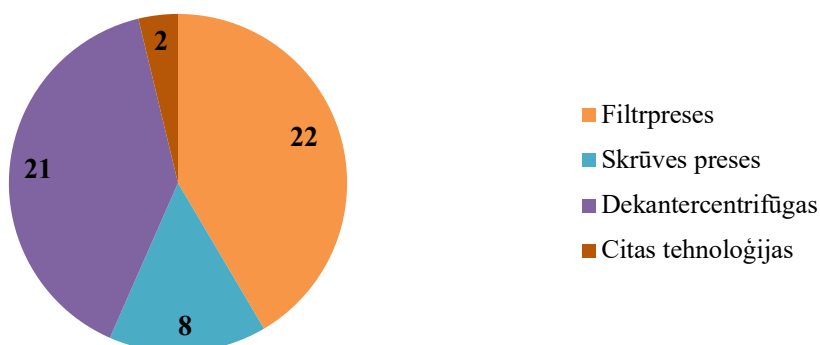


16.attēls. Filtrējošo maisu sistēmas ilustrācija [7]

Lai gan tehnoloģija investīciju apjoma ziņā ir pievilcīga, tā ir piemērota nelielām NAI, un tās izmantošana var būt apgrūtināta ziemas laikā.

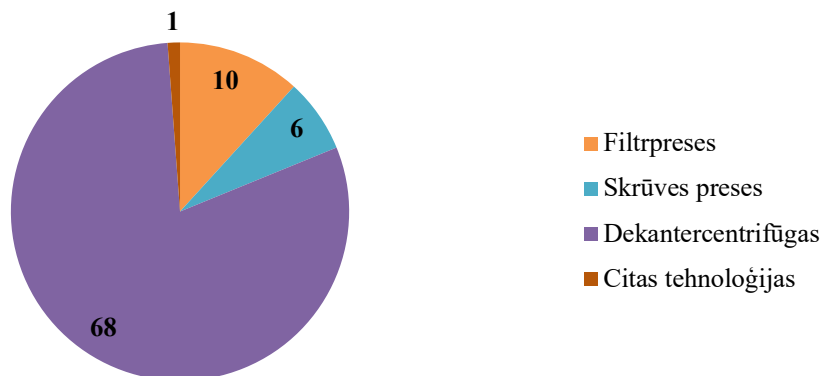
3.4.8. Latvijā izmantoto notekūdeņu dūņu atūdeņošanas tehnoloģiju sadalījums

Iepriekšējās nodaļās tika apskatītas dažādas dūņu atūdeņošanas tehnoloģijas un NAI skaits, kurās tiek izmantota dūņu atūdeņošanas tehnoloģija. Kopumā notekūdeņu dūņu atūdeņošanas iekārtas tiek izmantotas 53 NAI. Visplašāk tiek izmantotas filtrpreses un dekantercentrifūgas (17.attēls) Savukārt, atsevišķās pašvaldībās tiek izmantotas salīdzinoši jaunas tehnoloģijas disku tipa preses un dūņu atūdeņošanas maiši.



17.attēls. Latvijā izmantotās notekūdeņu dūņu atūdeņošanas tehnoloģijas (pēc skaita)

Ja izvērtējam nevis atūdeņošanas iekārtu skaitu, bet gan atūdeņoto dūņu daudzumu Latvijā, visvairāk dūņas tiek atūdeņotas, izmantojot dekantercentrifūgas (18.attēls).



18.attēls. Latvijā izmantotās notekūdeņu dūņu atūdeņošanas tehnoloģijas (pēc atūdeņoto dūņu daudzuma %)

Kopējais atūdeņoto dūņu aprēķins veikts, izmantojot teorētiski aprēķināto dūņu pieaugumu Latvijas NAI.

Iegūtais rezultāts ir likumsakarīgs, jo dekantercentrifūgas dūņu atūdeņošanai izmanto vairums Latvijas lielāko pilsētu NAI, kurās tiek radīts lielākais lieko dūņu daudzums. Papildus jāmin, ka saskaņā ar šo aprēķinu, gandrīz 16 % Latvijas ikgadējā dūņu pieauguma veidojas mazajās NAI, kurās nav uzstādīts nekāds dūņu atūdeņošanas aprīkojums.

3.4.9. Lieko dūņu apstrāde mazajās NAI

Kā jau tika minēts iepriekšējā nodaļā, apmēram 16% Latvijas ikgadējā dūņu pieauguma veidojas mazajās NAI, kurās nav uzstādīts dūņu atūdeņošanas aprīkojums. Šo dūņu apstrādes un utilizācijas mehānismiem ir grūti izsekot, jo tam nepieciešamā informācija centralizēti netiek apkopota ar pietiekamu detalizācijas pakāpi. Atskaišu formās tiek norādīts, ka liekās dūņas, tieši no bioreaktora vai no mineralizatora, kur tāds ir, tiek izvestas uz apstrādi citur, taču praksē dūņu izvešana netiek kontrolēta.

Virknē mazo NAI lieko dūņu noņemšana vispār nav paredzēta, jo saskaņā ar NAI tehnoloģijas piegādātāju solīto, viņu bioreaktoros tiek pielietota "bezdūņu tehnoloģija". Tas ir, tiek apgalvots, ka šajos bioreaktoros liekās dūņas vispār neveidojas. Diemžēl Latvijā nav kontroles un/vai sertifikācijas mehānisma, ka nepieļautu šādu maldinošu reklāmu un virkne pašvaldību, cerot tikt vaļā no lieko dūņu apsaimniekošanas, ir šiem solījumiem noticējušas un uzstādījušas minētos bioreaktorus. Pēc reformas, kuras rezultātā daudzu mazo NAI apsaimniekošana tagad ir centralizēta, "bezdūņu tehnoloģiju" problēmas ir identificētas un tiek meklēti veidi lieko dūņu atdalīšanai no attīrītajiem notekūdeņiem un utilizācijai. Diemžēl šo problēmu risināšana prasīs diezgan nozīmīgus kapitālieguldījumus.

Jāsecina, ka ir nepieciešams valstiska mēroga regulējums, kas ietvertu arī kontroles mehānismu, mazo NAI saražoto lieko dūņu apsaimniekošanai. Kamēr šāda regulējuma nav, liela daļa no minētajiem 16 % lieko dūņu atrodas sava veida "pelēkā zonā".

4. Notekūdeņu dūņu atūdeņošanas izmaksas Latvijā

Viena no šī pētījuma būtiskām sadaļām ir Latvijā izmantoto notekūdeņu dūņu atūdeņošanas un apsaimniekošanas tehnoloģiju izmaksu analīze un iespējamu rekomendāciju sniegšana. Analīzes mērķis bija identificēt esošo notekūdeņu dūņu atūdeņošanas iekārtu ekspluatācijas efektivitāti un salīdzināt to darbības izmaksas starp dažādām NAI. Pētījums ļauj identificēt NAI, kurās ir ievērojamas notekūdeņu dūņu atūdeņošanas kapacitātes rezerves vai arī iekārtas darbojas virs to ražotāja noteiktās kapacitātes. Lai izvērtētu izmaksas, kas saistītas ar lieko aktīvo dūņu apsaimniekošanu, tika izvērtēti sekojoši aspekti:

- polimēra izmaksas;
- elektroenerģijas izmaksas;
- atūdeņoto dūņu utilizācijas izmaksas.

Aprēķinot elektroenerģijas izmaksas, tika ņemts vērā tikai pašas dūņu atūdeņošanas pamatiekārtas elektrības patēriņš, neieskaitot dūņu padeves uz atūdeņošanu sūkņu elektrības patēriņu, polimēra šķīduma pagatavošanas iekārtas patēriņu, u.c. Šāda pieeja izvēlēta apzināti, jo atūdeņošanas iekārtu konfigurācija katrā vietā ir atšķirīga un veikt objektīvu perifēro iekārtu salīdzinājumu būtu ļoti grūti.

Atūdeņoto dūņu utilizācijas izmaksas vērtējamas atsevišķi no pašas atūdeņošanas izmaksām. Dūņu apstrādes procesu īstenošanai NAI kompleksā ir visai neliela ietekme uz dūņu utilizācijas izmaksām, jo tās pamatā nosaka tuvumā pieejamā infrastruktūra. Vislētāk dūņas var utilizēt tur, kur tās tiek izmantotas lauksaimniecībā, visdārgākais variants ir noglabāšana atkritumu poligonā.

Dūņu atūdeņošanas izmaksās arīdžan netika vērtēta atūdeņošanas iekārtu cena un to amortizācija, darba mūžs, apkopes izmaksas, kā arī apkalpojošā personāla izmaksas, jo tās Latvijas reālajā darba vidē ir ļoti grūti salīdzināt.

Lai noskaidrotu reālās polimēra, elektroenerģijas un dūņu utilizācijas izmaksas, šī projekta ietvaros visām Latvijas NAI, kurās uzstādītas lieko bioloģisko dūņu atūdeņošanas iekārtas, tika izsūtītas aptaujas anketas. Aptaujas anketas forma dota šī dokumenta 1. pielikumā. Anketējot ūdenssaimniecības tika iegūti dati, kas saistīti ar pamatinformāciju par uzstādītajām lieko dūņu atūdeņošanas iekārtām – ražotājfirmu, iekārtas modeli, iekārtas kapacitāti ar 1 % dūņām, uzstādīto elektrisko jaudu, vidējām darba stundām gadā, polimēra un elektroenerģijas patēriņu pēdējo 3 gadu laikā, kā arī dūņu utilizācijas veidu un ar to saistītās izmaksas.

Izvērtējot anketēšanā iegūtos datus, tika secināts, ka anketēšana nedeva gaidīto rezultātu un vispusīgu informāciju par dūņu atūdeņošanas izmaksām. Iegūtie rezultāti izgaismoja virkni problēmu, kas raksturīgas Latvijas NAI:

1. Daļa NAI Operatoru atteicās sniegt jebkādu izmaksu datus, bet daļa iesniedza nepilnu datu apjomu.

2. Liela NAI Operatoru daļa uzrāda būtiski mazāku noņemto un atūdeņoto lieko dūņu daudzumu, nekā tam teorētiski būtu jābūt, saskaņā ar deklarēto ienākošo piesārņojuma slodzi. Dažas uzrāda lielāku lieko dūņu daudzumu.

Vismaz daļēji šāda neatbilstība skaidrojama ar 2 faktoriem:

- NAI sagatavotajās un iesniegtajās "Ūdens-2" formās, saskaņā ar kurām šī projekta ietvaros tika aprēķināta NAI ienākošā piesārņojuma slodze, ienākošo notekūdeņu paraugi pārsvarā tiek ņemti reizi ceturksnī (tikai dažās lielākajās pilsētās paraugi tiek ņemti biežāk), turklāt tie praktiski visur ir momentānie paraugi. Tas nozīmē, ka "Ūdens-2" reģistrēto piesārņojuma parametru nenoteiktība ir visai augsta un var dot maldinošus teorētiskā dūņu pieauguma aprēķina rezultātus;
 - diezgan daudzas NAI savos bioloģiskās attīrīšanas baseinos uztur dūņu dozu, kas ir būtiski augstāka par projektēto dūņu dozu. Tā kā daudzās apdzīvotajās vietās iedzīvotāju skaits ir samazinājies un atbilstoši ir samazinājusies arī NAI ienākošā piesārņojuma slodze, dūņu dozu varētu pat samazināt, taču tas netiek darīts. Parasti tiek skaidrots, ka ar lielu dūņu dozu, NAI strādā stabilāk un ir noturīgāka pret piesārņojuma pīķiem. Pie lielas dūņu dozas, dūņu pieauguma ātrums samazinās, un lieko dūņu ir mazāk, kas tiek uztverts kā pozitīvs aspekts šai pieejai. Tomēr šeit ir jāskatās kā šāda veida pieeja ietekmē citus tehnoloģiskos faktorus notekūdeņu bioloģiskajā attīrīšanā, piemēram aktīvo dūņu vecums, kas ir viens no rādītājiem sekmīgai notekūdeņu attīrīšanai.
3. Lielākajā daļā NAI netiek veikta elektroenerģijas patēriņa analīze. Lai gan dekantercentrifūgu un skrūves prešu piedziņas vienmēr izmanto frekvences pārveidotājus, kas ļauj nolasīt faktisko elektroenerģijas patēriņu, šī funkcija parasti netiek izmantota. Gandrīz visur NAI uzskaita tikai NAI kopējo elektroenerģijas patēriņu.
- Anketu aizpildot, pieļautas daudzas kļūdas. Piemēram, lai gan tika prasīts norādīt tikai pašas atūdeņošanas iekārtas uzstādīto elektrisko jaudu, daudzas NAI norādīja jaudu, ieskaitot tajā arī atūdeņošanas perifērās iekārtas (dūņu sūkņus, polimēra mašīnas, polimēra sūkņus).
4. Polimēra patēriņa analīze pārsvarā netiek veikta. NAI personālam vienmēr ir dots uzdevums pēc iespējas taupīt polimēru, tomēr tas tiek darīts mehāniski, samazinot polimēra dozu, nevis optimizējot visus atūdeņošanas procesa parametrus. Polimērs tiek iepirkts neregulāri (reizēm ik pa 3 – 6 mēnešiem, reizēm – 1 reizi 3 gados) un kalendārā gada beigās tā atlikums netiek fiksēts. Rezultātā ir problemātiski aprēķināt, cik polimēra ir iztērēts gada laikā deklarētā dūņu daudzuma atūdeņošanai.
- Pat ņemot vērā polimēra patēriņa uzskaites īpatnību sagādātās problēmas, virkne NAI uzdod apšaubāmus polimēra patēriņa datus. Ir maz ticams, ka polimēra patēriņš gadu no gada var būt <4 kg/t sausnas vai arī >20 kg/t sausnas.
5. Anketēšana uzrāda pārsteidzošu un neizskaidrojamu dūņu utilizācijas izmaksu diapazonu: no dažiem desmitiem eiro par tonnu sausnas līdz vairākiem tūkstošiem eiro par tonnu sausnas.

Izvērtējot iepriekš minēto problēmu ietekmi uz anketēšanas rezultātā iegūtajiem datiem, jāsecina, ka tieša anketēšanas rezultātu izmantošana atūdeņošanas tehnoloģiju vērtēšanā nav mērķtiecīga: lielas daļas datu kvalitāte bija zema. Tāpēc tika pieņemts lēmums katrai tehnoloģijai veikt vismaz orientējošu teorētisku elektroenerģijas un polimēra patēriņa aprēķinu, kā arī pievienot tiem ticamākos anketēšanas datus, kur nepieciešams, tos precizējos, sazinoties ar NAI personālu.

4.1. Zemas pašizmaksas dūņu atūdeņošanas tehnoloģijas

Praksē ir sastopamas vairākas notekūdeņu dūņu atūdeņošanas tehnoloģijas, kas spēj nodrošināt ļoti zemu atūdeņošanas pašizmaksu. Piemēram, tāda ir jau iepriekš (3.3 nodaļā) apskatītā dūņu pārsūkņēšana uz dūņu laukiem. Tā kā Latvijā esošajos dūņu laukos hidroizolācija bieži vien bija visai vāja, dūņu ūdens iesūcās gruntī, daļa arī iztvaikoja, un tika panākta zināma dūņu atūdeņošana. Pēc vairāku gadu izturēšanas, dūņas tika izvestas izmantošanai apzaļumošanā vai lauksaimniecībā. Reizēm pirms izvešanas dūņas tika ar buldozeru sastumtas kaudzē, tā panākot, papildus atūdeņošanas pakāpi.

Sākotnējās investīcijas šādi atūdeņošanai atkarīgas no tā, cik kvalitatīvi tika izbūvēti dūņu lauki. Ja par dūņu lauku kalpoja bedre ar uzstumtām malām, izmaksas bija minimālas. Izmantojot šo tehnoloģiju, papildus iekārtas praktiski nav nepieciešamas. No dūņu recirkulācijas līnijas tika izvilks cauruļvads uz dūņu lauku, un atvērot aizbīdni un pavēršot dūņu plūsmu uz dūņu laukiem, tiek veikta dūņu atūdeņošana.

