




Notekūdeņu attīrīšana, izmantojot membrānu tehnoloģijas II (membrānu tehnoloģiju problēmas un to modernie risinājumi)

MIHAILS PUPINŠ

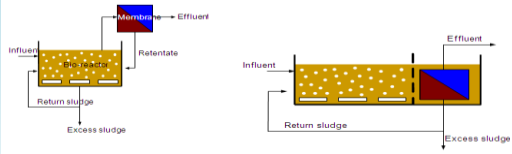
Profesionālo zināšanu un prasmju attīstīšana notekūdeņu apsaimniekošanas jomā
 VVD reģionālo vides pārvalžu speciālistiem







Membrānu bioreaktors (MBR)

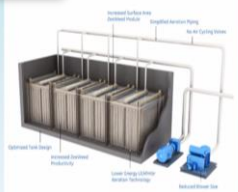
- Membrānu bioreaktors (MBR) ir tehnoloģija un iekārta (aprikojums), kur membrānas filtrācijas procesi, piemēram, mikrofiltrācijas vai ultrafiltrācijas, ir kombinēti ar notekūdeņu bioloģiskās attīrīšanas tradicionālo procesu - aktīvo dūņu izmantošanu.



SADARBĪBAS PROJEKTS VIDES POLITIKAS VEIDOŠANAI UN ĪSTENOŠANAI NR. 1-08/162/2020 2021. gada 21. maijs

Membrānu bioreaktoru pielietojums



Vietas, kur ir ļoti ierobežota pieejama teritorija.

- Ļoti apņemasnīga un tehnoloģiska.
- Dūņu koncentrācija 3 - 4 reizes lielāka, nekā klasiskā bioreaktori, tāpēc mazākas tvertnes.

Vietās, kur iespējamas kravas pārslogojuma slodzes svārstības vai citi tehnoloģiskā attīrīšanas nelabvēlīgi apstākļi, jo:

- Dūņu uzturēšana nerada MBR problēmas.
- Dūņu uzkrāšanās faktori nav iespējami.

Īsti:

- MBR prasa lielas investīcijas, jo samērā dārga ir dūņu.
- Nepieciešama laba notekūdeņu mehāniskā priekšattīrīšana.
- MBR prasa augstas eksploatācijas izmaksas (intensīva uzturēšana, samērā īsā kalpošanas laiks, membrānu periodiska izmaiņa).
- Prasa kvalificētos apkopjojo personālu un precīzu tehnoloģiskā režīma ieviešanu.

Secinājums:
 MBR ir jāizmanto tikai tad, kur citas tehnoloģijas kāda iemesla dēļ nav iespējamas vai nav līdzsvarīgi pārdomātas.

SADARBĪBAS PROJEKTS VIDES POLITIKAS VEIDOŠANAI UN ĪSTENOŠANAI NR. 1-08/162/2020 2021. gada 21. maijs

MBR priekšrocības un Problēmas

Membrānas bioreaktoru galvenās priekšrocības

- + augsta attīrīšanas kvalitāte
- + neliela zemes platība
- + ērta vadība
- + aktīvo dūņu ekosistēmas saglabāšana

Membrānas bioreaktoru galvenie trūkumi

- **MEMBRĀNAS AIZSĒRĒŠANA**
- aizsērējumu novēršana
- membrānu un filtrācijas un attīrīšanas procesu izmaksas

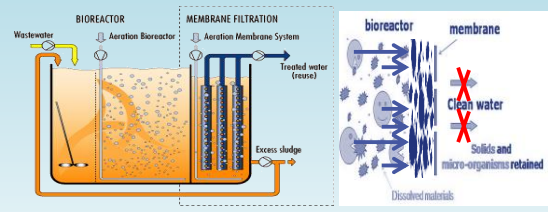


Original membrane Fouled membrane

Latvijas Vides aizsardzības centrs Vides Vēstis dienests

SADARBĪBAS PROJEKTS VIDES POLITIKAS VEIDOŠANAI UN ĪSTENOŠANAI NR. 1-08/162/2020 2021. gada 21. maijs 4

MBR membrānas piesārņošana



Wastewater → Aeration Bioreactor → Membrane Filtration System → Treated water (reuse)

