

MĀKSLĪGIE MITRĀJI ŪDENS PIESĀRŅOJUMA SAMAZINĀŠANAI



2012

Mg.sc.ing. Linda Grinberga
Dr.sc.ing. Viesturs Jansons

Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Lauku inženieru fakultāte
Vides un ūdenssaimniecības katedra

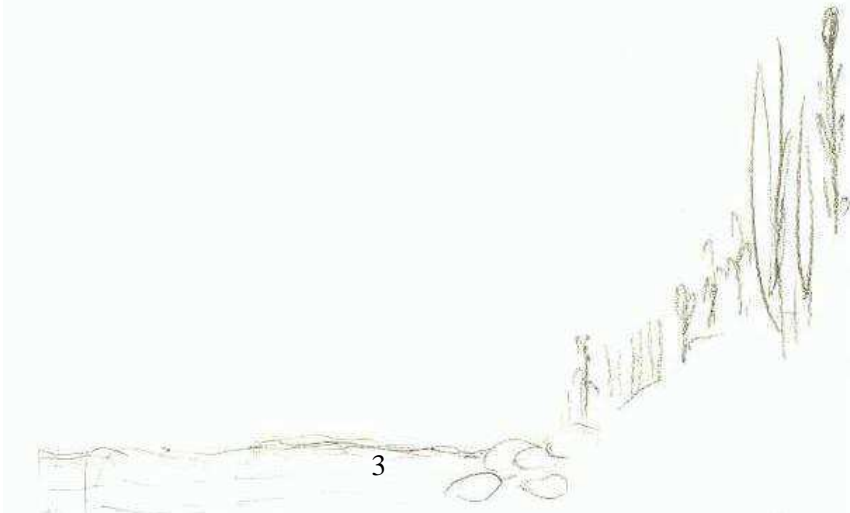
MĀKSLĪGIE MITRĀJI ŪDENS PIESĀRŅOJUMA SAMAZINĀŠANAI

Šis izdevums veidots Baltijas jūras izaicinājuma programmas ietvaros, lai attīstītu brīvprātīgas Baltijas jūras aizsardzības funkciju lokālā mērogā Latvijas pilsētās un pašvaldībās. Lai mazinātu negatīvo antropogēno ietekmi uz jūru, nepieciešama konkrēta rīcība. Izdevumā doti piemēri lauksaimniecības noteces, sadzīves un lietus notekūdeņu kvalitātes uzlabošanai izmantojot mākslīgos mitrājus.

Jelgava, 2012

Saturs

1. Ievads	4
2. Notekūdeņu apsaimniekošana tīrākai Baltijas jūrai	5
3. Mitrāji dabā.....	7
4. Bioloģiskā daudzveidība mitrājā.....	9
5. Mākslīgā mitrāja jēdziens	11
6. Mākslīgo mitrāju iedalījums	13
7. Virszemes plūsmas mitrāji.....	14
• Mākslīgie mitrāji lauksaimniecības noteces attīrīšanai	16
8. Pazemes plūsmas mitrāji.....	23
• Mākslīgie mitrāji sadzīves notekūdeņu attīrīšanai.....	23
a) Mitrājs ar horizontālu filtrāciju.....	30
b) Mitrāji ar vertikālu filtrāciju	33
9. Mākslīgie mitrāji ar mainīgu vidi	36
• Mākslīgie mitrāji lietus notekūdeņu uzkrāšanai un attīrīšanai	37
Izmantotā literatūra	40



1. Ievads

Daba ir izveidojusi vienotu, sarežģītu sistēmu, lai nodrošinātu mūsu dzīvības procesus. Ja viens ir plēsējs, tad otrs ir medījums, kas kādam ir barība, citam ir mājvieta, cik vienam patīk gaisma, tik citam tumsa. Dzīvība uz Zemes ir radusies ūdenī un bez ūdens tā nevarētu pastāvēt, katrā mūsu šūnā ir ūdens, tas ir vidē ap mums un pat gaisā, ko elpojam. Zinātne uzskata, ka ūdens, tas ir divas ūdeņraža un viena skābekļa molekula. Ūdens ir labākais zināmais šķīdinātājs, turklāt mums ūdens resursi šķiet neizsmeļami un viegli pieejami.

Bez vispārzināmā pastāv arī līdz galam neizpētīts uzskats, ka ūdenim ir atmiņa jeb spēja uzņemt un uzglabāt informāciju vārda, skaņu, emociju veidā. Jau no seniem laikiem ūdenim piedēvētas brīnumainas spējas, tas ticis apvārdots atkarībā no vārdotāja reliģiskās un etniskās piederības. Cilvēks vēl turpina meklēt sev pieņemamus pierādījumus ūdens dziednieciskajam spēkam. Mēs uztveram ūdeni kā neizsīkstošu vērtību, īpaši Latvijas teritorijā, kur netrūkst kvalitatīvs dzeramais ūdens gan no virszemes, gan pazemes ūdens krājumiem. Diemžēl mēs pārāk reti aizdomājamies par savu personīgo attieksmi pret ūdeni kā dzīvības uzturētāju.

Netīrā ūdens spainis, ko izlejām sētmalē nepalikis turpat zemē. Daļa no tā iztvaikos un pārvietosies tvaika veidā pa gaisu līdz atmosfēras zemākajiem slāņiem, kur kondensēsies pilienos, lai nolītu citā pasaules malā. Daļa infiltrēsies augsnē un pārvietosies pa pazemes ūdens slāņiem līdz tuvākajam strautiņam, līdz upei, līdz pašai jūrai. Atkarībā no tā, kādas vielas bija piejauktas mūsu netīrajam ūdenim, jūrā nonākušas un sasummējušās ar citu piesārņojumu tās var agrāk vai vēlāk izjaukt nestabilo līdzsvaru jūras ūdeņos. Rezultātā peldēties jūrā mums traucēs piekrastē izskalotas pūstošas aļģes, zivis slāps no skābekļa trūkuma un izdzīvojušo lašu lietošana uzturā apdraudēs mūsu veselību. Nepietiek tikai piekrietoši pamāt, kad jums stāsta par katra indivīda iespēju pasargāt vidi no cilvēku darbības kaitīgās ietekmes. Ir jāmeklē un jāizmanto katram sava iespēja parūpēties par to, lai mūsu rīcības sekas negatīvi neietekmētu nākamās paaudzes. Šajā izdevumā dots ieskats videi draudzīgā ūdens resursu apsaimniekošanā, izmantojot mākslīgos mitrājus.