Dūņu lauka darba mūžs bija ļoti garš. Dūņas periodiski izved, ja nepieciešams, pamatni uzber, un dūņu pieņemšanu ir iespējams turpināt.

Latvijā šāda veida dūņu atūdeņošana pēdējos gadu desmitos tikpat kā netika pielietota, jo prasa lielu dūņu lauku izbūvi, karstā laikā dūņu lauki rada nepatīkamas smakas, dūņas no tiem ir grūti paņemt un tām ir ļoti mainīga konsistence. Tomēr šobrīd novērojams, ka šī tehnoloģija atkal tiek pielietota. Latvijas pilsētā "V" dūņas pēc vajadzības tiek atsūkņētas uz dūņu laukiem. Polimērs netiek izmantots. Dzidrais virsūdens tiek periodiski atsūkņēts. Vasaras beigās un rudenī, kad pašvaldības komunālajam dienestam ir pieejams liels daudzums zāles un lapu, dūņas tiek ņemtas no dūņu lauka, un sajaucot ar lapām, tiek gatavots komposts. Gatavo kompostu pilsētas komunālais dienests izmanto savām vajadzībām.

Tā kā pilsētā "V" nav specializēta kompostēšanas aprīkojuma un temperatūras kontrole stirpās kompostēšanas laikā ir minimāla, ir pamats uzskatīt, ka šāda kompostēšana nespēj nodrošināt dūņu higienizāciju līdz tādām līmenim, kādu spēj sasniegt pareizi veikta kompostēšana pie 70 °C. Neraugoties uz to, šāda veida dūņu apstrāde un utilizācija ir ļoti lēta. Vismaz vēl viena pašvaldība pilsētas "V" praksi ir atzinusi par labu un gatavojas ieviest arī savā komunālajā saimniecībā.

Arī pilsētas "R" komunālā saimniecība šobrīd ir atteikusies no dūņu atūdeņošanas. Kompostēšana tur netiek veikta. Pēc izturēšanas dūņu laukos, dūņas ar buldozeru tiek sastumtas

kaudzē, kur pakāpeniski atūdeņojas (pēc līdzīga principa kā kūdras ieguvē) un tad tiek izvestas apzaļumošanas un citām vajadzībām.

No vienas puses, tas, ka daļa komunālo uzņēmumu atsakās no dūņu atūdeņošanas un ievieš tehniski un higiēniski šaubīgus, toties maksimāli lētus dūņu apstrādes un utilizācijas risinājumus, liecina par kopējas izpratnes un dūņu stratēģijas trūkumu valstī. No otras puses, samazinoties iedzīvotāju daudzumam un pie visai vājas atlikušo iedzīvotāju maksātspējas, tehniski un higiēniski nevainojumu, taču dārgu dūņu apstrādes risinājumu ieviešana nevar būt ilgtspējīga.

Otra lieko dūņu atūdeņošanas tehnoloģija ar zemu pašizmaksu, ir atūdeņošana filtrējošos maisos. Šī tehnoloģija Latvijā nav ieguvusi lielu popularitāti, jo maisu apsaimniekošana var būt problemātiska, turklāt tehnoloģija ir vāji piemērota izmantošanai ziemas laikā.

4.2. Dūņu atūdeņošanas ar filtrpresēm

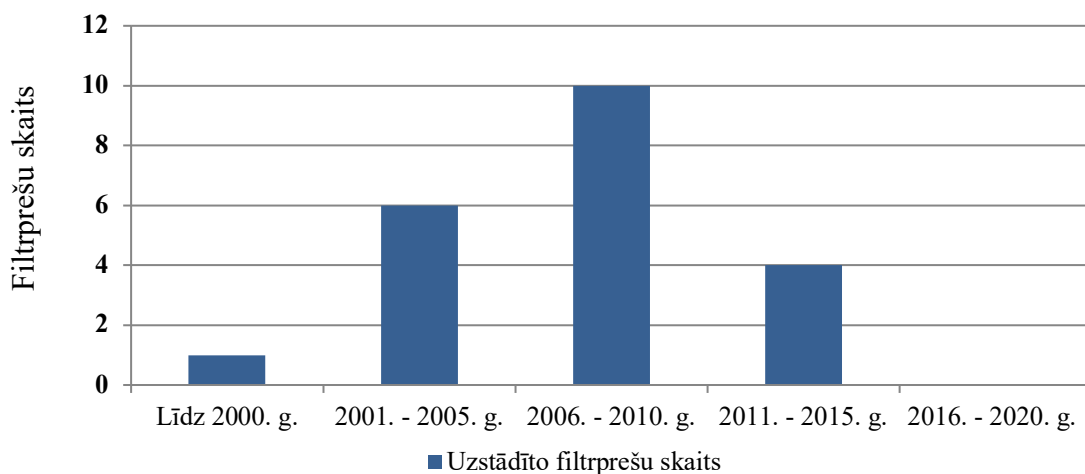
4.2.1. Uztādītās filtrpreses, to noslodze un atūdeņošanas kvalitāte

Dūņu atūdeņošana ar filtrpresēm Latvijā ir ļoti populāra tehnoloģija. Šī projekta laikā tika apzinātas 53 pilsētas un citas apdzīvotās vietas, kuru notekūdeņu attīrīšanas iekārtās ir uzstādīta kāda lieko dūņu atūdeņošanas iekārta. No tām, 22 apdzīvotajās vietās (43 %) dūņu atūdeņošanai tiek izmantotas filtrpreses.

Apsvērumi, kas diktē filtrprešu popularitāti, tika norādīti 3.4.3.nodaļā "Lentas tipa dūņu filtrpreses": filtrpreses ir salīdzinoši lētas, vienkāršas ekspluatācijā, tām nav ātri rotējošu detaļu un tās neprasa dārgus un sarežģītus remonta darbus. Filtrpresēm nav daudz dilstošu daļu, kas prasītu regulāru nomaiņu: periodiski ir jāmaina ruļļu bukses (slīdgultņi) un lentas mazgāšanas sistēmas sprauslas. Abas šīs komponentes nav dārgas. Pēc samērā ilga perioda (vismaz 5 – 10 gadu darba) ir jāmaina filtrējošā lenta. Filtrpreses regulēšana ir samērā vienkārša un neprasa augstu personāla kvalifikāciju.

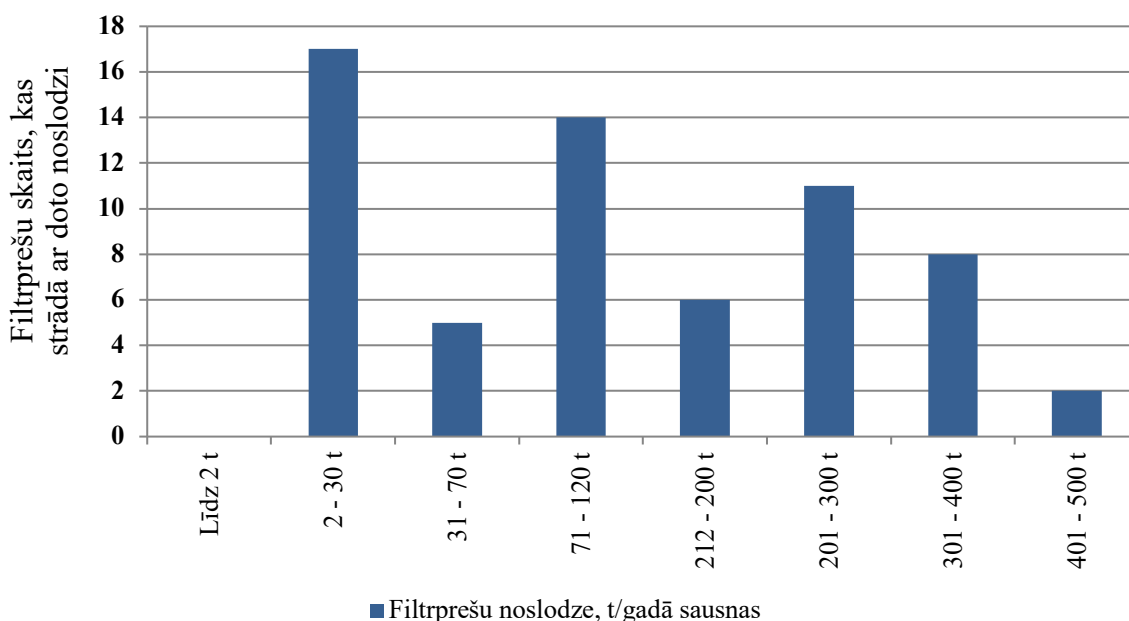
Filtrprešu uzstādīšanas dinamika atbilst Latvijas notekūdeņu attīrīšanas iekārtu rekonstrukcijas dinamikai: līdz 2005. gadam ir uzstādītas 7 filtrpreses, līdz 2010. gadam: vēl 10 filtrpreses, bet līdz 2015. gadam: vēl 4 filtrpreses. Pēc 2015. g., jaunas filtrpreses Latvijas NAI vairs nav uzstādītas (19.attēls). Tas nozīmē, ka vecākās filtrpreses strādā jau 20 – 22 gadus, tomēr tās sekmīgi turpina darboties un nodrošina adekvātu dūņu atūdeņošanu.

Lai gan filtrprešu faktiskais darba mūžs pie labas apkopes pārsniedz parasti plānoto 15 gadu periodu, jāatzīst, ka filtrprešu parks Latvijas NAI noveco un tuvākajos 5 – 10 gados būs jāparedz līdzekļi to nomaiņai.



19.attēls. Filtrprešu uzstādīšanas dinamika Latvijā

Filtrpreses pārsvarā tiek uzstādītas nelielās notekūdeņu attīrīšanas iekārtās. Anketēšanas dati liecina, ka pēc deklarētā lieko dūņu apjoma, pārsvarā filtrprešu noslodze nepārsniedz 300 – 400 t dūņu sausasnas gadā, vai 1 t dūņu sausasnas dienā (20. attēls).

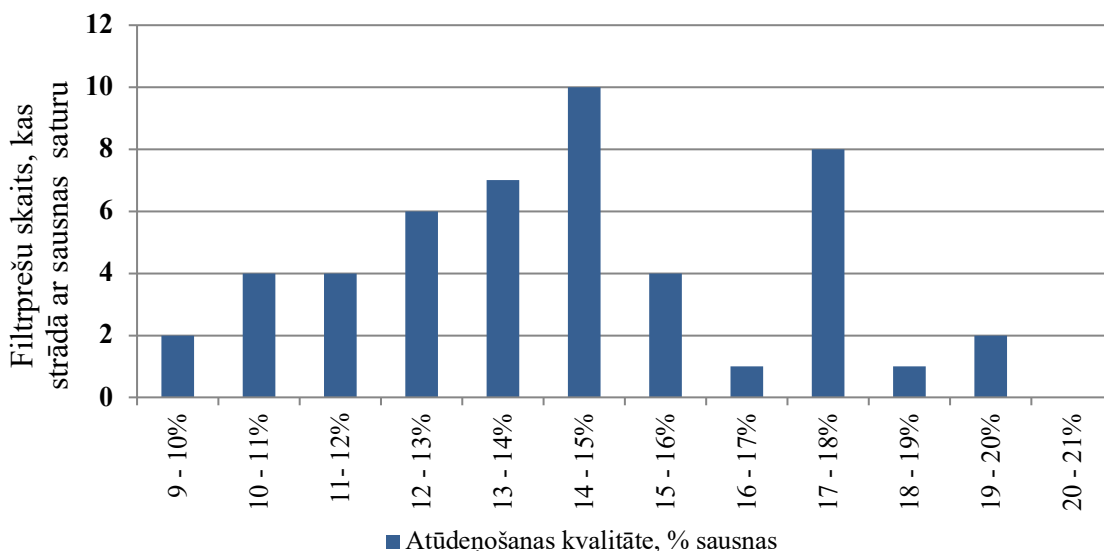


20.attēls. Latvijā uzstādīto filtrprešu noslodze, t/gadā sausasnas*

*Piezīme: Noslodzes dati apkopoti par 3 gadiem: 2017., 2018. un 2019. g. Ja kādās NAI uzstādītā filtrprese 1 gadu ir strādājusi ar noslodzi līdz 30 t/gadā sausasnas un 2 gadus ar noslodzi līdz 70 t/gadā sausasnas, tad grafikā tā tiek uzrādīta 1 reizi stabiņā "30" un 2 reizes stabiņā "70", u.t.t.

No trim šeit padziļināti apskatītajām dūņu atūdeņošanas tehnoloģijām (filtrpreses, skrūves preses, dekantercentrifūgas), filtrpreses atūdeņotajās dūņās spēj nodrošināt viszemāko sausasnas saturu, parasti, līdz 18 % sausasnas.

Apkopojot anketēšanas datus un atmetot maz ticamas vērbības (sausnas saturs atūdeņotajās dūņās 30 %, vai 5,6 %), tika iegūts sekojošs atūdeņošanas kvalitātes sadalījums (21. attēls).



21.attēls. Latvijas NAI uzstādīto filtrprešu nodrošinātā lieko dūņu atūdeņošanas kvalitāte, % sausas **

**Piezīme: Sausnas satura atūdeņotajās dūņās dati apkopoti par 3 gadiem: 2017., 2018. un 2019. g. Ja kādās NAI uzstādītā filtrprese 1 gadu ir atūdeņojusi dūņas līdz 12% sausas sausas un 2 gadus līdz 13% sausas, tad grafikā tā tiek uzrādīta 1 reizi stabiņā "12" un 2 reizes stabiņā "13", utt.

Dati apkopoti par sausas saturu 19 apdzīvoto vietu NAI uzstādīto filtrprešu atūdeņotajās dūņās 2017. – 2019. g. periodā (vietām pieejami dati tikai par 1 vai 2 gadiem šajā periodā).

Dati liecina, ka pārsvarā filtrpreses atūdeņo dūņas līdz 13 – 16% sausas. NAI operatori reti tiecas sasniegt augstāku sausas saturu atūdeņotajās dūņās, jo tas prasītu lielāku polimēra patēriņu, kas nestu līdzīgu augstākas atūdeņošanas izmaksas. Pārsvarā tiek uzskatīts, ka atūdeņoto dūņu utilizācijas izmaksas ir pietiekami zemas un atūdeņot dūņas līdz augstākam sausas procentam neatmaksājas.

Jāatzīmē arī, ka motivāciju dūņas atūdeņot labāk samazina apstākļi, ka daudzās vietās atūdeņotās dūņas tiek uzglabātas atklātās novietnēs, kur tās ir pakļautas nokrišņu ietekmei.

Tur, kur atūdeņotās dūņas tiek nogādātas uz biogāzes ražotni, ražotne var pieprasīt sausas saturu atvestajās dūņās ne augstāku par 15 % - lai tās būtu vieglāk pārsūkņejamas un to mitruma saturs būtu piemērots sajaukšanai ar citiem substrātiem.

4.2.2. Elektroenerģijas patēriņš, atūdeņojot dūņas ar filtrpresēm

Ievērojot to, ka salīdzinoši daudzi respondenti bija uzrādījušas nevis pašas filtrpreses elektrības patēriņu, bet gan visa lieko dūņu atūdeņošanas kompleksa (ieskaitot dūņu sūkņu, polimēra sagatavošanas un sūkņēšanas) elektrības patēriņu, vispirms tika izstrādāts aptuvena teorētiskā elektrības patēriņa novērtējums. Piemēram, tiek izmantots ražotāja Teknofanghi S.r.l. Monobelt tipa filtrprešu elektrības patēriņa aprēķins (15.tabula).