Excess sludge

bioreactor membrane

Clean water

Solids and micro-organisms retained

Dissolved materials

Latvijas Vides aizsardzības centrs Vides Vēstis dienests

SADARBĪBAS PROJEKTS VIDES POLITIKAS VEIDOŠANAI UN ĪSTENOŠANAI NR. 1-08/162/2020 2021. gada 21. maijs 5

Membrānas piesārņojums

- Membrānas piesārņojums rodas no **mijiedarbības** starp **membrānas materiālu** un **aktīvo dūņu skāidruma sastāvdaļām**, kas ietver bioloģiskos *flokus*, kā veido liels skaits dzīvīgu vai mirušo mikroorganismu, kā arī šķīstosos un koloidālos savienojumus.
- Suspendētajai biomasai **nav fiksēta** sastāva, un tā mainās gan ar *barības* *iedens* sastāvu, gan izmantotajiem MBR darbības *apstākļiem*.
- Tādējādi, lai gan ir publicēti daudzi membrānas **piesārņojuma pētījumi**, **dažādie** darbības apstākļi, dažādās izmantotās **analītiskās metodes** un **ierobežotā** informācija, kas norādīta lielākajā daļā pētījumu par suspendēto biomasas sastāvu, **apgrūtina** membrānas piesārņošanas vispārīgo algoritmu noteikšanu. Īpaši attiecībā uz membrānas piesārņošanu iegremdētajos MBR.



Latvijas Vides aizsardzības centrs Vides Vēstis dienests

SADARBĪBAS PROJEKTS VIDES POLITIKAS VEIDOŠANAI UN ĪSTENOŠANAI NR. 1-08/162/2020 2021. gada 21. maijs 6

Membrānas piesārņojumu pamata veidi

Piesārņojumi

- koloidālie (māls),
- bioloģiskie (baktērijas, sēnītes),
- organiskie (eļļas, humīni)
- minerālie (minerālu nogulsnes)

Piesārņošana

- atgrieziena (var noņemt fiziski vai citādi)
- neatgrieziena (nevar noņemt fiziski)

colloidal fouling organic fouling
 scaling biofouling

Latvijas Vides aizsardzības centrs Sadarbības projekts vides politikas veidošanai un īstenošanai Nr. 1-08/162/2020 2021. gada 21. maijs 7

Membrānu filtrācija piesārņošana

Pamata membrānas procesi:

- mikrofiltrācija (MF),
- ultrafiltrācija (UF),
- nanofiltrācija (NF),
- reversā osmoze (RO).

Filtrācijas diapazoni šīm membrānām ir šādi:

- 100 - 1000 nm MF,
- 5 - 100 nm UF,
- 1 - 5 nm NF,
- 0,1 - 1 nm RO.

Suspended Solids
 Bacteria
 Viruses
 Trace Organics MW>100
 Trace Organics MW<100
 Trace Organics MW<100
 Water
 Trace Organics MW<100

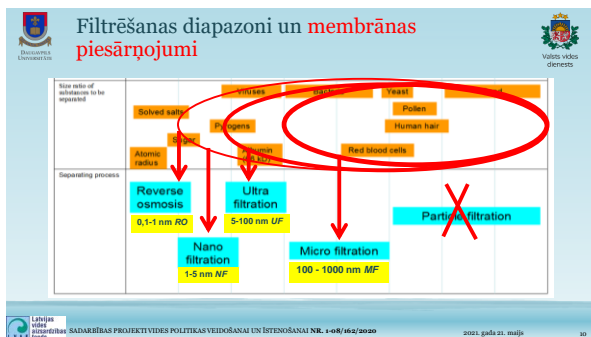
Latvijas Vides aizsardzības centrs Sadarbības projekts vides politikas veidošanai un īstenošanai Nr. 1-08/162/2020 2021. gada 21. maijs 8