2. Notekūdeņu apsaimniekošana tīrākai

Baltijas jūrai

Eitrofikācija jeb pārmērīga aļģu attīstība, pateicoties augu barības vielu (biogēno elementu) koncentrācijas pieaugumam, ir viena no nozīmīgākajām Baltijas jūras problēmām. Baltijas jūras vides aizsardzības komisijas ziņojumā par Baltijas jūras piesārņojumu periodā no 1994. līdz 2008. gadam uzrādītie dati liecina, ka tikai 5% no kopējā slāpekļa piesārņojuma nonāk tieši Baltijas jūras ūdeņos, pārējie 95% slāpekļa savienojumi tiek ievadīti kopā ar ieplūstošo noteci no upju baseiniem. Upju ūdeņi iepludinājuši Baltijas jūrā arī ap 92% fosfora savienojumu. Fosfora un slāpekļa savienojumi nonāk dabas ūdeņos gan cilvēka saimnieciskās darbības rezultātā, gan arī kā dabiskā piesārņojuma noplūdes. Vislielākās augu barības vielu (jeb biogēno elementu) koncentrācijas notecē konstatētas reģionos ar augstu iedzīvotāju blīvumu, attīstītu rūpniecību un intensīvu lauksaimniecisko darbību. Slāpekļlis un fosfors nerada tiešu kaitējumu jūras organismiem vai cilvēkam, taču pārmērīga šo elementu savienojumu koncentrācija ūdenī un eitrofikācija var izjaukt visas ūdeņu ekosistēmas līdzsvaru (HELCOM, 2011).

Baltijas jūru no Ziemeļjūras atdala reljefa izveidots sliekšnis, pār kuru nenotiek regulāra un intensīva ūdens pieplūde no pasaules okeānu sistēmas. Tādējādi Baltijas jūra ir jūtīgāka pret piesārņojumu, jo tai ir kavēta ūdens apmaiņa ar Ziemeļjūru un Atlantijas okeānu, un ir neliela iespēja atšķaidīt piesārņojumu, kas pastāvīgi ieplūst no pieguļošajām teritorijām. Ūdens krājums jūrā tiek papildināts galvenokārt no jūrā ieplūstošo upju ūdeņiem. Kopš 1800. gadiem Baltijas jūra no oligotrofiskas tīra ūdens jūras ir kļuvusi par eitrofisku jūras vidi (HELCOM, 2000).

Dānija, Somija, Zviedrija, Baltijas valstis, Polija, Krievija, Baltkrievija, Vācija – visas šīs valstis ir atbildīgas par piesārņojuma līmeni Baltijas jūrā. Piesārņojošās vielas jūrā nonāk no lauksaimniecības zemēm un nosusināšanas sistēmām, neattīrītiem vai nepietiekami attīrītiem pilsētu sadzīves kanalizācijas sistēmu ūdeņiem, piesārņotu rūpniecības notekūdeņu veidā un pat lietus notekūdeņu veidā, jo tie

satur putekļus un nesadegušus naftas produktus no autoceļiem un automašīnu stāvvietām.



1. attēls. Baltijas jūras krasts „Zilā karoga pludmale”, Ventspils.

Visu Baltijas jūrā ieplūstošo upju ūdeņu attīrīšanai vajadzētu tehniski un finansiāli pārāk grandiozus risinājumus, daudz pareizāk ir rūpēties, lai upēs ieplūstošo ūdeņu kvalitāte būtu pietiekami augsta. Tas neradītu kaitējumu videi, uzlabotu ūdeņu kvalitāti vai vismaz saglabātu jūru pieejamu arī mūsu bērniem, tādu, kāda tā šodien sastopama atsevišķās pludmalēs (1. attēls). Lai novērstu piesārņojošo vielu iekļūšanu upēs, viens no risinājumiem būtu pietiekami attīrīt notekūdeņus pirms to ievadīšanas virszemes dabas ūdeņos kā upes, ezeri, dīķi, utt.

Turpinājumā aprakstītie mākslīgie mitrāji ir izmantojami gan kā individuālas notekūdeņu attīrīšanas ietaises, gan kā papildus pēcattīrīšanas ietaises, ko izmanto ūdens kvalitātes uzlabošanai papildinot cita veida bioloģiskajās, mehāniskajās vai ķīmiskajās attīrīšanas metodes.



3. Mitrāji dabā

Mitrājs ir tipiska un izplatīta ūdeņu ekosistēma Latvijas klimatiskajos un hidroloģiskajos apstākļos. Saskaņā ar Ramsāres konvencijas 1. pantu, mitrāji ir palienes, zāļu un kūdras purvi vai ūdeņu platības - dabiskas vai mākslīgas, pastāvīgas vai pārplūstošas, kurās ir stāvošs vai tekošs ūdens, saldūdens, iesāļš vai sāļš ūdens, t.sk. jūras akvatorijas, kuru dziļums bēguma laikā nepārsniedz 6 metrus (Ramsar Convention, 1971). Dabīgs mitrājs ir pastāvīgi vai periodiski mitra vai ar seklu ūdens slāni klāta teritorija. Par mitrājiem tiek uzskatītas arī dabiskas teritorijas, kur augsne ir piesātināta ar ūdeni (upju palienes, zāļu un kūdras purvi). Dabisku mitrāju klāj veģetācija, kas pielāgojusies augšanai paaugstināta mitruma apstākļos. Mitrājiem ir liela nozīme noteces regulēšanā, ūdeņu attīrīšanā un dabas bioloģiskās daudzveidības saglabāšanā.

Ja augsnes virskārta pastāvīgi ir klāta ar ūdens slāni, veģetācija tam pielāgojas un mainās. Tas ir dabīgs process, ka šādā mitrā teritorijā attīstās mitrumu mīloši augi, līdz izveidojas purvs, dumbbrājs vai dabisks mitrājs (Feuerbrach; Strand, 2010).

Latvijas teritorija atrodas humīdajā klimata zonā, tas nozīmē, ka nokrišņi pārsniedz iztvaikošanu. 10.4 % no Latvijas teritorijas aizņem purvi (2. attēls), kas arī ir dabiski mitrāji. Latvijā satopami arī citi mitrāju veidi – piekrastes pļavas, palieņu pļavas, un saskaņā ar mitrāju definīciju, faktiski arī Baltijas jūras un Rīgas jūras līča akvatorija līdz 6 m dziļumam pieskaitāma pie dabiskiem mitrājiem (VARAM, 2006), tāpat arī ezeri un citas dabīgās ūdenskrātuves ar dziļumu līdz 6 metriem.