15.tabula

Teknofanghi S.r.l. Monobelt tipa filtrprešu teorētiskā elektrības patēriņa aprēķins

Modelis	NP 06C	NP 08C	NP 12C	NP 15C	NP 15-6DC
Lentas platums, mm	600	800	1200	1200	1500
Maksimālā ražība, m ³ /h	4	8	12	15	20
Uzstādītā jauda, kW	0,62	0,62	0,95	1,1	1,3

Uzstādītās jaudas tabulā apzināti netiek ņemts vērā lentas mazgāšanas sūknis – kaut arī tā elektrības patēriņš parasti pārsniedz pašas filtrpreses elektrības patēriņu. Tas darīts tāpēc, ka dažādās vietās var būt visai dažādi skalošanas ūdens padeves apstākļi: vietām nepieciešams jaudīgs spiediena paaugstināšanas sūknis, vietām bez tāda var iztikt un tad elektrības patēriņa aprēķins vairs nebūtu korekts.

Ja izskata Latvijā populārās filtrpreses Monobelt NP 15C (uzstādīta 6 dažādās NAI) elektrības patēriņu, tad šīs filtrpreses uzstādītā jeb nominālā jauda ir 1,1 kW.

Monobelt NP 15C nominālā ražība ir 15 m³/h ar aptuveni 1 % dūņām, kas atbilst 150 kg/h dūņu sausnas. Ja, pieņemam, ka NP 15C lentu piedziņas motori strādā ar maksimālo noslodzi, tad šo 150 kg dūņu sausnas atūdeņošanai tie patērē 1,1 kWh, kas atbilst 7,3 kWh/t sausnas.

Faktiskā ražība, ar kādu šīs filtrpreses tiek darbinātas, gan mēdz būt zemāka, ap 10 m³/h. Tas atbilstu 100 kg/h sausnas, vai 11 kWh/t sausnas elektroenerģijas patēriņam.

Tā kā lentu piedziņas motori pārsvarā nestrādā ar maksimālo noslodzi, minētie patēriņa skaitļi var būt paaugstināti. Var uzskatīt, ka reālos darba apstākļos Monobelt NP 15C būtu jāpatērē aptuveni 5 – 9 kWh/t dūņu sausnas, kas ir visai labs rādītājs. Teorētisko aprēķinu rezultāts ir salīdzināms ar vairāku NAI deklarētajiem filtrprešu elektroenerģijas patēriņa rādītājiem (16.tabula)

16.tabula

Deklarētais elektroenerģijas patēriņš, atūdeņojot dūņas ar filtrpresēm

Pilsēta	Gads	Elektroenerģijas patēriņš uz 1 t dūņu sausnas, kWh/t
D	2017	3,74
	2018	2,32
	2019	3,26
I	2017	9,55
	2018	3,82
	2019	1,87
K	2017	7,89
	2018	9,05
	2019	7,57
S	2017	7,34
	2018	7,34
	2019	7,22

Ja pieņemam, ka elektroenerģijas cena pašvaldību komunālajiem uzņēmumiem ir aptuveni 0,12 €/kWh, tad pie 4 – 9 kWh/t sausas, elektroenerģijas izmaksas, atūdeņojot dūņas ar filtrpresēm, ir aptuveni 0,48 – 1,08 €/t sausas.

4.2.3. Polimēra patēriņš, notekūdeņu dūņu atūdeņošanā ar filtrpresēm

Teorētiski, lieko dūņu atūdeņošana ar filtrpresēm prasa apmēram tādu pašu polimēra patēriņu, kā atūdeņošana ar skrūves presēm, bet augstāku, nekā ar dekantercentrifūgām. Ja mērķis ir sasniegt maksimālo sausas saturu atūdeņotajās dūņās, parasts polimēra patēriņš, strādājot ar filtrpresēm, ir 8 – 12 kg polimēra uz 1 t dūņu sausas. Ja atūdeņotajās dūņās ir pieļaujams zemāks sausas saturs, polimēra patēriņš attiecīgi samazinās.

Pētījumā un praksē polimēra patēriņu uz noteiktu sausas vai dūņu daudzumu noteikt ir problemātiski, jo vairums NAI polimēra daudzumu noraksta izdevumos tūlīt pēc iepirkšanas un gada beigās neregistrē polimēra atlikumu. Līdz ar to lielā daļā NAI nav zināma faktiskā polimēra patēriņa dinamika atkarībā no dūņu daudzuma un citiem faktoriem.

Veicot pārrunas ar pilsētas "A" NAI personālu tika noskaidrots, ka piemēram 2016. g. tika iepirkts liels daudzums polimēra, tāpēc 2017. un 2018. g. polimēra netika pirkt nemaz. Jauns polimēra iepirkums tika veikts 2019. gadā. Šāda iepirkuma stratēģija tika izvēlēta tādēļ, ka, pērkot uzreiz lielāku polimēra daudzumu, to varēja nopirkt par lētāku cenu. Šobrīd pilsēta "A" gan šo minētās stratēģijas ir atteikusies un pērk dažādus polimērus 1 – 2 reizes gadā, tā labāk pielāgojoties mainīgajai dūņu struktūrai.

Pārrunās tika noskaidrots, ka minētajā pilsētā "A" polimēra patēriņš gadu no gada ir samērā stabils un sastāda apmēram 150 kg gadā. Šāds patēriņš uzskatāms par ticamu, jo NAI nav ieinteresēta sasniegt maksimāli iespējamo sausas saturu atūdeņotajās dūņās. Galvenais personāla uzdevums ir tērēt pēc iespējas mazāk polimēra, ja vien ar izmantoto polimēra dozu ir iespējams sasniegt pietiekami labu sausas saturu atūdeņotajās dūņās plānotajai izmantošanai tālāk. To apliecina arī reģistrētais sausas saturs pilsētas "A" atūdeņotajās dūņās (17. tabula).

17.tabula

Polimēra dozācijas aprēķins pret sausas saturu pilsētā "A"

Gads	Deklarētais atūdeņoto un utilizēto dūņu daudzums, t sausas/gadā	Vidējais polimēra patēriņš gadā, kg/t sausas	Sausas saturs atūdeņotajās dūņās, %
2017	25,9	5,79	12,63
2018	21,1	7,10	12,41
2019	25,2	5,95	13,03

Pētījuma ietvaros tika noskaidrots deklarētais polimēra patēriņš arī vairākās citās Latvijas NAI, kurās dūņu atūdeņošanai tiek izmantotas filtpreses (18. tabula).

18.tabula

Deklarētais polimēra patēriņš, atūdeņojot dūņas ar filtrpresēm

Pilsēta	Gads	Polimēra patēriņš uz 1 t dūņu sausas, kg/t sausas
A	2017	5,79
	2018	7,10
	2019	5,95
K	2017	7,89
	2018	9,05
	2019	7,57
D	2017	3,74
	2018	2,32
	2019	3,26
S	2017	7,34
	2018	7,34
	2019	7,22

No rezultātiem var secināt, ka atūdeņojot dūņas ar filtrpresi, faktiskais polimēra patēriņš var svārstīties 3 – 10 kg/t sausas diapazonā.

Polimēra cena var svārstīties visai plašā diapazonā. Saskaņā ar anketēšanas datiem, tā ir svārstījusies 1,35 – 4,36 €/kg diapazonā, ar vidējo cenu 3,00 €/kg. Cena var būt atkarīga no:

- polimēra veida. Šķidrā polimēra koncentrāts (50 %) pārrēķinā uz sausu (100 %) polimēru, parasti ir dārgāks, nekā tās pašas markas sausais polimērs;
- polimēra markas. Modernie polimēri, piemēram, tā sauktie krusteniski saistītie (cross-linked) polimēri ir efektīvāki par taisnas ķēdes polimēriem, to doza var būt mazāka – taču tie ir būtiski dārgāki. Katrā gadījumā jāveic individuālas pārbaudes un jānoskaidro optimālā polimēra marka/cena;
- piegādātā polimēra daudzums. Lielās pilsētas, kas iepērk lielākus polimēra daudzumus, praktiski vienmēr no ražotāju pārstāvjiem saņem izdevīgākus cenu piedāvājumus, nekā mazo pilsētu NAI.

Pieņemot, ka polimēra cena ir 3,00 €/kg un pie 3 – 10 kg/t sausas polimēra patēviņa, iegūstam, ka polimēra izmaksas, atūdeņojot dūņas ar filtrpresēm, ir aptuveni 9 – 30 €/t sausas.

4.2.4. Summārās izmaksas, atūdeņojot dūņas ar filtrpresēm

Balstoties uz iepriekš aprakstītajiem rezultātiem un pieņēmumiem par elektroenerģijas izmaksām, pie tipiska filtrprešu elektroenerģijas patēviņa 4 – 9 kWh/t sausas, tiešās elektroenerģijas izmaksas ir aptuveni 0,48 – 1,08 €/t sausas. Savukārt, pieņemot, ka polimēra cena ir 3,00 €/kg (vidējā NAI deklarētā polimēra cena) un pie 3 – 10 kg/t sausas polimēra patēviņa, iegūstam, ka polimēra izmaksas, atūdeņojot dūņas ar filtrpresēm, ir aptuveni 9 – 30 €/t sausas (19. tabula).

19.tabula

Summārās izmaksas, atūdeņojot dūņas ar filtrpresēm

Elektroenerģijas izmaksas, €/t sausas	Polimēra izmaksas, €/t sausas	Kopējās izmaksas, €/t sausas
0,48 – 1,08	9,00 – 30,00	9,48 – 31,08

Atūdeņojot liekās aktīvās dūņas ar filtrpresēm, polimēra izmaksas ir būtiski (vismaz 10 reizes) lielākas par elektroenerģijas izmaksām. Līdz ar to polimēra izmaksas sastāda aptuveni 95 % no kopējām tiešajām notekūdeņu dūņu atūdeņošanas izmaksām.

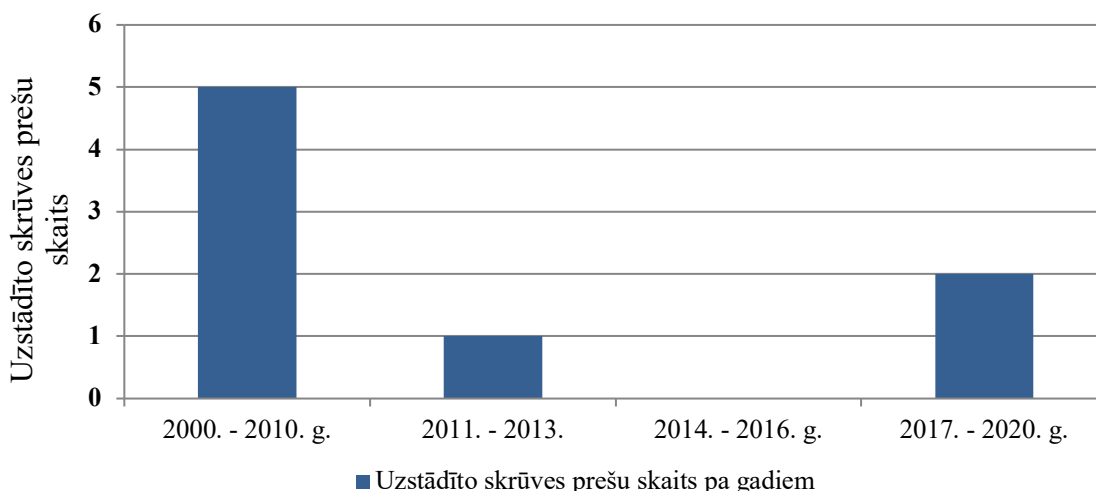
Pētījumā iegūtās vidējās dūņu atūdeņošanas izmaksas uzskatāmas par indikatīvām un katrās NAI var atšķirties.

4.3. Dūņu atūdeņošanas ar skrūves presēm

4.3.1. Uztādītās skrūves preses, to noslodze un atūdeņošanas kvalitāte

Dūņu atūdeņošana ar skrūves presēm Latvijā ir trešā populārākā lieko bioloģisko dūņu atūdeņošanas tehnoloģija. Šī projekta laikā tika apzinātas 53 pilsētas un citas apdzīvotās vietas, kuru notekūdeņu attīrīšanas iekārtās ir uzstādīta kāda lieko dūņu atūdeņošanas iekārta. No tām, 8 apdzīvotajās vietās (16 %) dūņu atūdeņošanai tiek izmantotas skrūves preses.

Šādu izvēli ir noteikuši vairāki faktori. Ja dekantercentrifūgas ražo un Latvijā piedāvā vismaz 3 firmas (Alfa Laval, GEA Westfalia un Andritz), filtrpreses – arī vairāk kā 3 firmas (Teknofanghi, DWT Engineering, KD Group un dažas citas), tad skrūves preses piedāvā tikai vācu Huber SE, kas Latvijā 2000. gadu sākumā aktīvu darbību neizvērsa. Vairums skrūves prešu tika uzstādīta Austrumlatvijas notekūdeņu attīrīšanas iekārtui rekonstrukcijas projekta ietvaros 2010. – 2011. g. (Ūdenssaimniecības attīstība Austrumlatvijas upju baseinu pašvaldībās) (22. attēls).

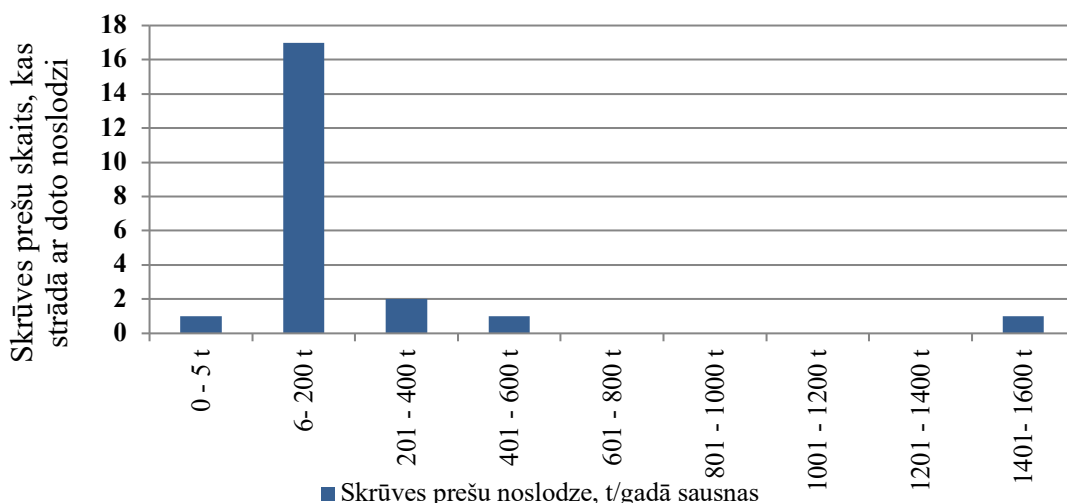


22.attēls. Skrūves prešu uzstādīšanas dinamika Latvijā

Jaunas skrūves preses pēc 2016. g. uzstādītas 2 apdzīvotajās vietās. Vienā, palielinot dūņu atūdeņošanas kapacitāti, otrā – aizvietojo notietotās dekantercentrifūgas. Visas uzstādītās skrūves preses vēl ir salīdzinoši jaunas un nav sasniegušas plānotā darba mūža beigās.

Skrūves prešu priekšrocības un trūkumi tika norādīti 3.4.4. nodaļā "Skrūves preses": skrūves presēm nav ātri rotējošu detaļu, tās tērē maz elektroenerģijas, un nodrošina labu dūņu atūdeņošanas pakāpi (līdz 20 % sausnas). Pie trūkumiem jāmin nepieciešamība rūpīgi piemeklēt un sagatavot polimēra šķīdumu, nepieciešama labāka Operatora sagatavotība nekā darbā ar filtrpresēm.

Ja neskaita vienu no lielākajām Latvijas pilsētām, tad līdz šim skrūves preses pārsvarā uzstādītas nelielās notekūdeņu attīrīšanas iekārtās. Anketēšanas dati liecina, ka pēc deklarētā lieko dūņu apjoma, pārsvarā skrūves prešu noslodze parasti ir zem 200 t dūņu sausnas gadā vai <0,55 t dūņu sausnas dienā (23. attēls). Izņēmums ir jau pieminētā, viena no lielākajām Latvijas pilsētām, kur NAI uzstādītas 2 jaunas skrūves preses, kas dienā atūdeņo >3 t dūņu sausnas.