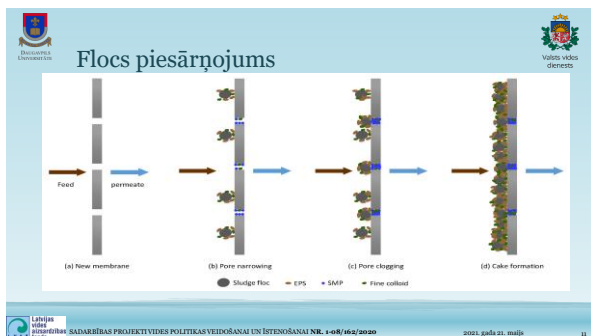
Membrānas aizsērējuma stadijas

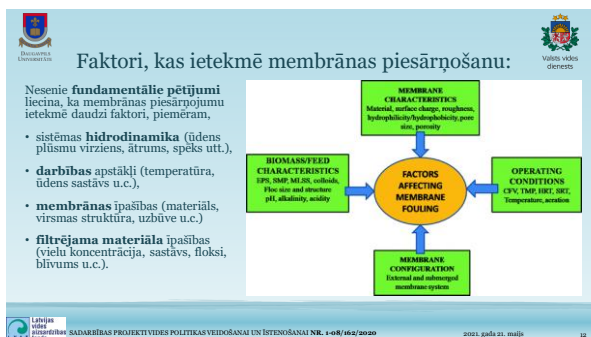
1) jauna membrāna; 2) poru aizsērējums; 3) poru nobloķēšana; 4) «kūkas» stadija; 5) attīrīta membrāna

Backwashing

Latvijas Vides aizsardzības centrs Sadarbības projekts vides politikas veidošanai un īstenošanai Nr. 1-08/162/2020 2021. gada 21. maijs 9







Membrānas piesārņošanas pirmsprofilakse (kombinācijas MF / UF + RO)

- Bioreaktors
- + Mikrofiltrācija
- + Ultrafiltrācija
- + Reversa Osmoze

Latvijas Vides aizsardzības fonda logo, Sadarbības projekta vides politikas veidošanai un īstenošanai Nr. 1-08/162/2020, 2021. gada 21. maijs, 13.

Piesārņošanas profilakse bioreaktorā

- **Darbības apstākļi** membrānas filtrēšanas laikā ir arī vitāli svarīgi, jo tie var ietekmēt piesārņojuma apstākļus filtrēšanas laikā.
- Piemēram, **šķērslūspūsmas filtrēšanai** bieži tiek dota priekšroka nevis **strupecļa** filtrēšanai, jo filtrēšanas laikā radītā turbulence rada plānāku nogulsnes slāni un tādējādi samazina piesārņojumu.
- Dažās lietojumprogrammās, piemēram, daudzās MBR lietojumprogrammās, gaisa mazgāšana tiek izmantota, lai veicinātu turbulenci membrānas virsmā.

Latvijas Vides aizsardzības fonda logo, Sadarbības projekta vides politikas veidošanai un īstenošanai Nr. 1-08/162/2020, 2021. gada 21. maijs, 14.

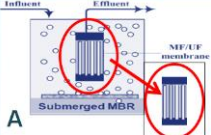
MBR membrānas attīrīšanas veidi

- Ir nepieciešama papildu aerācija, lai nodrošinātu **membrānu tīrīšanu ar gaisu/kustībām**, lai samazinātu piesārņojumu.
- Sistēmās, kur membrānas atrodas atsevišķā tvertnē, atsevišķus membrānu blokus var **izolēt**, lai veiktu membrānu tīrīšanu.

Latvijas Vides aizsardzības fonda logo, Sadarbības projekta vides politikas veidošanai un īstenošanai Nr. 1-08/162/2020, 2021. gada 21. maijs, 15.

Membrānu attīrīšana tīrīšanas blokā

- Jā membrānas ir uzstādītas bioreaktorā, **membrānas modulis izņem no reaktora un pārvietots uz tīrīšanas bloku.** Obligāti jāņem vērā, ka pārmērīgi augsts suspendēto cieto vielu daudzums var padarīt aerācijas sistēmu ne tik efektīvu un samazināt membrānas apstrādāto ūdens plūsmu.
- Šāda veida risinājumi ir plaši izplatīti lielāka mēroga MBR vienībās, kur parasti tiek izmantota **iekšēja / iegremdētā MBR konfigurācija**, jo membrānas relatīvās izmaksas ir augstākas nekā nepieciešamo papildu tvertņu izmaksas.

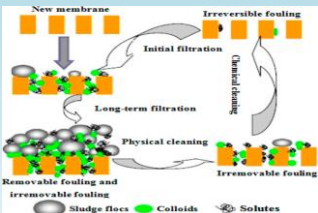


A

Latvijas Aizsardzības fonda logo, Sadarbības projekta vides politikas veidošanai un īstenošanai Nr. 1-08/162/2020, 2021. gada 21. maijs, 16.