Latvijā liela daļa lauksaimniecībā izmantojamās platībās ir dabiski pārmitras vai periodiski pārplūstošas teritorijas, kas kavē kultūraugu attīstību un platību apstrādāšanu. Lauksaimniecības zemju nosusināšana Latvijā uzsākta jau 17. gs. PSRS laikā sasniedzot 1.6 milj. ha ar drenāžu nosusinātu platību. Liekais ūdens no pārmitrajām ieplakām, kur traucēta pilnvērtīgas kultūraugu ražas iegūšana, tiek savākts ar drenām un kopā ar izskalotajām augu barības vielām un suspendētajām augsnes daļiņām, novadīts līdz tuvākajai meliorācijas sistēmu notekai.



2. attēls. Tīreļu purvs, Latvija

Bet raugoties no ekoloģiskā viedokļa, šīs periodiski vai pastāvīgi ar ūdens slāni klātās teritorijas nodrošina dabisku noteces attīrīšanu no augu barības elementiem, neļaujot tiem nokļūt upēs un ezeros, aiztur augsnes daļiņas, kā arī kalpo kā bioloģiskās daudzveidības veicinātājas. Izveidojot šādas dabiski mitras ieplakas par ūdens noteces kvalitātes uzlabošanas ietaisi, ar minimālu ieguldījumu tiek iegūts ekoloģiskais labums, turklāt zemnieks zaudē vien nelielu daļu no lauksaimniecībā izmantojamās zemes, kuru parasti ir problemātiski intensīvi izmantot lauksaimniecībā.

Seklie ūdeņi ir viena no produktīvākajām ekosistēmām dabā. Mitrāji darbojas kā biogēno elementu uztvērēji, ieklūstošais ūdens tiek attīrīts denitrifikācijas procesā, kurā nitrāti tiek pārveidoti par slāpekļa gāzveida savienojumiem, bet ar augsnes daļiņām un organiskajām vielām saistītais fosfors izgulsnējas mitrāja pamatnē. Biogēnos elementus par barības vielām izmanto ūdensaugi, kas savukārt kalpo kā barošanās vieta un patvērumš tādiem organismiem kā putni, zivis, abinieki, bezmugurkaulnieki (Feuerbrach; Strand, 2010).

4. Bioloģiskā daudzveidība mitrājā

Pasaulē ir apzinātas vairāk kā miljons dažādu dzīvo organismu sugu un domājams, tā ir tikai neliela daļiņa no kopējā sugu skaita uz zemeslodes. Katra augu, dzīvnieku, kukaiņu, mikroorganismu suga aizņem savu zināmu vietu dabā, kurā suga eksistē ikvienā tās bioloģiskā attīstības cikla posmā. Katrai sugai ir savas prasības pēc specifiskiem vides faktoriem (Švarcbahs, u.c. 2006). Sugas nepārtraukti mijiedarbojas savā starpā, kalpojot par patvērumu, konkurējot, sadarbojoties. Šis dabas izveidotais līdzsvars pastāv ar vai bez cilvēka klātbūtnes un iejaukšanās. Vienas sugas izzušana vai īpatņu skaita samazināšanās līdz minimumam var izraisīt grūti paredzamas sekas nākotnē. Diemžēl cilvēces ietekme uz dabas līdzsvaru un daudzveidību arvien biežāk ir negatīva un degradējoša. Latvijā joprojām ir sastopama liela dabisko ekosistēmu daudzveidība, tomēr daudzi cilvēka saimnieciskās darbības veidi turpina izmainīt sugu sastāvu un skaitu.

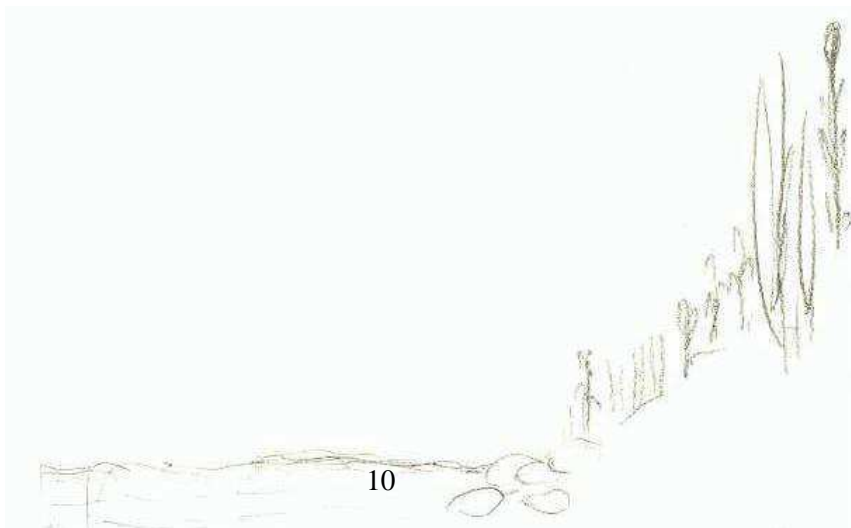
Lai saglabātu un palielinātu bioloģisko daudzveidību, ir svarīgi radīt dažādas un atšķirīgas dzīves vides (dzīvotnes), tai skaitā ūdens vides. Mitrājiem, dīķiem un citām ūdens vidēm var būt vairāk kā viena funkcija, piemēram, vaļējs dīķis var reizē kalpot kā ūdens uzkrāšanas baseins apūdeņošanai, kā zivju dīķis makšķerēšanai, kā ugunsdzēsības dīķis vai ainavas elements. Mazliet pamainot vides apstākļus vai dimensijas, iespējams pievienot vienai ūdens dzīvotnei vēl citas funkcijas, tādējādi paaugstinot šīs dzīvotnes vērtību, īpaši bioloģisko vērtību (Feuerbrach; Strand, 2010).

Mitrāja vide ir piemērota bioloģiskās daudzveidības radīšanai arī tāpēc, ka iespējams mainīt dzīves vides apstākļus pat viena mitrāja ietvaros – izmantojot dažādus ūdens dziļumus, izvietojot grupās vairākas atšķirīgas augu sugas, utml. Mitrāju iespējams veidot ar mainīgu vidi, kur vaļējs ūdens mijas ar filtrējošiem grunts posmiem. Vaļējā ūdens daļā iespējams variēt ar ūdensaugu sugām – garākie augi kā parastā niedre (*Phragmites australis*) un parastā jeb smaržīgā kálme (*Acorus calamus*) mijas ar zemākiem augiem kā upes kosa (*Equisetum fluviatile*) vai purva kosa (*Equisetum palustre*) un purva purene (*Caltha palustris*). Pazemes plūsmas mitrāju sadzīves vai citu notekūdeņu attīrīšanai, kur ūdens plūst cauri filtrējošam grunts slānim, līdzīgi

iespējams padarīt daudzveidīgu, izmantojot dažādas mitrumu mīlošo augu sugas.