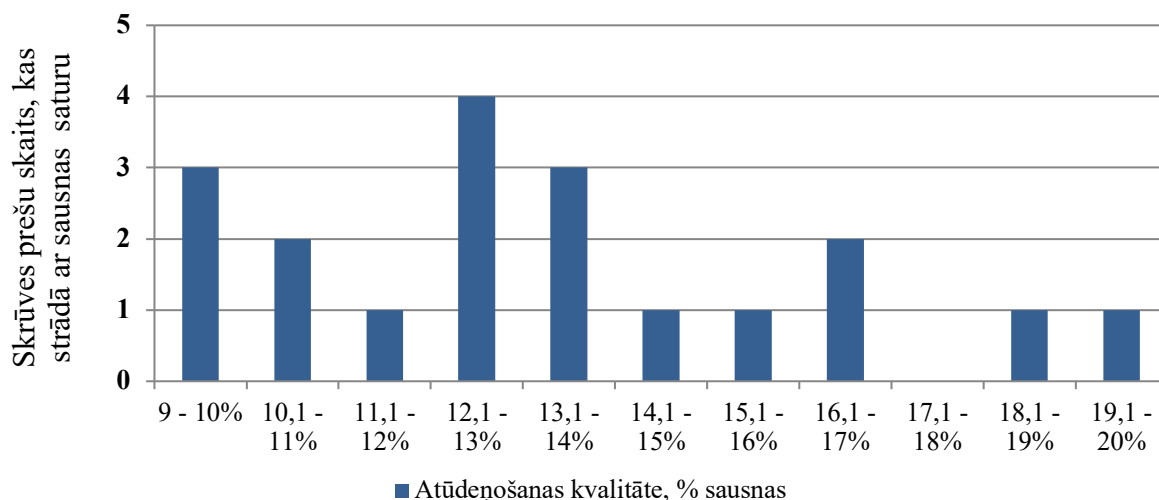


23.attēls. Latvijas NAI uzstādīto skrūves prešu noslodze, t/gadā sausnas***

***Piezīme: Noslodzes dati apkopoti par 3 gadiem: 2017., 2018. un 2019. g. Ja kādās NAI uzstādītā skrūves prese 1 gadu ir strādājusi ar noslodzi līdz 200 t/gadā sausnas un 2 gadus ar noslodzi līdz 400 t/gadā sausnas, tad grafikā tā tiek uzrādīta 1 reizi stabiņā "200" un 2 reizes stabiņā "400", u.t.t.

Saskaņā ar ražotāja sniegto informāciju, pie pareizas ekspluatācijas un vidēja dūņu tilpuma indeksa, skrūves preses atūdeņotajās dūņās spēj nodrošināt sausnas saturu līdz 20 %.

Apkopojot anketēšanas datus un neņemot vērā maz ticamas vērtības (sausnas saturs atūdeņotajās dūņās gadu no gada precīzi 20 %), tika iegūts sekojošs atūdeņošanas kvalitātes sadalījums (24.attēls).



24.attēls. Latvijas NAI uzstādīto skrūves prešu nodrošinātā lieko dūņu atūdeņošanas kvalitāte, % sausnas ****

****Piezīme: Sausnas satura atūdeņotajās dūņās dati apkopoti par 3 gadiem: 2017., 2018. un 2019. g. Ja kādās NAI uzstādītā skrūves prese 1 gadu ir atūdeņojusi dūņas līdz 12% sausnas sausnas un 2 gadus līdz 13% sausnas, tad grafikā tā tiek uzrādīta 1 reizi stabiņā "12" un 2 reizes stabiņā "13", utt.

Rezultāti liecina, ka neskatoties uz teorētiski augsto sasniedzamo sausnas saturu atūdeņotajās dūņās, pārsvarā skrūves preses atūdeņo dūņas tikai līdz 10 – 14 % sausnas, kas ir

vājš rādītājs. Ja vidējais sausnas saturs filtrprešu atūdeņotajās dūņās bija 14,65 %, tad skrūves presēm tas ir 13,48 %. Tas skaidrojams ar vairākiem faktoriem:

- NAI operatori reti tiecas sasniegt augstāku sausnas saturu atūdeņotajās dūņās, jo tas prasītu lielāku polimēra patēriņu, kas nestu līdzīgu augstākas atūdeņošanas izmaksas;
- Uzglabājot dūņas atklātos dūņu laukos vai izvedot uz biogāzes ražotni, NAI personāls nav ekonomiski motivēts tiekties pēc augstāka sausnas satura dūņās;
- Skrūves preses prasa precīzāku darbu ar polimēru un pašas preses regulējumiem, ko NAI Operatori ne vienmēr nodrošina.

Salīdzinājumam jāatzīmē jau minētā Latvijas pilsēta, kur pie daudz atbildīgāka Operatora darba, skrūves prese atūdeņo dūņas līdz vidēji 16,79 % sausnas.

4.3.2. Elektroenerģijas patēriņš, atūdeņojot dūņas ar skrūves presēm

Līdzīgi kā filtrpresēm, vairākas komunālās saimniecības arī skrūves presēm bija uzrādījušas nevis pašas skrūves preses elektrības patēriņu, bet gan visa lieko dūņu atūdeņošanas kompleksa (ieskaitot dūņu sūkņu, polimēra sagatavošanas un sūknēšanas) elektrības patēriņu. Tāpēc, lai noskaidrotu, kāds varētu būt reālais skrūves prešu elektroenerģijas patēriņš, ir nepieciešams aptuvenus teorētiskā elektrības patēriņa novērtējumu.

Tā kā Latvijā tiek izmantotas tikai viena ražotāja, Huber SE skrūves preses, ir relatīvi vienkārši apkopot visu Latvijā izmantoto skrūves prešu teorētiskā elektrības aprēķinu (20. tabula).

20.tabula

Huber SE skrūves prešu uzstādītā elektriskā jauda

Modelis	280	440	620,2	800,2
Maksimālā ražība, m ³ /h	3,5	6,5	13,5	22
Uzstādītā jauda, kW	0,37	1,5	2,3	4,1

Līdzīgi kā filtrpresēm, arī skrūves presēm uzstādītās jaudas tabulā apzināti netiek ņemts vērā mazgāšanas sūknis. Tas darīts tāpēc, ka dažādās vietās var būt visai dažādi skalošanas ūdens padeves apstākļi, un tad elektrības patēriņa aprēķins vairs nebūtu korekts.

Ja izskata Latvijā populārākā skrūves preses modeļa Q-Press 280 (uzstādīta 5 dažādās NAI) elektrības patēriņu, tad šīs filtrpreses uzstādītā jauda ir 0,37 kW. Šīs skrūves nominālā ražība ir 3,5 m³/h ar aptuveni 1 % dūņām, kas atbilst 35 kg/h dūņu sausnas. Ja pieņemam, ka Q-Press 280 motors strādā ar maksimālo noslodzi, tad šo 35 kg dūņu sausnas atūdeņošanai tiek patērēti 0,37 kWh, kas atbilst 10,6 kWh/t sausnas.

Faktiskā ražība, ar kādu tiek darbinātas šādas skrūves preses, gan mēdz būt zemāka, ap 2,5 m³/h. Tas atbilstu 25 kg/h sausnas, vai 14,8 kWh/t sausnas elektroenerģijas patēriņam.

Tā kā skrūves preses motors pārsvarā nestrādā ar maksimālo noslodzi, minētie patēriņa skaitļi var būt paaugstināti. Var uzskatīt, ka reālos darba apstākļos Q-Press 280 būtu jāpatērē aptuveni 7 – 12 kWh/t dūņu sausnas, kas ir labs rādītājs.

Izskatot anketēšanas datus, pārsvarā ir iesniegts atūdeņošanas kompleksa pilnais elektroenerģijas patēriņš; ticami dati ir tikai no divām NAI. Jau pieminētā lielā Latvijas pilsēta norāda 3,73 kWh/t (zemāks par šeit aprēķināto, taču tur strādā lielākas jaudas skrūves prese, kas ir efektīvāka), citā apdzīvotajā vietā norādīts 11,59 kWh/t sausnas patēriņš.

Ja pieņemam, ka elektroenerģijas cena pašvaldību komunālajiem uzņēmumiem ir aptuveni 0,12 €/kWh, tad pie 4 – 12 kWh/t sausnas, elektroenerģijas izmaksas, atūdeņojot dūņas ar filtrpresēm, ir aptuveni 0,48 – 1,44 €/t sausnas.

4.3.3. Polimēra patēriņš, atūdeņojot dūņas ar skrūves presēm

Lieko dūņu atūdeņošana ar skrūves presēm prasa apmēram tādu pašu polimēra patēriņu, kā atūdeņošana ar filtrpresēm, bet augstāku, nekā ar dekantercentrifūgām. Ja mērķis ir sasniegt maksimālo sausnas saturu atūdeņotajās dūņās, parasts polimēra patēriņš, strādājot ar skrūves presēm, ir 8 – 12 kg polimēra uz 1 t dūņu sausnas. Ja atūdeņotajās dūņās ir pieļaujams zemāks sausnas saturs, polimēra patēriņš attiecīgi samazinās..

Noteikt skrūves prešu faktisko polimēra patēriņu izrādījās problemātiski to pašu iemeslu dēļ kā filtrpresēm: vairums NAI Operatoru polimēru noraksta tūlīt pēc iepirkšanas un gada beigās neregistrē polimēra atlikumu.

Dūņu atūdeņošanas tehnoloģiju salīdzināšanā pēc polimēra patēriņa, svarīgs ir pilsētas "L" piemērs. Šajā pilsētā dekantercentrifūgas nesen tika aizvietotas ar skrūves presēm, tāpēc ir iespējams veikt samērā precīzu polimēra patēriņa izmaiņu novērtējumu. 2017. – 2018.g. pilsētā "L" dūņas tika atūdeņotas ar dekantercentrifūgām. Pēc 2018. g. pabeigtās rekonstrukcijas, dekantercentrifūgu vietā tika uzstrādātas skrūves preses. Abos gadījumos reģistrēts ļoti atšķirīgs polimēra patēriņš (21. tabula).

Jāsecina, ka pārejot no darba ar dekantercentrifūgām uz darbu ar skrūves presēm, polimēra patēriņš ir pieaudzis apmēram 2 reizes, no 3,86 kg/t sausnas uz 7,3 kg/t sausnas.

Iegūtie dati liecina, ka atūdeņojot dūņas ar skrūves presi, faktiskais polimēra patēriņš var svārstīties 5 – 12 kg/t sausnas diapazonā.

Kā jau iepriekš tika minēts, saskaņā ar anketēšanas datiem, polimēra cena ir svārstījusies 1,35 – 4,36 €/kg diapazonā, ar vidējo cenu 3,00 €/kg.

Pieņemot, ka polimēra cena ir 3,00 €/kg, pie 5 – 12 kg/t sausnas polimēra patēriņa, polimēra izmaksas, atūdeņojot dūņas ar skrūves presēm, ir aptuveni 15 – 36 €/t sausnas.

21.tabula

Polimēra patēriņš pilsētā "L", atūdeņojot dūņas ar dekantercentrifūgām

Iekārtas veids	Dekantercentrifūga		Skrūves tipa prese	
Mēnesis	Gads	Polimēra patēriņš uz kg/1 t sausnas (vidēji)	Gads	Polimēra patēriņš uz kg/1 t sausnas (vidēji)
Janvāris	2017	5,0	2019	-
Februāris		4,5		-
Marts		4,3		3,2
Aprīlis		4,3		6,8
Maijs		4,7		7,5
Jūnijs		3,4		8,0
Jūlijs		2,8		7,9
Augusts		2,8		7,6
Septembris		2,7		7,7
Oktobris		2,5		8,0
Novembris		3,4		7,8
Decembris		3,8		7,4
Janvāris	2018	3,8	2020	8,0
Februāris		4,2		8,2
Marts		3,9		8,3
Aprīlis		4,2		8,1
Maijs		3,7		7,9
Jūnijs		5,2		6,9
Jūlijs		4,9		7,4
Augusts		4,4		6,8
Septembris		2,7		6,8
Oktobris		-		6,8
Novembris		-		6,8
Decembris		-		-
Vidēji		3,86		7,3

4.3.4. Summārās izmaksas, atūdeņojot dūņas ar skrūves presēm

Balstoties uz iepriekš aprakstītajiem rezultātiem un pieņēmumiem par elektroenerģijas izmaksām, pie tipiska skrūves prešu elektroenerģijas patēriņa 4 – 12 kWh/t sausnas, tiešās elektroenerģijas izmaksas ir aptuveni 0,48 – 1,44 €/t sausnas. Savukārt, pieņemot, ka polimēra cena ir 3,00 €/kg (vidējā NAI deklarētā polimēra cena) un pie 5 – 12 kg/t sausnas polimēra patēriņa, iegūstam, ka polimēra izmaksas, atūdeņojot dūņas ar skrūves tipa presēm, ir aptuveni 15 – 36 €/t sausnas (22.tabula).

22.tabula

Summārās izmaksas, atūdeņojot dūņas ar skrūves presēm

Elektroenerģijas izmaksas, €/t sausas	Polimēra izmaksas, €/t sausas	Kopējās izmaksas, €/t sausas
0,48 – 1,44	15,00 – 36,00	15,48 – 37,44

Atūdeņojot liekās aktīvās dūņas ar filtrpresēm, polimēra izmaksas ir būtiski (vismaz 10 reizes) lielākas par elektroenerģijas izmaksām. Līdz ar to polimēra izmaksas sastāda aptuveni 95 % no kopējām tiešajām notekūdeņu dūņu atūdeņošanas izmaksām.

Izmantojot pilsētas "L" piemēru, kur dekantercentrifūgas tika aizvietotas ar skrūves presēm, izmaksas izmainījās sekojoši (23.tabula).

23.tabula

Dūņu atūdeņošanas ar skrūves presēm un dekantercentrifūgām izmaksu salīdzinājums

	Elektroenerģijas patēriņš, kWh/t sausas	Polimēra patēriņš, kWh/t sausas	Elektroenerģijas izmaksas, €/t sausas	Polimēra izmaksas, €/t sausas	Kopējās izmaksas, €/t sausas
Dekantercentrifūgas	112	3,86	13,44	11,58	25,02
Skrūves preses	3,73	7,3	0,45	21,9	22,35

Jāsecina, ka pilsētā "L" dūņu atūdeņošanas ar skrūves presēm pašizmaksa pēc elektroenerģijas un polimēra patēriņa ir zemāka, nekā tā bija atūdeņojot dūņas ar dekantercentrifūgām.

Pētījumā iegūtās vidējās dūņu atūdeņošanas izmaksas uzskatāmas par indikatīvām un katrās NAI var atšķirties.