Membrānas attīrīšanas veidi un cikls

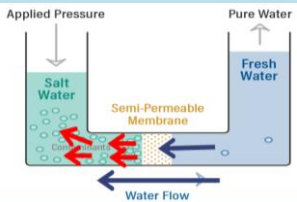
- Atgriezenisku piesārņojumu** var noņemt ar spēcīgu (bīdes) kustību spēku vai pretmazgāšanu.
- Neatgriezeniska piesārņošana** ir spēcīga daļiņu piesitprīšanās, ko nevar noņemt ar fizisku tīrīšanu.
- Spēcīgas piesārņojošā slāņa matricas veidošanās** ar izšķīdušo vielu nepārtraukto filtrēšanu radīs atgriezeniskas piesārņošanas pārveidošanos par neatgriezenisku piesārņojuma slāni.



Latvijas Aizsardzības fonda logo, Sadarbības projekta vides politikas veidošanai un īstenošanai Nr. 1-08/162/2020, 2021. gada 21. maijs, 17.

Membrānu attīrīšanas pamata risinājumi: pretskalošanas sistēma

- Membrānas var būt plakanas vai cauruļveida vai abu kombinācijas, un tajās var būt iekļauta pretskalošanas sistēma, kas samazina membrānas virsmas netīrumus, sūkņojot šķidrumu atpakaļ caur membrānu.



Latvijas Aizsardzības fonda logo, Sadarbības projekta vides politikas veidošanai un īstenošanai Nr. 1-08/162/2020, 2021. gada 21. maijs, 18.

Gaisa izraisīta šķērsplūsma

- Gaisa izraisīta **šķērsplūsma** iegremdētā MBR, var efektīvi noņemt vai vismaz samazināt piesārņojošo slāni uz membrānas virsmas.
- Nesenā pārskatā ir ziņots par jaunākajiem atklājumiem par aerācijas pielietojumu iegremdētās membrānas konfigurācijā un aprakstīts gāzes burbuļošanas piedāvāto veiktspējas uzlabojumu un ir noteikts **optimālais gaisa plūsmas ātrums**, ar kura turpmāka aerācijas palielināšana neietekmē piesārņojuma noņemšanu
- aerācijas ātruma** izvēle ir galvenais parametrs MBR konstrukcijā.

Latvijas Vides aizsardzības departaments
 SADAARBĪBAS PROJEKTS VIDES POLITIKAS VEIDOŠANAI UN ĪSTENOŠANAI NR. 1-08/162/2020
 2021. gada 21. maijs 19

Ķīmiskā attīrīšana

- Ķīmiski** uzlabota skalošana (*katru dienu*);
- Tīrīšana ar **lielāku** ķīmisko vielu koncentrāciju (*katru nedēļu*);
- Intensīva** ķīmiskā tīrīšana (*vienu vai divas reizes gadā*).
- Normālos apstākļos dominējošie tīrīšanas līdzekļi paliek **nātrija hipohlorīts** (NaOCl) un **citronskābe** (2-hidroksipropān-1,2,3-trikarbonskābe, $HOOC-CH_2-C(COOH)(OH)-CH_2-COOH$).

Latvijas Vides aizsardzības departaments
 SADAARBĪBAS PROJEKTS VIDES POLITIKAS VEIDOŠANAI UN ĪSTENOŠANAI NR. 1-08/162/2020
 2021. gada 21. maijs 20

Ķīmiskā tīrīšana

- Katram no četriem galvenajiem pasaules MBR piegādātājiem (*Kubota, Evoqua, Mitsubishi un GE Water*) ir savas **ķīmiskās tīrīšanas receptes**, kas galvenokārt atšķiras pēc **koncentrācijas un metodēm**.
- MBR piegādātājiem ir raksturīgi **pieļāgot īpašus protokolus ķīmiskajai tīrīšanai** (t.i. ķīmiskās koncentrācijas un tīrīšanas frekvences) **atsevišķām iekārtām**.
- Patentēti **pretapaugšanas līdzekļi** piemēram, Nalco Membrane Performance Enhancer Technology.

Latvijas Vides aizsardzības departaments
 SADAARBĪBAS PROJEKTS VIDES POLITIKAS VEIDOŠANAI UN ĪSTENOŠANAI NR. 1-08/162/2020
 2021. gada 21. maijs 21



Paldies par uzmanību!



 SARDAKĀRĪBAS PROJEKTI VIDES POLITIKAS VEIDOŠANAI UN ĪSTENOŠANAI NR. 1-08/162/2020 2021. gada 21. maijs 22