Sugu dažādību vienkāršāk nodrošināt mitrājos ar vaļēju ūdeni. Mitrājā, kur gar malām izveidota pārejas josla no sauszemes uz atklātu ūdeni, dziļāks ūdens pamīšus ar seklūdens zonām, būs lielisks patvērums lielāku un mazāku ūdensputnu ligzdošanai un barības meklēšanai, mājvieta dažādām kukaiņu sugām, no viēnšūņiem līdz posmkājiem un vabolēm, slēpnis un medību vieta abiniekiem un zīdītājiem. Mitrāju var papildināt ar kritušu koku, ko labprāt apdzīvos kukaiņi un abinieki. Mitrāja dibenā izvietoti lielāki akmeņi dos patvērumu vēžveidīgajiem. Lai piesaistītu ūdensputnus to ligzdošanas laikā, veido aptuveni 1m² lielas peldošas saliņas, ko ar lokanu trosi piestiprina pie dīķa dibena.

Daudzveidība ir pozitīva ne tikai dabā, bet arī veido interesantu, patīkamu un tāpēc vērtīgu ainavu. Pat ja neliels mitrājs kopta lauka vidū kādu laiku netiks apsaimniekots un aizaugš, tas turpinās vasarā priecēt vērotāju ar krāsaini ziedošiem augiem, zaļgani vizošām spārēm, tauriņiem un putniem, kas izbiedēti paceļas no niedru pudura.



5. Mākslīgā mitrāja jēdziens

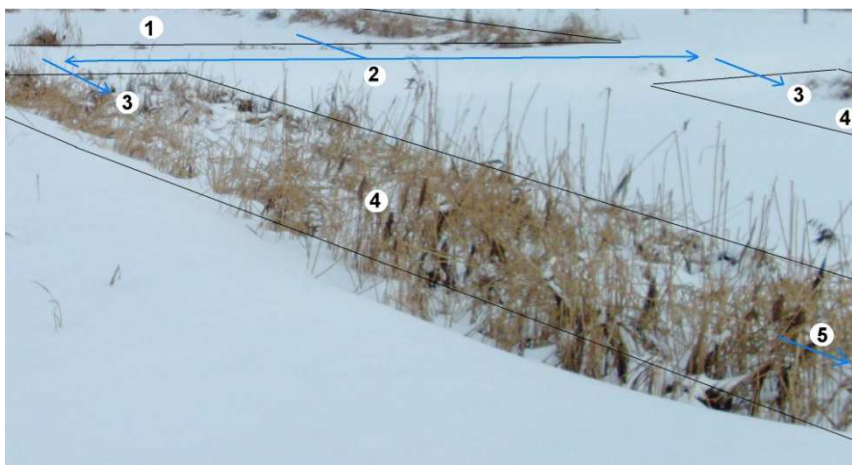
Mākslīgos mitrājus ir iespējams un vēlams veidot tā, lai tie izskatītos un funkcionētu līdzīgi kā dabiskie mitrāji. Vienkāršoti iespējams definēt: mākslīgais mitrājs ir mākslīgi veidots dumbrajš, purvājs vai dīķis, kas veidots piesārņotas noteces, piemēram, sadzīves notekūdeņu, lauksaimniecības noteces, kā arī cita veida piesārņoto ūdeņu attīrīšanai. Mākslīgajos mitrājos tiek izmantoti dabā notiekošie pašattīrīšanās procesi, t.sk. mitrāju īpašība aizturēt suspendētās augšnes daļiņas un izšķīdušās minerālvielas.

Notekūdeņu attīrīšanas process, izmantojot mākslīgo mitrāju ir relatīvi vienkāršs, piesārņojuma atdalīšanai tiek izmantots ar mikroorganismiem piesātināts smilts filtrs vai sekls dīķis. Papildus vielas, kas nodrošinātu notekūdeņu attīrīšanu, ekspluatācijas laikā nav jāpievieno. Notekūdeņu attīrīšanas efektivitāti mākslīgā mitrājā uzlabo veģetācija. Smilts filtra virskārtā vai seklā dīķa malās var izveidot niedru vai citu mitrumu mīlošu augu stādījumus. Veģetācijai var izmantot tādus augus, kas sastopami dabā netālā apkārtnē. Niedres Latvijas dīķos un grāvjos ir plaši izplatītas un ieaug pašas bez speciālas kopšanas. Tiklīdz ir pietiekoši daudz mitruma un ūdenī ir pietiekami daudz barības vielu, niedres ātri ieaug.

Mākslīgais mitrājs no dabiskā atšķiras ar to, ka dabiskais mitrājs ir dabas veidojums, bet mākslīgais mitrājs ir cilvēka veidota būve, kas radīta ar mērķi bioloģiski attīrīt notekūdeni no piesārņojuma. Mākslīgajā mitrājā ir izmantotas dabīgā mitrāja īpašības filtrēt un akumulēt ūdeni, noārdīt organiskos savienojumus un uzņemt radušos biogēnos elementus un pārveidot tos biomasā. Mitrājus var projektēt ar mērķi attīrīt ūdens piesārņojumu, mazināt plūdu ietekmes, papildināt gruntsūdens krājumus un nodrošināt iedzīvotājiem iespēju vērot dzīvās dabas daudzveidību (Biebighauser, 2011).

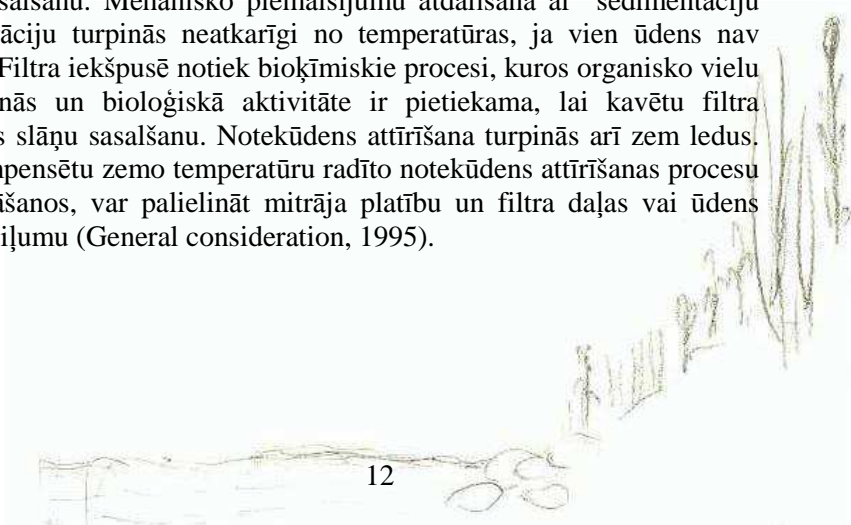
Mitrāja pēdējā attīstības stadija var būt tā pilnīga aizaugšana un transformācija no ūdens vides par sauszemes vidi. Lai gan dabā tas var notikt no 10 – 100 gados, parasti cenšas uzturēt mitrāju tā agrīnajā attīstības sākuma stadijā. Mākslīgie mitrāji lauksaimniecības zemēs aizaug īpaši ātri, jo notece tajos nonāk no biogēnajiem elementiem bagātas vides (aramzemes un kultivētas ganības). Aktīva mitrāja

kopšana un apsaimniekošana ievērojami pagarina mākslīgā mitrāja kalpošanas laiku (Feuerbrach; Strand, 2010).