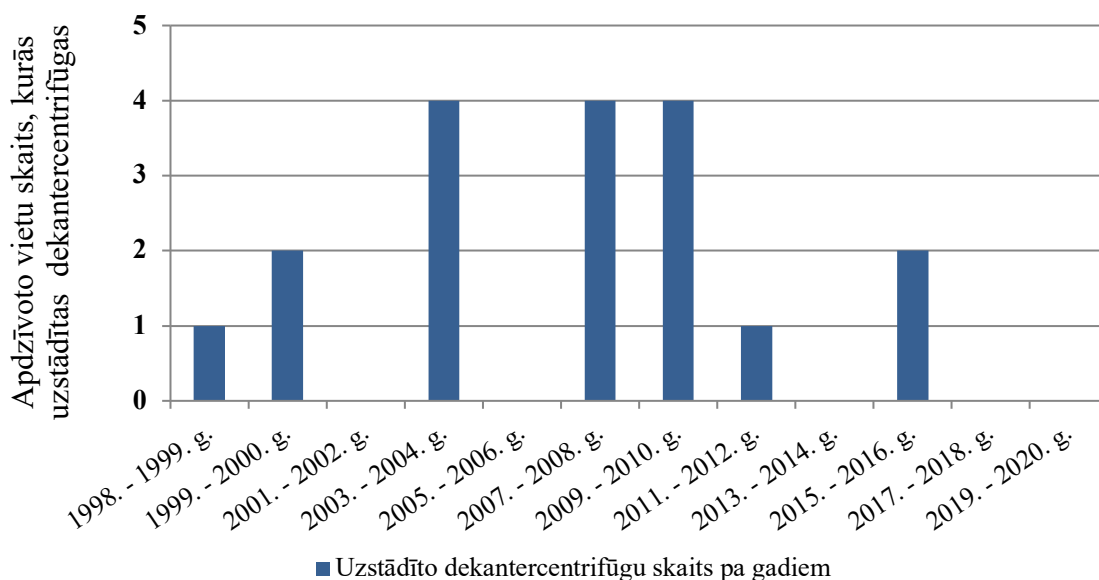
4.4. Dūņu atūdeņošanas ar dekantercentrifūgām

4.4.1. Uztādītās dekantercentrifūgas, to noslodze un atūdeņošanas kvalitāte

Vērtējot pēc atūdeņoto dūņu apjoma, dūņu atūdeņošana ar dekantercentrifūgām Latvijā ir pati populārākā lieko bioloģisko dūņu atūdeņošanas tehnoloģija. Šī projekta laikā tika apzinātas 53 pilsētas un citas apdzīvotās vietas, kuru notekūdeņu attīrīšanas iekārtās ir uzstādīta kāda lieko dūņu atūdeņošanas iekārta. No tām, 21 apdzīvotajās vietās (41 %) dūņu atūdeņošanai tiek izmantotas dekantercentrifūgas.

Šādu izvēli diktē vairāki faktori. Pirmkārt, dekantercentrifūgas ir vēsturiski vislabāk pazīstamā dūņu atūdeņošanas tehnoloģija. Otrkārt, dekantercentrifūgas spēj nodrošināt visai lielu ražību un augstu atūdeņošanas kvalitāti. Tieši šī iemesla dēļ gandrīz visās lielākajās Latvijas pilsētās dūņu atūdeņošanai tiek izmantotas tieši dekantercentrifūgas. Jāatzīmē arī, ka intensīvā Latvijas NAI rekonstrukcijas perioda laikā no 2000.g. līdz 2012.g.,

dekantercentrifūgas ražoja un Latvijā aktīvi piedāvāja 3 firmas (Alfa Laval, GEA Westfalia un Andritz). Dekantercentrifūgas Latvijas NAI pārsvarā tika uzstādītas 1998. – 2012. g. (25.attēls).

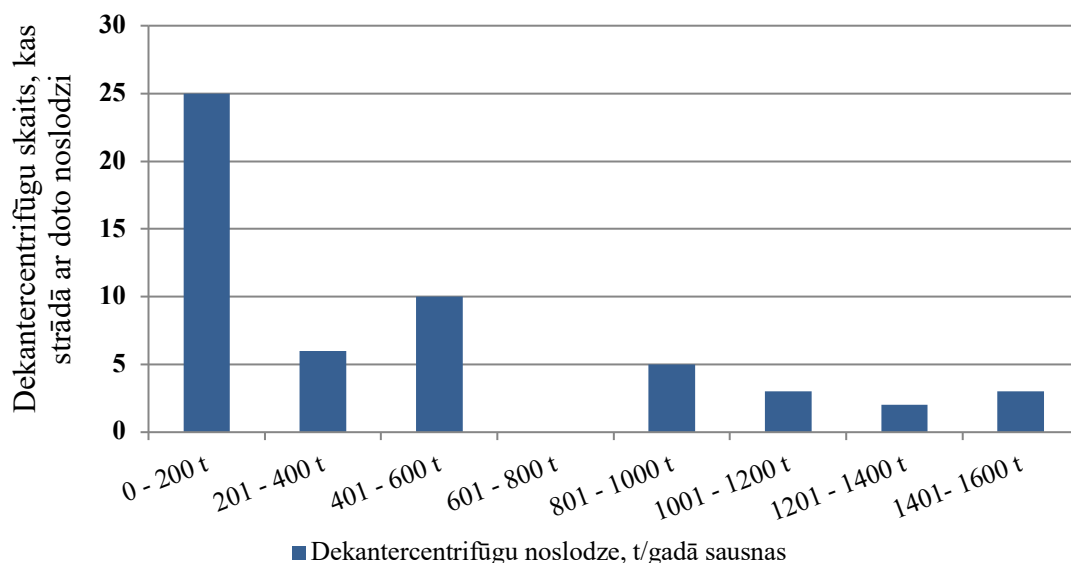


25.attēls. Latvijas pilsētas, kuru NAI uzstādītas dekantercentrifūgas

Saskaņā ar grafikā attēlotajiem datiem, ievērojamai daļai Latvijas NAI uzstādīto dekantercentrifūgu jau ir beidzies plānotais darba mūžs (15 gadi). Neraugoties uz to, pēdējo gaidu laikā tikai 2 pilsētās ir veikta dūņu atūdeņošanas iekārtu nomaiņa.

Dekantercentrifūgu priekšrocības un trūkumi tika norādīti 3.4.5. nodaļā "Dekantercentrifūgas": dekantercentrifūgas spēj nodrošināt ļoti lielu ražību, tās spēj sasniegt maksimāli labu sausnas saturu dūņās un patērē maz polimēra. Galvenie trūkumi: liels elektroenerģijas patēriņš, ātri rotējošas detaļas, augsts trokšņa līmenis, samērā dārga tehniskā apkope, ko var veikt tikai kvalificēts personāls.

Lai gan dekantercentrifūgas dominē lielo pilsētu NAI, tās samērā bieži ir izmantotas arī mazāku pilsētu NAI. Anketēšanas dati liecina, ka pēc deklarētā lieko dūņu apjoma, līdzīgs kopējais dekantercentrifūgu skaits strādā ar noslodzi <200 t sausnas gadā un ar noslodzi 400 – 1600 t/gadā (26.attēls).

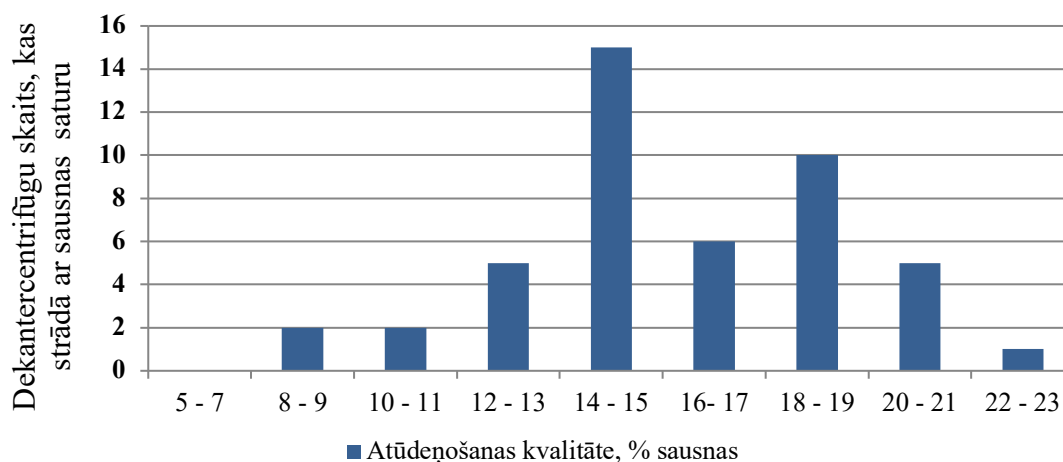


26.attēls. Latvijas NAI uzstādīto dekantercentrifūgu noslodze, t/gadā sausas*****

*****Piezīme: Noslodzes dati apkopoti par 3 gadiem: 2017., 2018. un 2019.g. Ja kādās NAI uzstādītā dekantercentrifūga 1 gadu ir strādājusi ar noslodzi līdz 200 t/gadā sausas un 2 gadus ar noslodzi līdz 400 t/gadā sausas, tad grafikā tā tiek uzrādīta 1 reizi stabiņā "200" un 2 reizes stabiņā "400", utt.

Visi iepriekš pieminētie dekantercentrifūgu ražotāji (firmas (Alfa Laval, GEA Westfalia un Andritz)) garantē, ka pie pareizas ekspluatācijas un laba dūņu tilpuma indeksa, viņu ražotās dekantercentrifūgas atūdeņotajās dūņās spēs nodrošināt 20 % un augstāku sausas saturu. Tomēr šeit ir jāmin daži praktiski novērojumi šo iekārtu izvēlē – vēsturiski bija izveidojusies situācija, ka ražotāji dekantercentrifūgām uzrādīja nominālo hidraulisko kapacitāti, kāda reālos apstākļos, kad bija nepieciešams sasniegt noteiktu sausas saturu atūdeņotajās dūņās, saglabājot labu fugāta kvalitāti, nebija iespējams sasniegt. Faktiskā dekantercentrifūgu kapacitāte bija ievērojami zemāka par reklāmās norādīto. Neraugoties uz to, apmēram līdz 2010. gadam dekantercentrifūgu ražotāji savās brošūrās reklamēja tieši šo nominālo hidraulisko kapacitāti. Tagad situācija ir mainījusies un ražotāji norāda kapacitāti pie noteiktas ienākošo dūņu koncentrācijas, vai arī tonnās sausas stundā.

Apkopojot anketēšanas datus un atmetos maz ticamas vērtības (sausas saturs atūdeņotajās dūņās >30 %) tika iegūts sekojošs atūdeņošanas kvalitātes sadalījums (27.attēls).



27.attēls. Latvijas NAI uzstādīto dekantercentrifūgu nodrošinātā lieko dūņu atūdeņošanas kvalitāte, % sausnas*****

*****Piezīme: Sausnas satura atūdeņotajās dūņās dati apkopoti par 3 gadiem: 2017., 2018. un 2019.g. Ja kādās NAI uzstādītā dekantercentrifūga 1 gadu ir atūdeņojusi dūņas līdz 11 % sausnas sausnas un 2 gadus līdz 13 % sausnas, tad grafikā tā tiek uzrādīta 1 reizi stabiņā "11" un 2 reizes stabiņā "13", utt.

Iegūtie rezultāti apliecina, ka dekantercentrifūgas patiešām nodrošina visaugstāko sausnas saturu atūdeņotajās dūņās. Ja vidējais sausnas saturs filtrpresu atūdeņotajās dūņās bija 14,65 %, skrūves presēm – 13,48 %, tad dekantercentrifūgām tas ir 15,54 %. No otras puses, vidējais šī pētījumā laikā novērotais sausnas saturs atūdeņotajās dūņās (15,54 %) ievērojami atpaliek no sausnas saturu, kādu dekantercentrifūgas principā spēj sasniegt. Tāpat kā strādājot ar filtrpresēm vai skrūves presēm, arī dekantercentrifūgu Operatori nav ieinteresēti censties sasniegt maksimālo sausnas saturu atūdeņotajās dūņās, jo tas prasītu lielāku polimēra patēriņu un atbilstoši lielākas atūdeņošanas izmaksas. Dūņu utilizācija Latvijā joprojām ir samērā lēta.

4.4.2. Elektroenerģijas patēriņš, atūdeņojot dūņas ar dekantercentrifūgām

Izvērtējot anketēšanas datus, tāpat kā filtrpresēm un skrūves presēm, virkne komunālo saimniecību bija uzrādījušas visa dekantercentrifūgu atūdeņošanas kompleksa (ieskaitot dūņu sūkņu, polimēra sagatavošanas un sūknēšanas) elektrības patēriņu. Tāpēc, lai noskaidrotu, kāds varētu būt reālais dekantercentrifūgu elektroenerģijas patēriņš, tika izmantoti reālie patēriņa dati vienā no Latvijas lielākajām pilsētām, kur tiek veikta detalizēta elektroenerģijas patēriņa uzskaitē.

Pilsētā "L" lieko bioloģisko dūņu atūdeņošanu nodrošināja 2 dekantercentrifūgas. Katra dekantercentrifūga bija aprīkota ar 2 elektromotoriem: galvenās piedziņas, 30 kW un konveijera piedziņas (bremzējošo): 5,5 kW. Saskaņā ar uzkrātajiem datiem, reālos ekspluatācijas apstākļos, galvenās piedziņas patērētā jauda vidēji bija 15,87 kW (~53 % no nominālās uzstādītās jaudas), bet konveijera piedziņas patērētā jauda bija 0,94 kW (~17 % no nominālās uzstādītās jaudas).

Tā kā dekantercentrifūgas pārskata periodā strādāja ar aptuveni 10 m³/h ražību un apmēram 1,5 % ienākošo lieko dūņu koncentrāciju, var aprēķināt, ka katra dekantercentrifūga stundas

laikā atūdeņoja 150 kg dūņu sausnas un patērēja 16,81 kWh elektroenerģijas, kas atbilst 112 kWh/t dūņu sausnas. Šie dati izmantoti 5.3.4. nodaļā "Summārās izmaksas, atūdeņojot dūņas ar skrūves presēm" skrūves prešu un dekantercentrifūgu ekspluatācijas izmaksu salīdzinājumam.

Tā kā dekantercentrifūgas patērē salīdzinoši daudz elektroenerģijas, dekantercentrifūgas izmantojošo NAI Operatori ir motivētas sekot elektrības patēriņam un anketēšanā tika iegūts samērā liels skaits ticamu rezultātu. Vērtējot iesniegtos datus, jāņem vērā, ka mazākas dekantercentrifūgas strādā ar nedaudz zemāku efektivitāti, tāpēc elektrības patēriņš uz tonnu sausnas tām būs arī lielāks, nekā lieljaudas dekantercentrifūgām. Ticami dati tika iegūti no 10 NAI, elektroenerģijas patēriņam svārstoties no 90 kWh/t līdz apmēram 200 kWh/t sausnas (24.tabula).

24.tabula

Deklarētais elektroenerģijas patēriņš, atūdeņojot dūņas ar dekantercentrifūgām

Pilsēta	Gads	Elektroenerģijas patēriņš uz 1 t dūņu sausnas, kWh/t
B	2017	202,01
	2018	136,59
	2019	155,89
B2	2017	-
	2018	186,12
	2019	128,81
D	2017	88,90
	2018	101,54
	2019	113,08
J ^x	2017	62,35
	2018	50,99
	2019	56,38
L	2017	99,55
	2018	91,00
	2019	-
L2	2017	205,76
	2018	74,40
	2019	99,21
M	2017	77,42
	2018	81,49
	2019	73,73
T	2017	111,38
	2018	119,35
	2019	147,07
V	2017	123,46
	2018	131,02
	2019	267,35

^xDarbojas dūņu gravitācijas blīvētājs

Ja pieņemam, ka elektroenerģijas cena pašvaldību komunālajiem uzņēmumiem ir aptuveni 0,12 €/kWh, tad pie 90 – 200 kWh/t sausas, elektroenerģijas izmaksas, atūdeņojot dūņas ar dekantercentrifūgām, ir aptuveni 10,80 – 24,00 €/t sausas.

Šajā vērtējumā nav iekļautas 2 Latvijas pilsētas. Vienā no tām, saskaņā ar dūņu apstrādes tehnoloģiskā procesa prasībām, liekās bioloģiskās dūņas ar dekantercentrifūgām tiek nevis atūdeņotas, bet gan tikai iebiezinātas līdz apmēram 7 % sausas. Strādājot šādā režīmā, elektroenerģijas patēriņa dati nav tiešā veidā salīdzināmi ar dekantercentrifūgu, kas atūdeņo dūņas, patēriņa datiem.

Pilsētā "J" ir izbūvēts lieko bioloģisko dūņu gravitācijas blīvētājs. Rezultātā uz dekantercentrifūgām tiek padotas dūņas ar 3 – 5 % sausas saturu, nevis ~1 %, kā citur. Tas būtiski samazina dekantercentrifūgu hidraulisko noslodzi un arī elektroenerģijas patēriņu. Šajā pilsētā elektroenerģijas patēriņš ir vismaz 2 – 3 reizes mazāks, nekā citās pilsētās, kas ar dekantercentrifūgām atūdeņo 1 % dūņas.

4.4.3. Polimēra patēriņš, atūdeņojot dūņas ar dekantercentrifūgām

Salīdzinot ar skrūves presēm un filtrpresēm, lieko dūņu atūdeņošana ar dekantercentrifūgām prasa vismazāko polimēra patēriņu. Tas skaidrojams ar to, ka dekantercentrifūgas attīsta ļoti lielu paātrinājumu, kas sekmē pat vajāk stabilizētu dūņu pārslu atdalīšanu no ūdens.

Noteikt dekantercentrifūgu faktisko polimēra patēriņu izrādījās problemātiski to pašu iemeslu dēļ kā filtrpresēm un skrūves presēm: vairums NAI Operatoru polimēru noraksta tūlīt pēc iepirkšanas un gada beigās neregistrē polimēra atlikumu.

Polimēra patēriņa izvērtēšanā svarīgs ir 4.3.3. nodaļā "Polimēra patēriņš, atūdeņojot dūņas ar skrūves presēm" pieminētais pilsētas "L" piemērs. Polimēra patēriņš, atūdeņojot dūņas ar dekantercentrifūgām, tur bija vidēji 3,86 kg/t sausas, bet ar skrūves presēm – 7,3 kg/t.

Saskaņā ar anketēšanas rezultātiem, polimēra patēriņš uz tonnu sausas, atūdeņojot dūņas ar dekantercentrifūgām, pārsvarā ir būtiski augstāks, nekā iepriekš minētajā pilsētā "L" piemērā (25.tabula).

25.tabula

Deklarētais polimēra patēriņš, atūdeņojot dūņas ar dekantercentrifūgām

Pilsēta	Gads	Polimēra patēriņš uz 1 t dūņu sausas, kg
B2	2017	-
	2018	11,27
	2019	9,36
D	2017	9,52
	2018	5,83
	2019	6,43
J	2017	19,95
	2018	11,20
	2019	10,05

Pilsēta	Gads	Polimēra patēriņš uz 1 t dūņu sausas, kg
L2	2017	3,72
	2018	4,96
	2019	-
T	2017	4,64
	2018	5,07
	2019	8,05
V	2017	7,42
	2018	5,82
	2019	7,74
V2	2017	5,44
	2018	5,37
	2019	6,46

Saskaņā ar apkopoto informāciju, atūdeņojot dūņas ar dekantercentrifūgām, faktiskais polimēra patēriņš var svārstīties aptuveni 3,7 – 12 kg/t sausas diapazonā.

Kā jau iepriekš tika minēts, saskaņā ar anketēšanas datiem, polimēra cena ir svārstījusies 1,35 – 4,36 €/kg diapazonā, ar vidējo cenu 3,00 €/kg. Pieņemot, ka polimēra cena ir 3,00 €/kg, pie 3,7 – 12 kg/t sausas polimēra patēviņa, iegūstam, ka polimēra izmaksas, atūdeņojot dūņas ar dekantercentrifūgām, ir aptuveni 11,1 – 36 €/t sausas.

4.4.4. Summārās izmaksas, atūdeņojot dūņas ar dekantercentrifūgām

Balstoties uz iepriekš aprakstītajiem rezultātiem un pieņēmumiem par elektroenerģijas izmaksām, pie tipiska dekantercentrifūgu elektroenerģijas patēriņa 90 – 200 kWh/t sausas, tiešās elektroenerģijas izmaksas ir aptuveni 10,80 – 24,00 €/t sausas. Savukārt, pieņemot, ka polimēra cena ir 3,00 €/kg (vidējā NAI deklarētā polimēra cena) un pie 3,7 – 12 kg/t sausas polimēra patēriņa, iegūstam, ka polimēra izmaksas, atūdeņojot dūņas ar dekantercentrifūgām, ir aptuveni 11,10 – 36 €/t sausas (26.tabula).

26.tabula

Summārās izmaksas, atūdeņojot dūņas ar dekantercentrifūgām

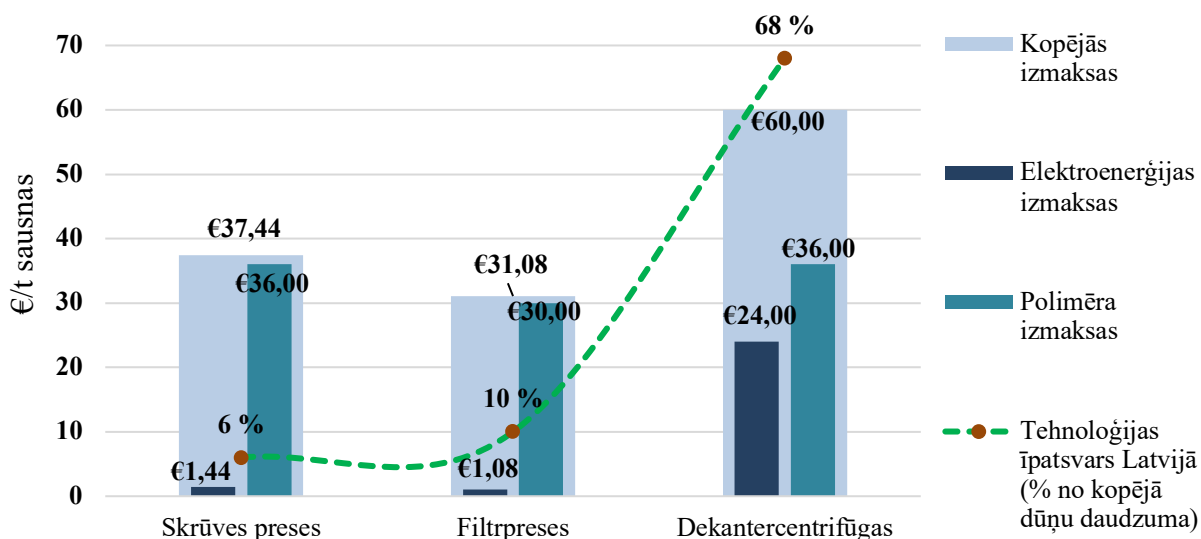
Elektroenerģijas izmaksas, €/t sausas	Polimēra izmaksas, €/t sausas	Kopējās izmaksas, €/t sausas
10,80 – 24,00	11,10 – 36,00	21,90 – 60,00

Atūdeņojot liekās aktīvās dūņas ar dekantercentrifūgām, polimēra izmaksas ir aptuveni vienādas ar elektroenerģijas izmaksām.

Pētījumā iegūtās vidējās dūņu atūdeņošanas izmaksas uzskatāmas par indikatīvām un katrās NAI var atšķirties.

4.5. Summārās izmaksas, atūdeņojot dūņas ar filtrpresēm, skrūves presēm un dekantercentrifūgām

Sekojošajā attēlā ir salīdzinātas izskatīto dūņu atūdeņošanas tehnoloģiju summārās izmaksas (28. attēls).



28.attēls. Izmaksu salīdzinājums atūdeņojot dūņas ar filtrpresēm, skrūves presēm un dekantercentrifūgām

Attēls ļauj izdarīt šķietami skaidru secinājumu: vislētākā dūņu atūdeņošanas tehnoloģija ir filtrprese, bet visdārgākā – dekantercentrifūga. Faktiskā situācija nav tik vienošmīga, jo visu trīs tehnoloģiju izmaksu diapazoni lielā mērā pārklājas. Pats fakts, ka Latvijas NAI sekmīgi pielieto 3 principiāli atšķirīgas lieko bioloģisko dūņu atūdeņošanas tehnoloģijas, liecina par to, ka nav vienas tehnoloģijas, kas būtu būtiski pārāka par citām. Katrai, skatoties lokālajā kontekstā, var būt atšķirīgas priekšrocības:

- nepieciešamā atūdeņošanas kapacitāte. Dažas lielās NAI, kurām jāutilizē liels daudzums dūņu un utilizācijas izmaksas ir augstas, var vēlēties maksimāli labu atūdeņošanas pakāpi, tā samazinot utilizējamo dūņu daudzumu. Tas nosver izvēli par labu dekantercentrifūgām. Citām lielajām NAI, kurām ir ērti pieejami kompostēšanas vai citi pietiekami lēti dūņu utilizācijas risinājumi, maksimāli augsta atūdeņošanas pakāpe nav tik svarīga;
- dūņu īpatnības. Atsevišķās pilsētās un apdzīvotajās vietās, kuru NAI ir liela rūpniecisko notekūdeņu ietekme, tas var atstāt iespaidu uz lieko bioloģisko dūņu atūdeņojamību. Latvijā ir piemērs, kur pat ar labi noregulētu dekantercentrifūgu neizdevās sasniegt par 16 % augstāku sausnas saturu atūdeņotajās dūņās. Skrūves preses vai filtrpreses izmantošana šādā vietā nebūtu ieteicama;
- plānotais atūdeņošanas režīms. Bieži vien, NAI tehnoloģiskais risinājums paredz, ka atūdeņotās dūņas tieši no atūdeņošanas iekārtas birst piekabē vai konteinerā. Tas

nozīmē, ka NAI nepieciešams personāls (traktorists vai kravas automašīnas šoferis), kas var regulāri izvest atūdeņotās dūņas. Bieži vien, šāds personāls ir pieejams tikai dienas laikā, tāpēc atbilstoši jāplāno atūdeņošanas iekārtu ražība;

- pieejamās telpas. Tagad, kad virknē Latvijas NAI jāsāk apsvērt esošo atūdeņošanas iekārtu nomaiņa pret jaunām, jāņem vērā iespējas ievietot jaunās iekārtas esošajās telpās. Telpu izmērs un izvietojums praktiski visur ir fiksēts un to izmainīt būtu ļoti sarežģīti. Plānojot iekārtu nomaiņu, jāņem vērā ne tikai tas, kā jauno iekārtu ievietot esošajā telpā, bet arī kā no tās aizvadīt atūdeņotās dūņas, elektriskās barošanas risinājumi, nepieciešamā platība ap iekārtu un virs tās tehniskās apkopes veikšanai, telferu pieejamība, u.c.;
- kvalificēta personāla pieejamība. Mazāku pilsētu NAI parasti nav pieejams augsti kvalificēts personāls, kas spēj precīzi noregulēt atūdeņošanas iekārtas, pēc vajadzības kompensējot sezonālās izmaiņas dūņu sastāvā, u.c. Nav arī līdzekļu pirkt iekārtu regulēšanas pakalpojumus no specializētām firmām. Šajā gadījumā izvēle nosveras par labu filtrpresēm;
- skalošanas ūdens pieejamība, kvalitāte, spiediens. Filtrpreses prasa lielu daudzumu lentas skalošanas ūdens. Ja ūdens nav pieejams, vai arī tas ir ļoti ciets, filtrprešu izmantošana ir apgrūtināta;
- servisa pieejamība. Ir zināmi vairāki piemēri, kad pazīstama atūdeņošanas iekārtu ražotājfirma Latvijā nespēja nodrošināt adekvātu savu iekārtu servisu. Rezultātā šīs firmas atūdeņošanas iekārtas tagad pamazām tiek nomainītas pret citu firmu atūdeņošanas iekārtām;
- kopējās ekspluatācijas izmaksas. Daži pašvaldību komunālie uzņēmumi, kuru klientu skaits ir būtiski sarucis, meklē lētākas alternatīvas esošajiem atūdeņošanas risinājumiem, piemēram, atjaunojot mitro dūņu laukus un veicot tajos izturēto dūņu kompostēšanu.

Uzskaitītie apsvērumi uzskatāmi tikai par daļu no daudziem faktoriem, kas var ietekmēt atūdeņošanas iekārtas izvēli. Visos gadījumos ir rūpīgi jāizvērtē lokālie apstākļi un tikai tad jāpieņem lēmums.

5. Lieko dūņu apstrādes procesu optimizācija

Lai optimizētu lieko dūņu apstrādes procesu, vispirms nepieciešams atbildēt uz sekojošiem jautājumiem:

1. Kā apstrādātās dūņas tiks utilizētas un kādas ir ar šo dūņu utilizācijas veidu saistītās prasības?
2. Vai esošais tehnoloģiskais aprīkojums spēj izpildīt utilizācijas veida izvirzītās prasības?
3. Ja nespēj, vai ir jāmeklē jauns tehnoloģiskais aprīkojums, vai arī cits dūņu utilizācijas veids?
4. Ja spēj, kā organizēt dūņu atūdeņošanu, lai ar minimālu pašizmaksu izpildītu dotā utilizācijas veida izvirzītās prasības?

Rezumējot, tas nozīmē, ka dūņu utilizācijas prasības nosaka dūņu atūdeņošanas tehnoloģijas izvēli un atūdeņošanas iekārtu regulējumu.

Var izskatīt sekojošus dūņu utilizācijas veidus:

- izturēšana atklātos dūņu laukos un tālāka izmantošana lauksaimniecībā;
- izturēšana slēgtos dūņu laukos un tālāka izmantošana lauksaimniecībā;
- transportēšana uz biogāzes staciju biogāzes iegūšanai;
- transportēšana uz sadzīves cieto atkritumu poligoniem noglabāšanai vai kompostēšanai;
- lokāla kompostēšana;
- žāvēšana ar vai bez tālākas sadedzināšanas.

Šeit netiek atsevišķi izskatīta mazo NAI dūņu utilizācija, jo pieņemts, ka tās tiek nogādātas kādā no lielajām NAI, vai arī specializētā dūņu apstrādes centrā un sagatavotas tālākai izmantošanai atbilstoši kādam no iepriekš minētajiem veidiem.

5.1. Izturēšana atklātos dūņu laukos un tālāka izmantošana lauksaimniecībā

Atūdeņoto dūņu izturēšana atklātos dūņu laukos un dūņu laukos izturēto (apstrādāto) dūņu tālāka izmantošana lauksaimniecībā Latvijā ir viens no populārākajiem dūņu utilizācijas risinājumiem. Risinājuma galvenā priekšrocības un trūkumi apkopoti 27.tabulā.

27.tabula

Priekšrocības un trūkumi izturēšanai atklātos dūņu laukos un tālākai izmantošanai lauksaimniecībā

- + Ļoti zemas dūņu utilizācijas izmaksas;
- + Dūņu lauki pārsvarā ir izbūvēti jau NAI rekonstrukcijas laikā un nerada tikpat kā nekādas izmaksas;
- + Utilizācijas izmaksas veido tikai dūņu nogādāšana līdz dūņu laukam un maksa zemnieku saimniecībai vai citai organizācijai par dūņu izvešanu no dūņu lauka;
- + Ir iespējams izmantot vislētāko un vienkāršāko dūņu atūdeņošanas tehnoloģiju un pielietot minimālu polimēra daudzumu, jo uzglabājot dūņas atklātā dūņu laukā, nav vajadzības censties panākt augstu sausnas saturu atūdeņotajās dūņās.

Priekšrocības



- Sastādot Ministru kabineta Noteikumus Nr. 362 "Noteikumi par notekūdeņu dūņu un to komposta izmantošanu, monitoringu un kontroli" (no 2006. g. 2. maija) tika pieņemts, ka izturot dūņas dūņu laukā 1 gadu, tās izies vismaz 1 sasalšanas-atkušanas ciklu. Lai arī minētajos Ministru kabineta noteikumos tas nav īpaši norādīts, tika pieņemts, ka izturēšana šādā temperatūras režīmā nodrošinās vismaz daļēju dūņu higienizāciju. Tā kā klimata pārmaiņu rezultātā dūņu izsalšana dūņu laukos vairs nenotiek (vai notiek nepietiekamā apjomā), netiek panākta arī dūņu higienizācija;
- Ir iespējamās likumdošanas izmaiņas, kas pieprasīs papildus dūņu apstrādi pirms to tālākas utilizācijas.