3. attēls. Pazemes plūsmas mākslīgais mitrājs ziemā, Latvija.
1. Nostādināšanas dīķis; 2. Pārplūdes caurules; 3. Ieplūde; 4. Pazemes plūsmas mitrājs; 5. Izplūde.

Mitrājs turpina darboties arī gada aukstajā laikā, kad gaisa temperatūra ir zem 0°C . 3. attēlā redzamais pazemes plūsmas mitrājs sadzīves notekūdeņu attīrīšanai apmierinoši darbojas jau vairāk kā 3 gadus. Notekūdens tiek nostādināts vaļējā dīķī, tad padots uz mitrāju. Niedres, kas rudenī netiek aizvāktas, kalpo kā papildus nodrošinājums pret aizsalšanu. Mehānisko piemaisījumu atdalīšana ar sedimentāciju vai filtrāciju turpinās neatkarīgi no temperatūras, ja vien ūdens nav sasalis. Filtra iekšpusē notiek bioloģiskie procesi, kuros organisko vielu sadalīšanās un bioloģiskā aktivitāte ir pietiekama, lai kavētu filtra pazemes slāņu sasalšanu. Notekūdens attīrīšana turpinās arī zem ledu. Lai kompensētu zemo temperatūru radīto notekūdens attīrīšanas procesu palēnināšanos, var palielināt mitrāja platību un filtra daļas vai ūdens slāņa dziļumu (General consideration, 1995).



6. Mākslīgo mitrāju iedalījums

Imitējot dabiskos mitrājus pēc formas, izmēra, dziļuma, ūdens plūsmas virziena, tiek veidots mākslīgais mitrājs kā notekūdeņu attīrīšanas vai ūdens kvalitātes uzlabošanas ietaise ar mērķi uzkrāt ūdeni, aizkavēt noteci un atdalīt ūdenī esošās izšķīdušās un suspendētās piesārņojošās vielas. No mitrāja parametriem atkarīgs ūdeņu aiztures laiks mitrājā un caurplūdušo ūdeņu attīrīšanas pakāpe. Ūdens attīrīšanai, ja piesārņojošo vielu koncentrācija ir augsta, nepieciešams patērēt ilgāku laiku nekā nosacīti tīrāka ūdens attīrīšanai, kurā piesārņojošo vielu koncentrācija ir zemāka. Mākslīgā mitrāja konstrukcija atšķiras arī atkarībā no piesārņojošo vielu rakstura un piesārņotā ūdens avota (lauksaimniecības notece, sadzīves notekūdeņi, lietus notekūdeņi). Mākslīgā mitrāja konstrukciju iespējams pielāgot arī īpaši stipri piesārņota ūdens kvalitātes uzlabošanai, piemēram, specifisku rūpniecības notekūdeņu ar augstu bioloģiskā skābekļa patēriņu (BSP₅) attīrīšanai. Mitrāju var izmantot gan kā vienīgo attīrīšanas ietaisi, gan kā kopējās attīrīšanas sistēmas atsevišķu sastāvdaļu.

Mitrājus var ierīkot ar ūdens infiltrāciju gruntī, kur attīrītie notekūdeņi sasniedz gruntsūdeņus, vai atdalītus no gruntsūdeņiem ar hidroizolējošu materiālu, kur attīrītais notekūdens tiek ievadīts virszemes ūdeņos. Mitrāja plūsmas nonākšana gruntsūdeņos pieļaujama atkarībā no notekūdeņos esošo piesārņojošo vielu veida un koncentrācijas. Latvijā mākslīgie mitrāji šobrīd nav izplatīti un tāpēc trūkst uz Latvijas datiem balstītu pētījumu. Ieteikumi mākslīgo mitrāju pielietojumam doti balstoties uz citu valstu pieredzi un pielāgojot risinājumus Latvijas apstākļiem.

Pēc konstrukcijas mākslīgos mitrājus iedala virszemes plūsmas (4. attēls) un pazemes plūsmas (10. attēls) mitrājos. Mākslīgos mitrājus var veidot arī ar kombinētu notekūdeņu plūsmas režīmu. Vienā mitrāja sistēmā iespējams apvienot vaļēja ūdens sekciju ar filtrējošu pazemes plūsmas mitrāja sekciju. Tādējādi iespējams apvienot atšķirīgo konstrukciju priekšrocības. Katrs no mitrāju veidiem var tikt pielāgots dažāda piesārņotu ūdeņu attīrīšanai.

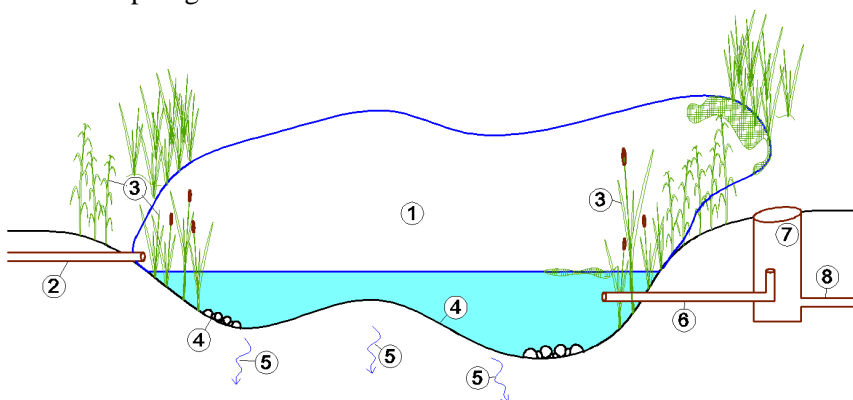
7. Virszemes plūsmas mitrāji

Virszemes plūsmas mākslīgajos mitrājos attīrīšanas procesi norisinās vaļēja ūdens slānī ar ieteicamo dziļumu 0.25 – 2 m. Virszemes plūsmas mākslīgie mitrāji piemēroti tādu notekūdeņu attīrīšanai, kur pieļaujama virsējās kārtas sasalšana un attīrīšanas procesu sezonāla palēnināšanās gada aukstajā periodā. Visbiežāk tos izmanto lauksaimniecības noteces attīrīšanai un lietus ūdeņu uzkrāšanai un attīrīšanai. Tie labi kalpo suspendēto daļiņu atdalīšanai, ja notekūdens satur smiltis, augšnes un augu daļiņas, utt.