Trūkumi



Iespējamā dūņu atūdeņošanas optimizācija: segtu dūņu lauku izbūve. Segtos dūņu laukos dūņas nav pakļautas atmosfēras nokrišņu ietekmei. Atšķirībā no atklātiem dūņu laukiem, kuros izturēšanas laikā dūņas parasti kļūst slapjākas (sausnas saturs tajās samazinās) un izvedamo dūņu apjoms pieaug, segtos dūņu laukos dūņu sausnas saturs izturēšanas laikā nedaudz palielinās un izvedamo dūņu apjoms mazliet samazinās.

5.2. Izturēšana slēgtos dūņu laukos un tālāka izmantošana lauksaimniecībā

Utilizācijas risinājums ļoti līdzīgs iepriekšējā nodaļā aprakstītajam utilizācijas risinājumam ar atklātiem dūņu laukiem (5.1. nodaļa "Izturēšana atklātos dūņu laukos un tālāka izmantošana lauksaimniecībā"). Priekšrocības un trūkumi apkopoti 28. tabulā.



28.tabula

Priekšrocības un trūkumi izturēšanai slēgtos dūņu laukos un tālākai izmantošanai lauksaimniecībā

+Segtie dūņu lauki, kur tādi ir izbūvēti, pārsvarā izbūvēti NAI rekonstrukcijas laikā, ir iespējams izmantot jebkuru dūņu atūdeņošanas tehnoloģiju; +Tā kā nokrišņu ietekmē atūdeņotās dūņas nesamirkst, NAI Operatori ir vairāk ieinteresēti labas kvalitātes atūdeņošanā, tā samazinot izvedamo dūņu apjomu; +Tā kā dūņu izvešana izmantošanai lauksaimniecībā joprojām ir lēta, polimēra ekonomija tiek uzskatīta par svarīgāku faktoru un dūņu atūdeņošanas kvalitāte vietās, kur ir segti dūņu lauki, joprojām ir zema.	-Klimata pārmaiņu rezultātā dūņu izsalšana arī segtos dūņu laukos vairs nenotiek (vai notiek nepietiekamā apjomā) un netiek panākta dūņu higienizācija.; -Ir iespējamās likumdošanas izmaiņas, kas pieprasīs papildus dūņu apstrādi pirms to tālākas utilizācijas; -Minimālas optimizācijas iespējas.
Priekšrocības 	Trūkumi 

5.3. Transportēšana uz biogāzes staciju biogāzes iegūšanai

Risinājums ieguvis popularitāti pēdējo gadu laikā, jo tūlīt pēc atūdeņošanas izvedot dūņas uz biogāzes staciju, NAI Operatoram vairs nav jāmeklē zemnieku saimniecības, kas būtu ar mieru pieņemt izturētas dūņas lauku mēslošanai un jāuztur dūņu lauki, kas vasaras laikā var radīt nepatīkamas smakas. Risinājuma izmaksas atkarīgas no attāluma līdz biogāzes stacijai un biogāzes stacijas noteikumiem dūņu pieņemšanai. Priekšrocības un trūkumi apkopoti 29.tabulā.

29. tabula

Priekšrocības un trūkumi transportēšanai uz biogāzes staciju biogāzes iegūšanai

- +Biogāzes stacijas neprasa augstu sausnas saturu piegādātajās dūņās. Tieši pretēji, tās mēdz prasīt sausnas saturu ne vairāk kā 15%;
- +15% sausnas saturu spēj nodrošināt jebkura no iepriekš apskatītajām galvenajām dūņu atūdeņošanas tehnoloģijām, turklāt ar **zemu** polimēra patēriņu;
- +Ir iespējams, ka likumdošanas attīstība veicinās notekūdeņu dūņu izmantošanu biogāzes un/vai biometāna ražošanā. Ja tas notiek, notekūdeņu dūņas biogāzes stacijām var kļūt par **vērtīgu resursu**.

Priekšrocības



- Minimālas optimizācijas iespējas;
- Jau tuvākajā laikā Latvijā gaidāmas biogāzes staciju darbību reglamentējošās likumdošanas izmaiņas. Par izmainām joprojām tiek aktīvi diskutēts, tāpēc nav zināms, tieši kādas tās būs. Tomēr pastāv risks, ka daļa biogāzes staciju var pārtraukt savu darbību, vai arī to pārprofilēt uz citiem substrātiem;
- NAI Operatori šos procesus nespēj ietekmēt, jo gandrīz visas biogāzes stacijas ir privātā īpašumā esoši uzņēmumi, kas var brīvi pieņemt lēmumus par savu turpmāko darbību;
- Biogāzes stacijām pārtraucot darbību, virknei Latvijas NAI var nākties steidzamā kārtā meklēt jaunus dūņu utilizācijas risinājumus.

Trūkumi



5.4. Transportēšana uz sadzīves cieto atkritumu poligoniem noglabāšanai vai kompostēšanai

Risinājums šobrīd Latvijā netiek izmantots, taču ir aktīvi apspriests. Vairāki sadzīves atkritumu poligoni jau ir izbūvējuši pēc atkritumu šķirošanas iegūto bioloģiski noārdāmo atkritumu kompostēšanas tuneļus. Kompostēšanas rezultātā tiek iegūta biogāze un komposts. Priekšrocības un trūkumi apkopoti 30.tabulā

30.tabula

Priekšrocības un trūkumi transportēšanai uz sadzīves cieto atkritumu poligoniem noglabāšanai vai kompostēšanai

- +Sagaidāms, ka kompostēšanas tuneļos kompostēšanas temperatūras režīms tiks visumā labi ievērots, tāpēc iegūtais komposts būs vismaz daļēji higienizēts;
- + Kopā ar bioloģisko noārdāmajiem sadzīves atkritumiem iespējams kompostēt arī atūdeņotas notekūdeņu dūņas;
- +Atūdeņoto dūņu transportēšana līdz sadzīves atkritumu poligoniem var būt samērā dārga, kas motivētu NAI Operatorus pievērst lielāku vērību dūņu atūdeņošanas kvalitātei, prasot nomainīt novecojušu aprīkojumu un uzlabojot atūdeņošanas procesa kontroli;
- +Ir iespējams, ka likumdošanas attīstība veicinās notekūdeņu dūņu izmantošanu biogāzes un/vai biometāna ražošanā. Ja tas notiek, notekūdeņu dūņas arī atkritumu poligoniem var kļūt par vērtīgu resursu.

Priekšrocības



- Nav skaidrs, vai sadzīves atkritumu poligonu apsaimniekotāji ir ieinteresēti kompostēt notekūdeņu dūņas. Šo apsaimniekotāju noteiktais dūņu pieņemšanas tarifs var būt pārāk augsts un motivēt NAI Operatorus meklēt citus dūņu utilizācijas risinājumus;
- Komposts, kas iegūts kompostējot sadzīves atkritumus, var saturēt ievērojamu daudzumu stikla un plastmasas gabalu, kas padara tā izmantošanu lauksaimniecībā neiespējamu. To varētu lietot vienīgi degradētu platību rekultivācijai;
- Pie ierobežotām komposta izmantošanas iespējām, sadzīves atkritumu poligonu apsaimniekotāji var nevēlēties pieņemt lielu daudzumu notekūdeņu dūņu.

Trūkumi



Iespējamā dūņu atūdeņošanas optimizācija: šobrīd nav skaidrs, kādas prasības atūdeņotajām dūņām var izvirzīt sadzīves atkritumu kompostētāji, tāpēc ir grūti spriest par dūņu atūdeņošanas optimizācijas iespējām.

5.5. Lokāla kompostēšana

Risinājums šobrīd Latvijā tiek izmantots tikai 2 NAI, no kurām tikai vienā tiek nodrošināta laba komposta samaisīšana un kompostēšanas temperatūras kontrole. Ir zināmi vēl daži NAI Operatori, kas kompostēšanu veic (vai plāno veikt), taču praktiski bez jebkādas kompostēšanas procesa kontroles. Priekšrocības un trūkumi apkopoti 31.tabulā.

31.tabula

Priekšrocības un trūkumi lokālai kompostēšanai

+Kompostēšana neprasa sevišķi augstu sausnas saturu atūdeņotajās dūņās, tāpēc kompostēšanai piemērotas atūdeņotas dūņas var samērā viegli sagatavot gan ar skrūves presēm, gan dekantercentrifūgām. Piemērotas dūņas var sagatavot arī ar labi noregulētām un pareizi ekspluatētām filtrpresēm;

+Lokāla kompostēšana prasa kompostēšanas lauku izbūvi, drenāžas sistēmu tajos, speciālu stirpu maisītāju iegādi un kompostēšanas procesa kontroles nodrošināšanu. Iespējams, kompostēšanu varētu veikt reģionālos centros, kas piedāvātu visu iepriekš minēto infrastruktūru. Tā kā dūņu transportēšana uz reģionāliem centriem būtu samērā dārga, NAI Operatori būtu **motivēti** kvalitatīvi atūdeņot dūņas un, ja nepieciešams, veikt investīcijas dūņu atūdeņošanas tehnoloģiskajā aprīkojumā un iekārtu operatoru apmācībā;

+Pareizi veikta kompostēšana nodrošina samērā augstu dūņu higienizācijas pakāpi, turklāt ļauj iegūt kvalitatīvu kompostu – bez stikla un plastmasas gabaliem. Organizējot reklāmas/izskaidrošanas kampaņu, varētu veicināt komposta izmantošanu.

Priekšrocības

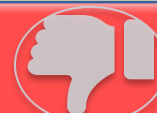


-Kompostēšana prasa lielu daudzumu pildvielu (apmēram tādu pašu apjomu, kā kompostējamās dūņas). Pildvielu iegūšana var būt problemātiska, jo piemēram, lapas ir pieejamas tikai rudenī. Zāģu skaidas vai kūdra ir vērtīgs un samērā dārgs resurss, kas padara to pielietojanu problemātisku. Dažādi pārtikas atkritumi jau tagad ir vērtīgs resurss, kurus labprāt pieņem biogāzes ražotāji. Bez pildvielām, kvalitatīva kompostēšana nav iespējama;

-Pieprasījums pēc komposta, kas iegūts kompostējot notekūdeņu dūņas, vismaz pagaidām ir zems;

-Reģionālo kompostēšanas centru izveidošana iespējama tikai tad, ja katram centram ir skaidrs un drošs pildvielu avots, kā arī apzinātas iegūtā komposta izmantošanas iespējas un ar tām saistītās izmaksas. Var būt nepieciešama arī vairāku pašvaldību vienošanās par šāda centra izbūvi, atrisinot īpašuma jautājumus, izmaksu sadali, u.c. jautājumus.

Trūkumi



5.6. Žāvēšana ar vai bez tālākas sadedzināšanas

Latvijā dūņas netiek ne žāvētas, ne dedzinātas, lai gan Lietuvā šāda prakse ir salīdzinoši populāra. Ir iespējamas vairākas risinājumu kombinācijas. Priekšrocības un trūkumi apkopoti 32.tabulā.

32.tabula

Priekšrocības un trūkumi žāvēšanai ar vai bez tālākas sadedzināšanas

+Dūņu žāvēšana augstā temperatūrā gandrīz pilnībā atrisina dūņu higienizācijas problēmas. Ja likumdošana pieprasīs sevišķi labu dūņu higienizāciju, žāvēšana var būt viens no risinājumiem, kas to var nodrošināt;

+Atūdeņoto dūņu žāvēšana, izžāvēto dūņu pārdošana lauksaimnieciskai izmantošanai vai dedzināšanai. Šāds risinājums izskatāms tur, kur ir pieejams lēts siltuma avots. Ir zināms, ka ievērojamai daļai biogāzes staciju paliek pāri neizmantots siltums. Šo siltumu varētu izmantot izrūgušu vai neizrūgušu atūdeņotu dūņu žāvēšanai;

+Dūņu žāvēšana un dedzināšana, kur izžāvētās dūņas tiek sadedzinātas un iegūtais siltums tiek izmantots dūņu žāvēšanai. Liekais izžāvēto dūņu daudzums tiek pārdots lauksaimnieciskai izmantošanai vai dedzināšanai citur. Risinājums ir populārs Vācijā, Nīderlandē un vēl dažās valstīs, jo sadedzināšana atrisina visas dūņu higienizācijas problēmas.

-Dūņu žāvēšanas un dedzināšanas risinājums neatbilst aprites ekonomikai, jo dūņas sadedzinot, tiek zaudēts nozīmīgs lauksaimnieciskais resurss. No aprites ekonomiskā viedokļa, fosfora atgūšana no dūņu dedzināšanas pelniem šobrīd nav mērķtiecīga, jo prasa pārāk lielus enerģētiskos un finanšu resursus;

-Latvijā kombinēta dūņu žāvēšana/dedzināšana varētu būt izskatāma ne vairāk kā 3 reģionālajos centros: Rīgā, Liepājā un Daugavpilī. Žāvēšanas un dedzināšanas tehnoloģija prasa ļoti lielas investīcijas un tai ir augstas ekspluatācijas izmaksas, Latvijā tā izskatāma tikai gadījumā, ja likumdošana pieprasa pilnu dūņu sterilizāciju pirms jebkādas to izmantošanas;

-Dūņu žāvēšana ir dārga tehnoloģija, kas prasītu nozīmīgas investīcijas gan dūņu žāvēšanas, gan atūdeņošanas aprīkojumā. Liela daļa Latvijas pašvaldību tādas investīcijas nespēj veikt, tāpēc būtu nepieciešama speciāla investīciju programma ar valsts un iespējams, ES atbalstu. Izžāvēto dūņu pārdošanas cena var nesegt to pašizmaksu, to pārdošanai var būt nepieciešama dotācija.

Priekšrocības



Trūkumi



Dalīta dūņu apsaimniekošana, kur daļa dūņu tiek kompostēta tuneļos, kompostēšanas procesā iegūtā biogāze tiek izmantota koģenerācijas stacijā, lielais siltums tiek izmantots atlikušās dūņu daļas žāvēšanai. Kompostētās dūņas veido kompostu, izžāvētās tiek pārdotas lauksaimnieciskai izmantošanai vai dedzināšanai.

Risinājums iespējams cieto sadzīves atkritumu poligonos, kur ir izbūvēti bioloģiski noārdāmo atkritumu (BNA) kompostēšanas tuneļi. Šobrīd gan nav veikti nekādi ekonomiskie aprēķini, kas pamatotu šāda risinājuma ekonomisko ilgtspējību.

Iespējamā dūņu atūdeņošanas optimizācija: Dūņu žāvēšana (ar sekojošu izmantošanu dedzināšanai vai lauksaimniecībā) prasa, lai izejas materiāls (atūdeņotās dūņas) būtu maksimāli sauss. Katrs lieks mitruma procents prasa lielas papildus izmaksas. Tāpēc plānojot dūņu žāvēšanu, ir kritiski svarīgi NAI pēc iespējas labāk atūdeņot liekās bioloģiskās dūņas.

Praksē tas nozīmē, ka NAI dūņu atūdeņošanas tehnoloģijās būtu nepieciešamas ļoti nozīmīgas izmaiņas. Atūdeņošana līdz 15 – 16 % sausnas vairs nebūtu pieļaujama, dūņas būtu jāatūdeņo līdz >20% sausnas, vēlams, līdz pat 25 – 27 % sausnas. Būtu nepieciešams nomainīt visas filtrpreses, iespējams, arī skrūves preses. Dekantercentrifūgu nomainības mērķtiecība būtu papildus analizējama. Atūdeņošana pēc iespējas būtu jāveic ar Bucher virzuļa presēm (skatīt 4.4.6. nodaļu "Virzuļu tipa dūņu preses"). Risinājums prasītu apjomīgas investīciju programmas izveidi.