Virszemes plūsmas mitrājā (4. attēls) galvenā attīrīšana nenotiek filtra dobē, bet gan seklā ūdens slānī. Veidojot ūdens attīrīšanas sistēmu ieteicams variēt ar vairākām dažāda dziļuma sektoriem, pie ieplūdes paredzot seklāku, iztīrāmu biodīķi, bet pie izplūdes dziļāku dzidrināšanas dīķi, vai otrādi ja tā ir lauksaimniecības notece. Mitrāja dimensijas jāpielāgo iespējai iztīrīt mitrāja pamatni no izgulsnētām daļiņām un apauguma. Ieplūdes cauruļvadu (tas var būt drenu kolektors, sadzīves notekūdeņu kolektors, u.c. atkarībā no notekūdeņu avota) novieto virs vai zem projektētā ūdens līmeņa mitrājā. Ieplūdes daļu var veidot ar grants apbērumu, kas kalpo kā filtrs rupjāko piemaisījumu atdalīšanai un pasargā cauruļvadu no aizsalšanas. Mitrāja krastus apstāda ar mitrumu mīlošiem augiem, nogāžu pamatnē seklākajās vietās ieaudzē ūdensaugus. Veģetācija var uzņemt ap 30 % no ūdenī esošajiem biogēnajiem elementiem un pārveidot tos ūdensaugu zaļajā masā, tādējādi sekmējot ūdens attīrīšanas procesus.

Ja nepieciešams veikt attīrītā notekūdens uzskaiti un kontroli, mitrāja pamatnē ieklāj hidroizolācijas slāni, un paredz izbūvēt izplūdes cauruli no mitrāja uz kontrolaku. Attīrīto notekūdeni pa izplūdes cauruli ievada tuvākajos virszemes dabas ūdeņos. Šādā gadījumā, ja mitrājs netiek izolēts no gruntsūdeņiem, attīrītais ūdens jānovada uz tuvāko dabisko virszemes ūdenskrātuvi un jārēķinās, ka ūdens līmenis būs atkarīgs no notekūdeņu pieplūdes nevis no gruntsūdens līmeņa. Lai nepieļautu notekūdens iesūkšanos gruntī, izmanto ģeomembrānu, PE plēvi vai blietētu māla slāni. Ja grunts konkrētajā vietā ir ūdensnecaurļaidīga, tad ūdens saglabāsies mitrājā arī bez īpašas hidroizolācijas.

Mitrāja pamatnes seklākajā daļā sastāda piemērotus ūdensaugus, kā arī pamatni veido nelīdzenu, izvietojot lielākus akmeņus, lai novērstu ātru un tiešu ūdens caurteci. Svarīgi izveidot ieklūdi un izplūdi tā, lai ūdens veiktu garāko iespējamo ceļu cauri mākslīgajam mitrājam. Vēlamais ūdens apmaiņas ātrums ir vismaz 3 diennaktis. Svarīgi, ka ūdens kvalitātes uzlabošanai tiek izmantota visa mitrāja platība, ūdens pavada mitrājā iespējami ilgāku laiku posmu, tādējādi nodrošinot pilnīgāku ūdens attīrīšanu.



4. attēls. Virszemes plūsmas mitrāja shēma.

1. Virszemes plūsmas mitrājs; 2. Notekūdeņu ieklūde mitrājā; 3. Mitrumu mīloši augi/ūdensaugi; 4. Mitrāja pamatne; 5. Infiltrācija gruntsūdeņos; 6. Izplūde; 7. Ūdens līmeņa regulēšanas būve; 8. Izplūde virszemes dabas ūdeņos.

Piemērota mitrāja novietojuma izvēle projektēšanas laikā, ņemot vērā topogrāfisko informāciju, dod iespēju vienkāršot mitrāja konstrukciju un samazināt būvniecības izmaksas. Virszemes plūsmas mitrājus visracionālāk veidot dabiskās reljefa ieplakās, īpaši (pie nosacījuma, ka mitrāja pamatne nav izolēta no gruntsūdeņiem), ja tās jau dabā ir pārmitras vai klātas ar ūdens slāni. Virszemes plūsmas mitrāju būvniecībai un ekspluatācijai nav nepieciešami dārgi būvmateriāli, jo mitrāja būvniecību galvenokārt sastāda zemes darbi, bet piesārņojuma attīrīšana notiek balstoties uz dabiskiem procesiem. Ūdens līmeņa uzturēšanai var izmantot zemes aizsprostus ar līmeņa regulēšanas būvēm.

Virszemes plūsmas mitrājus dažreiz iedala sīkāk atkarībā no ūdens dziļuma vai atkarībā no izmantotajiem augiem, jo no šiem

faktoriem atkarīgs piesārņojošo vielu samazinājums pēc izplūdes no mitrāja.

Virszemes plūsmas mitrājus jeb dīkus ar veģetāciju sadzīves notekūdeņu attīrīšanai sekmīgi var pielietot nelielos objektos lauku apvidos, jo tie labi iekļaujas lauku ainavā, ir vienkārši ierīkojami un ekspluatējami. Šādi mitrāji var uzņemt pēkšņus, neparedzēti lielus piesārņojuma daudzumus, kas mazos objektos nereti gadās. Labvēlīgos reljefa apstākļos šādu dīku būvniecība ir lēta. Jāņem vērā, ka mitrājus sadzīves notekūdeņu attīrīšanai vēlams novietot vismaz 100 m attālumā no dzīvojamām ēkām un sabiedriskām vietām.

Notece no lauksaimniecībā izmantojamām platībām nesatur lielu daudzumu organisko vielu, kuru pūšana varētu radīt smakas, tāpēc virszemes plūsmas mitrāji ir īpaši piemēroti lauksaimniecības noteces attīrīšanai.

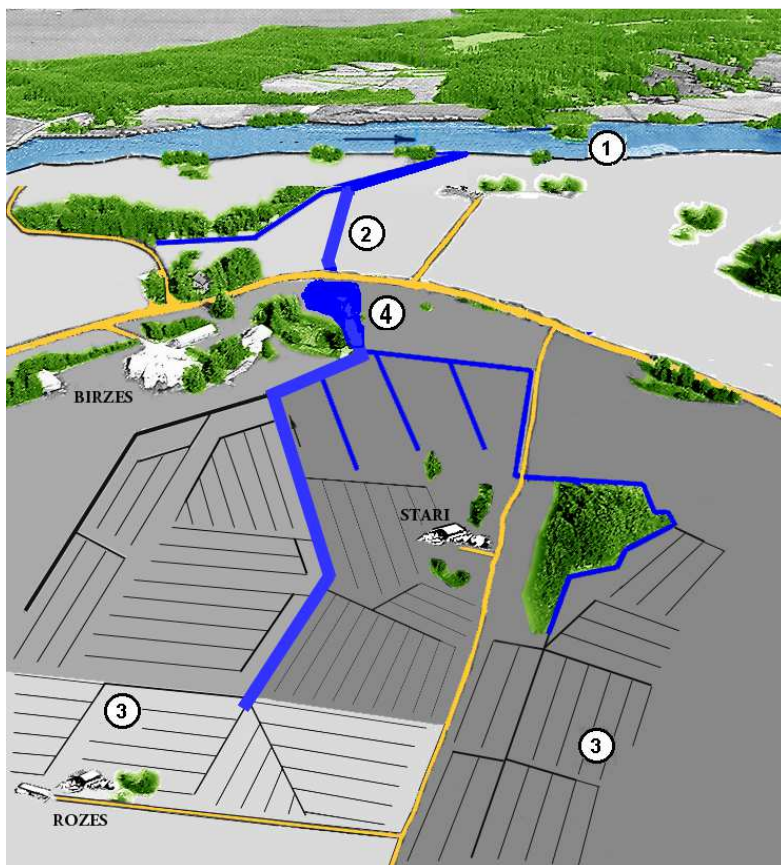
- **Mākslīgie mitrāji lauksaimniecības noteces attīrīšanai**

Lauksaimniecības noteces sastāvā dominē slāpekļa un fosfora savienojumi un iespējama augu aizsardzības līdzekļu klātbūtne (pesticīdi). No piesārņojuma viedokļa, virszemes un drenu notece no lauksaimniecības zemēm satur eitrofikāciju izraisošus augu barības elementus, kā fosfora un slāpekļa savienojumus, kā arī organiskās vielas un erodētās augsnes daļiņas. Augu barības elementu izskalošanos pie intensīvas lauksaimnieciskās darbības veicina nosusināšanas sistēmas un vieglas, ūdenscaurlaidīgas augsnes. Visbiežāk lauksaimniecības notece netiek attīrīta, bet pa drenu kolektoriem, tad pa vaļējiem grāvjiem novadīta virszemes ūdeņos.

Mitrājs, kas izveidots kā neliela ūdenskrātuve uzņem un akumulē lielu daļu no organiskajiem savienojumiem, mitrāja ūdensaugi uzņem izšķīdušo fosforu un slāpekli, ko izmanto savā augšanas procesā, veidojot augu biomasu. Rezultātā tiek samazināta lauksaimniecības izsauktā augu barības vielu noplūde un ūdeņu eitrofikācija.

Ūdens seklākajā slānī, līdz 0.5 m dziļumam, notiek organisko vielu bioloģiskā noārdīšanās aerobā vidē jeb skābekļa klātbūtnē, taču dziļākajos ūdens slāņos, kur skābekļa saturs ir mazāks, darbojas

anaerobās baktērijas. Tādējādi mitrājā darbojas abi, aerobie un anaerobie, ūdens vides attīrīšanas procesi.



5. attēls. Mākslīgā mitrāja izvietouma shēma lauksaimniecības noteces attīrīšanai.

1. Virszemes dabas ūdeņi; 2. Izplūde no mitrāja; 3. Meliorācijas drenu vai grāvju sistēmas; 4. Mākslīgais mitrājs ar vaļēju ūdeni.

Mitrājā iepludina lauksaimniecības noteci pa drenu kolektoru iztekām vai novadgrāvjiem. Vēlams mitrāju novietot tā, lai arī virszemes notece nonāktu tajā. Mitrāja izvietouma shēma parādīta 5. attēlā. Attīrīto ūdeņu izplūdei no mitrāja nepieciešams paredzēt būvi ūdens līmeņa regulēšanai. Attīrīto ūdeņu ievadīšanai virszemes dabas

ūdeņos var izmantot vaļēju grāvju vai cauruļvadu sistēmu, atkarībā no teritorijas reljefa un mitrāja novietojuma.

Lauksaimniecības noteces attīrīšanai no aramzemēm mākslīgā mitrāja konstrukcijai nav nepieciešama hidroizolācija, tādējādi mitrāja ūdens plūsma nav nodalīta no gruntsūdeņiem. Parasti noteci mitrājā ievada ar pašteci, nav ūdens pārsūkņēšana un netiek patērēta elektroenerģija. Šāda mitrāja izbūve un ekspluatācija prasa nelielu finansiālu un darbaspēka ieguldījumu, jo iespējams izmantot tuvumā pieejamos materiālus un nav nepieciešams īpaši apmācīts un kvalificēts darbaspēks mitrāja būvniecībai un ekspluatācijai. Mitrājus vēlams veidot lauka vietās, kur ir grūti nosusināmas dabīgi mitras ieplakas (veidojas meliorācijas defekti). Šādos mitrājos pastāvīgi būs ūdens, tajā dabiski uzkrāsies virszemes notece un labvēlīga reljefa apstākļos samazināsies ierīkošanas būvdarbu apjoms.

Mitrāju no gruntsūdens neatdala ar hidroizolāciju, tāpēc ūdens līmenis mitrājā mazūdens periodā būs atkarīgs no gruntsūdens līmeņa un pieteces no meliorācijas sistēmas. Pirms mitrāja izveidošanas ir svarīgi platībās noskaidrot gruntsūdens līmeni un pieteci, kā arī to mainību pa sezonām, īpaši, ja plānots neliels mitrājs līdzena lauka vidū. Ja ūdens līmenis mitrājā būs zemāk par 2 – 3 metriem no zemes virsmas, vasarā mitrājs izskatīsies pustukšs un, skatoties uz to, radīsies jautājums – kur palicis ūdens?

Mitrāja izmēri

Uzskata, ka mitrāja spoguļa laukumam vajadzētu sasniegt 10 % no sateces baseina laukuma, lai tas apmierinoši funkcionētu (Heistad, Paruch, u.c., 2006). Ja mitrāja platība būs mazāka, tas ātri piesērēs ar suspendētajām augsnes daļiņām un nespēs pietiekami efektīvi akumulēt biogēnos elementus. Ja sateces baseina laukuma platība ir lielāka par 30 ha, tad nepieciešams veikt hidroloģiskos aprēķinus ar aplēses caurplūduma pārsniegšanas varbūtību 1 % un ūdeņu novadbūves dimensionēšanu.