5.7. Vispārēji ieteikumi dūņu apstrādes procesa optimizācijai

Lai optimizētu dūņu atūdeņošanas procesu, pirmkārt un galvenokārt, ir nepieciešamas zināšanas par notekūdeņu attīrīšanas procesu un dūņu atūdeņošanas iekārtām un tehnoloģijām. Kļūdas komunālo saimniecību iesniegtajās "Ūdens-2" atskaitēs, gan arī šī projekta ietvaros izsūtītajās aptaujas anketās liecina, ka **NAI personāla zināšanas** par notekūdeņu attīrīšanas un dūņu atūdeņošanas tehnoloģijām **ir nepietiekamas**.

Pastāvošā atskaitītšanās un kontroles kārtība **nespiež** NAI personālu **iedziļināties** tehnoloģijās un mēģināt tās **optimizēt**. Vairums NAI ir projektētas ar pietiekamu jaudas rezervi un to automātiskās vadības sistēmas ir pietiekami robustas lai gadiem ilgi pieļautu NAI ekspluatāciju tādā režīmā, kādā tās tika ieregulētas palaišanas laikā, neskatoties uz izmaiņām plūsmas un piesārņojuma slodzē.

Ieteikumi:

- izveidot vienotus apmācību programmu moduļus NAI personālam, kuru ietvaros veikt NAI personāla ikgadēju kompetences paaugstināšanu un zināšanu pārbaudi;
- izstrādāt rokasgrāmatu NAI personālam, kas ietvertu svarīgāko informāciju par notekūdeņu dūņu atūdeņošanas tehnoloģijām. Rokasgrāmatā būtu ietveramas arī tabulas, kas palīdzētu novērtēt iekārtu elektroenerģijas patēriņu un polimēra patēriņu;
- rokasgrāmatā varētu sniegt rekomendācijas par polimēra izvēles pamatprincipiem, tajā skaitā, prasībām, kādas izvirzāmas potenciālajiem polimēra piegādātājiem;
- šo rokasgrāmatu būtu vēlams publicēt elektroniskā formā, lai to pēc vajadzības varētu labot un papildināt. Rokasgrāmatā esošās tabulas tad būtu interaktīvas un saturētu svarīgākās tehnoloģisko aprēķinu formulas. Tabulas varētu veidot tā, lai tās būtu ērti izmantojamas likumdošanā paredzēto atskaišu sagatavošanā. Papildus varētu veidot Latvijas apstākļiem piemērotu elektronisku kalkulatoru svarīgāko bioloģiskās notekūdeņu attīrīšanas procesu, tajā skaitā dūņu atūdeņošanas, ikdienas aprēķiniem un automātiski ģenerētiem paziņojumiem par vajadzīgajām darbībām;
- pēc iespējas ieviest adaptīvas dūņu atūdeņošanas tehnoloģijas. Piemēram, vairākās Latvijas vietās jau tagad atūdeņošanas iekārtu padevē sekmīgi darbojas nepārtrauktas

darbības dūņu koncentrācijas mērītāji. Dūņu koncentrācijas datus var izmantot dūņu atūdeņošanas procesa automātiskai regulēšanai, optimizējot to.

6. Secinājumi un atūdeņošanas procesa optimizācija

Lieko bioloģisko **dūņu apsaimniekošanā** Latvijā Komunālajām saimniecībām **šobrīd** ir piešķirta samērā **liela rīcības brīvība**. Ir noteikti Latvijas apstākļos samērā viegli izpildāmi kritēriji dūņu izmantošanai lauksaimniecībā, un daļa Latvijas NAI tos izmanto, izturot atūdeņotās dūņas dūņu laukos, pirms tās tiek nodotas zemniekiem. Komunālie uzņēmumi var arī izvēlēties dūņas nodot zemniekiem izturēšanai savos dūņu laukos vai arī nodot uz raudzēšanu biogāzes staciju metāntenkos. Šādai plašai rīcības brīvībai ir kā priekšrocības, tā arī trūkumi. Esošo darbu kārtību var raksturot šādi:

- brīvas izvēles iespējas ļauj komunālajiem uzņēmumiem būt elastīgiem un katrā konkrētajā vietā atrast optimālo dūņu apsaimniekošanas risinājumu. Risinājums, kas labi der reģionā ar labi attīstītu lauksaimniecību, var būt pilnīgi nepiemērots kūrortpilsētai;
- komunālās saimniecības par optimālajiem atzīs vislētākos risinājumus. Lēti dūņu apsaimniekošanas risinājumi ļauj izvairīties no ūdensapgādes tarifu celšanas, kas (ņemot vērā daļas iedzīvotāju maksātspēju) varētu būt problemātiska;
- pateicoties iespējai atrast katram konkrētajam gadījumam optimālus dūņu apsaimniekošanas risinājumus, NAI operatori tiem pieskaņo lieko dūņu atūdeņošanas metodikas. Praktiski nekur NAI operatori nav ieinteresēti maksimāla sausnas satura sasniegšanā atūdeņotajās dūņās, jo tālākajā dūņu apsaimniekošanā tam nav nozīmes. Tā vietā operatori cenšas samazināt atūdeņošanas izmaksas, pirmkārt, cenšoties samazināt polimēra patēriņu;
- lielākajā daļā NAI joprojām darbojas tās dūņu atūdeņošanas iekārtas, kādas tām tika piegādātas 1998. – 2012.g. Latvijas NAI intensīvas rekonstrukcijas periodā. NAI operatori lieto iekārtas, kas ir viņu rīcībā un pieskaņo risinājumus esošajām tehnoloģiskajām iespējām;
- pastāv sinerģija starp lauksaimniecības sektoru un komunālo uzņēmumu dūņu apsaimniekošanas metodiku. Vai nu tiešā veidā (pēc izturēšanas dūņu laukos) vai netiešā (ar digestātu pēc raudzēšanas metāntenkos), gandrīz visas Latvijā saražotās dūņas tiek izmantotas lauku mēslošanai. Komunālie uzņēmumi lēti atbrīvojas no dūņām, lauksaimnieki saņem lētu mēslojumu. Mēslojuma lētums atsvēr tā trūkumus (konsistence, ne vienmēr optimāls sastāvs konkrētajam pielietojumam);
- eksistē arī zināma daļa negodprātīgu NAI operatoru, kas ļaunprātīgi izmanto piešķirto rīcības brīvību un cenšoties samazināt dūņu apsaimniekošanas izmaksas, neievēro pat esošos normatīvus un labas prakses principus.

Jāsecina, ka dūņu apsaimniekošanas modelis Latvijā ir samērā stabils. Ja vien šo stabilitāti neizjauks kādi ārēji faktori, piemērojot aktīvāku kontroli negodprātīgo operatoru izskaušanai, to var uzskatīt par pietiekami ilgtspējīgu. Modelis atspoguļo finansiālo situāciju, kādā atrodas lielākā daļa pašvaldību komunālo uzņēmumu, jo prasa izvēlēties nedārgus risinājumus.

Esošā modeļa optimizēšanai var minēt sekojošus risinājumus:



- pirmkārt, jārisina jautājums par mazo NAI lieko dūņu apsaimniekošanu. Tieši šajā sektorā ir visvairāk negodprātīgu operatoru un labas prakses pārkāpumu. Paredzot atbilstošas investīcijas un organizējot atbalsta programmu, mobilas atūdeņošanas iekārtas un reģionālo dūņu apstrādes centru paplašināšana varētu būt viens no risinājumiem;
- nepieciešams pilnveidot dūņu apsaimniekošanas kontroles mehānismu, tajā skaitā ieviest precīzāku un pārbaudāmu atskaitīšanās metodiku;
- nepieciešama izglītojoša programma par labu dūņu apsaimniekošanas praksi.

Tā kā šobrīd par labu lieko dūņu apsaimniekošanas praksi norit diskusijas ES mērogā, iespējams, ka ES mērogā pieņemtie lēmumi ietekmēs Latvijā pastāvošo dūņu apsaimniekošanas modeli. Šobrīd nav iespējams prognozēt, tieši kā attīstīties dūņu likumdošana, taču indikācijas liecina, ka var tikt izvirzītas papildus prasības dūņu higienizācijai. Prasību diapazons var svārstīties, piemēram, no pasterizācijas pirms digestāta izmantošanas lauksaimniecībā, līdz pilnīgam dūņu izmantošanas lauksaimniecībā aizliegumam. Atkarībā no tā, kura pieeja dominēs ES likumdošanā un cik liela rīcības brīvība tiks atļauta nacionālā mērogā, atkarīgs tas, kādas izmaiņas būs nepieciešamas Latvijas lieko dūņu apsaimniekošanas modelī.

7. Izmantotie avoti

1. Interneta avots -
https://en.wikipedia.org/wiki/Activated_sludge#/media/File:Mikrofoto.de-Belebtschlamm_6.jpg
2. Pēc Fytli, D. & Zabaniotou, A., 2008. "Utilization of sewage sludge in EU application of old and new methods--A review," Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier, vol. 12(1), pages 116-140.
3. <https://www.wateronline.com/doc/math-solutions-activated-sludge-process-control-calculations-0001>
4. Brix, H. Sludge Dewatering and Mineralization in Sludge Treatment Reed Beds, *Water*, 2017, 9(3), 160.
5. Pilsētas "J" NAI dokumentācija.
6. www.huber.de
7. www.teknofanghi.it
8. econetgroup.fi
9. gea.com
10. www.bucherunipektin.com

1.pielikums

Pārskats par notekūdeņu dūņu atūdeņošanas aprīkojumu un atūdeņošanas izmaksām (anketa)

0	Apdzīvotā vieta			norādīt apdzīvotās vietas nosaukumu
00	Bioloģiskās notekūdeņu attīrīšanas iekārtas			norādīt notekūdeņu attīrīšanas iekārtu nosaukumu (ja tāds ir)
Pārskats par notekūdeņu dūņu atūdeņošanas aprīkojumu un atūdeņošanas izmaksām				
Informācija par notekūdeņu dūņu atūdeņošanas iekārtām				Piezīmes
1	Lieko dūņu atūdeņošanas iekārta			Izmantojiet izvēlnē piedāvātos variantus
1.1	Iekārtas ražotājfirma			
1.2	Iekārtas modelis			
1.3	Iekārtas nominālā jauda ar 1% dūņām		m ³ /h	
1.4	Faktiskā jauda, ar kādu tiek ekspluatēta iekārta		m ³ /h	Lūdzu, norādīt, ja iekārta tiek ekspluatēta ar jaudu, kas mazāka par nominālo
1.5	Vidējās darba stundas gadā		h	Norādīt kopējo atūdeņošanas iekārtu darba stundu gadā (ja nav precīzu datu, tad aptuvena aplēse no iekārtu ikdienas darbības plāna)
1.6	Dūņu noņemšanas princips			Izmantojiet izvēlnē piedāvātos variantus. Ja tiek izmantots cits princips, lūdzu, paskaidrojiet.
1.7	Iekārtas uzstādītā elektriskā jauda			Var nenorādīt, ja elektroenerģijas patēriņš dūņu atūdeņošanai tiek atsevišķi uzskaitīts. Tad, lūdzu, norādiet dūņu atūdeņošanas elektrības patēriņu pa gadiem rindīnās 5.1 - 5.3. Ja atūdeņošanas elektroenerģijas patēriņš atsevišķi netiek uzskaitīts, lūdzu, norādiet šeit <u>tikai</u> atūdeņošanas iekārtas uzstādīto elektrisko jaudu. Perifēro iekārtu (dūņu sūkņu, polimēra mašīnas) patēriņš te nav jāiekļauj.

Gadījumā, ja uzņēmumā uzstādītas vairākas dūņu atūdeņošanas iekārtas, lūdzu, tabulas beigās ievadīt informāciju arī par 2. un 3. iekārtu (ja tāda ir - rindīnās 1.8 - 1.22).

Informācija par notekūdeņu dūņu atūdeņošanas un utilizācijas izmaksām				Piezīmes
2	Izmantotais polimēra tips			Izmantojiet izvēlnē piedāvātos variantus
3.1	Iepirktais polimēra daudzums 2017. g.		kg	
3.2	Iepirktais polimēra daudzums 2018. g.		kg	
3.3	Iepirktais polimēra daudzums 2019. g.		kg	
4.1	Summa, par kādu iepirkts polimērs 2017. g.		€ (bez PVN)	
4.2	Summa, par kādu iepirkts polimērs 2018. g.		€ (bez PVN)	
4.3	Summa, par kādu iepirkts polimērs 2019. g.		€ (bez PVN)	
5.1	Elektroenerģijas patēriņš dūņu atūdeņošanai 2017. g.		kWh	
5.2	Elektroenerģijas patēriņš dūņu atūdeņošanai 2018. g.		kWh	
5.3	Elektroenerģijas patēriņš dūņu atūdeņošanai 2019. g.		kWh	

6.1	Elektroenerģijas cena 2017. g.		€/kwh	
6.2	Elektroenerģijas cena 2018. g.		€/kwh	
6.3	Elektroenerģijas cena 2019. g.		€/kwh	
7.1	Atūdeņoto dūņu utilizācijas izmaksas 2017. g.		€ (bez PVN)	
7.2	Atūdeņoto dūņu utilizācijas izmaksas 2018. g.		€ (bez PVN)	
7.3	Atūdeņoto dūņu utilizācijas izmaksas 2019. g.		€ (bez PVN)	
8.1	Atūdeņoto dūņu utilizācijas veids 2017. g.			Lūdzu, norādiet dūņu utilizācijas veidu. Gadījumā, ja dūņas tiek utilizētas vairākos veidos, lūdzu, norādiet galvenos utilizācijas veidus. Piemēram, kompostēšana, svaigi atūdeņotas dūņas tiek nodotas zemnieku saimniecībai, izturētas dūņas tiek atdotas zemnieku saimniecībai, svaigi atūdeņotas dūņas tiek nodotas biogāzes stacijai, citi veidi (norādot veidu).
8.2	Atūdeņoto dūņu utilizācijas veids 2018. g.			
8.3	Atūdeņoto dūņu utilizācijas veids 2019. g.			

Informācija par 2. atūdeņošanas iekārtu				
1.8	Lieko dūņu atūdeņošanas iekārta			Izmantojiet izvēlnē piedāvātos variantus
1.9	Iekārtas ražotājs			
1.10	Iekārtas modelis			
1.11	Iekārtas ražošanas gads			
1.12	Iekārtas nominālā jauda ar 1% dūņām		m ³ /h	
1.13	Faktiskā jauda, ar kādu tiek ekspluatēta iekārta		m ³ /h	Lūdzu, norādīt, ja iekārta tiek ekspluatēta ar jaudu, kas mazāka par nominālo
1.14	Vidējās darba stundas gadā		h	
1.15	Iekārtas uzstādītā elektriskā jauda		kW	
Informācija par 3. atūdeņošanas iekārtu				
1.16	Lieko dūņu atūdeņošanas iekārta			Izmantojiet izvēlnē piedāvātos variantus
1.17	Iekārtas ražotājs			
1.18	Iekārtas modelis			
1.19	Iekārtas nominālā jauda ar 1% dūņām		m ³ /h	
1.20	Faktiskā jauda, ar kādu tiek ekspluatēta iekārta		m ³ /h	Lūdzu, norādīt, ja iekārta tiek ekspluatēta ar jaudu, kas mazāka par nominālo
1.21	Vidējās darba stundas gadā		h	
1.22	Iekārtas uzstādītā elektriskā jauda		kW	

Integrētais projekts "Latvijas upju baseinu apsaimniekošanas plānu ieviešana labā virszemes ūdens stāvokļa sasniegšanai" (LIFE GOODWATER IP, LIFE18 IPE/LV/000014) ir saņēmis finansējumu no Eiropas Savienības LIFE Programmas un Latvijas vides aizsardzības fonda. www.goodwater.lv

Šī informācija atspoguļo tikai LIFE GOODWATER IP projekta partneru viedokli un Eiropas Komisijas Mazo un vidējo uzņēmumu izpildaģentūra neatbild par to kā tiek izmantota šeit paustā informācija.