Vairākās Eiropas Savienības valstīs mākslīgo mitrāju izmantošanu lauksaimniecības noteces attīrīšanai tiek finansiāli atbalstīta. Somijā darbojošos mitrāju piemēri redzami 6. un 7. attēlā, Norvēģijā – 8. un 9. attēls. Zemnieks Somijā savā mitrājā, kas redzams 6. attēlā, attīra lauksaimniecības noteci no ganībām un mitrājā audzē vēžus un zivis savam priekam un vakariņām. Protams, lai neveidotos

papildus piesārņojums zivju, piebarošana (dīķsaimniecība) nav pieļaujama.



6. attēls. Hirsjarvi mākslīgais mitrājs, Somija



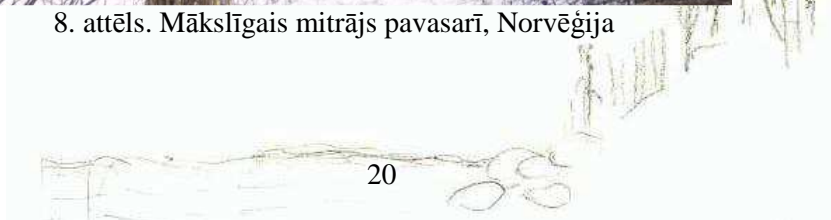
7. attēls. Enajarvi mākslīgais mitrājs, Somija

Enajarvi mākslīgais mitrājs Somijā (7. attēls) aizņem 0.25 ha lielu platību, kas ir 2 % no sateces baseina. Tas izveidots lauksaimniecības noteces uztveršanai un attīrīšanai pirms iepludināšanas blakus esošā ezerā. Šis ir labs mitrāja izvietojuma piemērs, jo vietas reljefs ļauj no apkārt esošajām lauksaimniecības zemēm mitrājā ieplūst virszemes ūdeņiem, pazemes ūdeņu laterālai plūsmai, kā arī ievadīt drenu sistēmu iztekas mitrājā, ja lauksaimniecībā izmantojamo zemi nepieciešams nosusināt.

Mākslīgie mitrāji Norvēģijā tiek izmantoti ne tikai noteces attīrīšanai no aramzemes platībām, tajos ieplūst arī virszemes notece no intensīvi izmantotām ganībām. Lai saglabātu pēc iespējas augstu attīrīšanas potenciālu mitrājā, tie tiek regulāri tīrīti, vienu reizi trīs līdz piecos gados. Mitrāja tīrīšanai var izmantot ekskavatoru nogulumu un veģetācijas izvākšanu. 8. attēlā redzams mākslīgais mitrājs pavasarī, kas attīra noteci no lauksaimniecībā izmantojamās zemes. 9. attēlā redzams tas pats mitrājs pēc kārtējās veģetācijas izvākšanas.



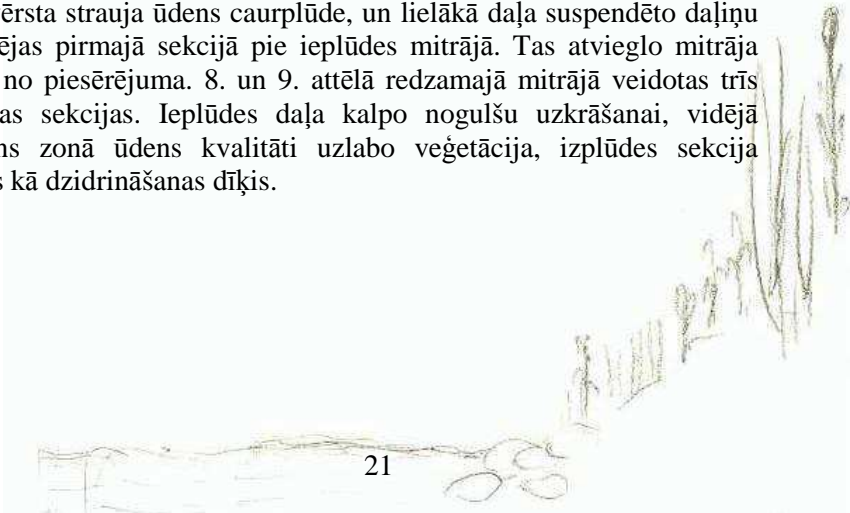
8. attēls. Mākslīgais mitrājs pavasarī, Norvēģija





9. attēls. Mākslīgais mitrājs pēc tīrīšanas, Norvēģija

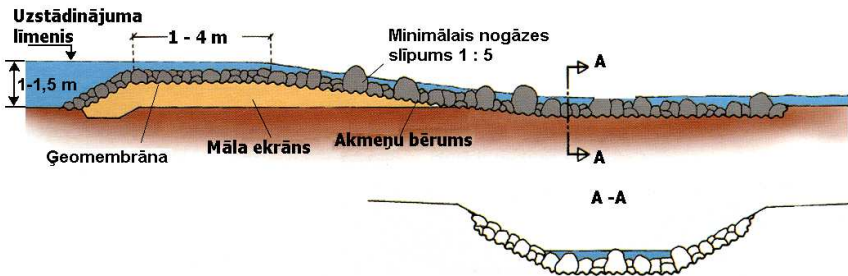
Norvēģijas speciālisti iesaka mitrājus sadalīt vairākās sekcijās, tās atdalot ar sliekšni, kā 10. attēlā jaunizbūvētā mitrājā un 11. attēla shēmā. Izbūvējot mitrājus ar dambjiem uz ūdensbūvēm, kur iespējama vērtīgo zivju migrācija, jānodrošina zivju pārvietošanās iespējas. Sliekšnis tiek veidots no grunts bēruma, ģeotekstila un akmeņu krāvuma, un plūdu laikā ūdens brīvi plūst tam pāri. Mazūdens periodā tiek novērsta strauja ūdens caurplūde, un lielākā daļa suspendēto daļiņu nogulsņējas pirmajā sekcijā pie ieplūdes mitrājā. Tas atvieglo mitrāja tīrīšanu no piesērējuma. 8. un 9. attēlā redzamajā mitrājā veidotas trīs atsevišķas sekcijas. Ieplūdes daļa kalpo nogulšu uzkrāšanai, vidējā seklūdens zonā ūdens kvalitāti uzlabo veģētācija, izplūdes sekcija darbojas kā dzidrināšanas dīķis.



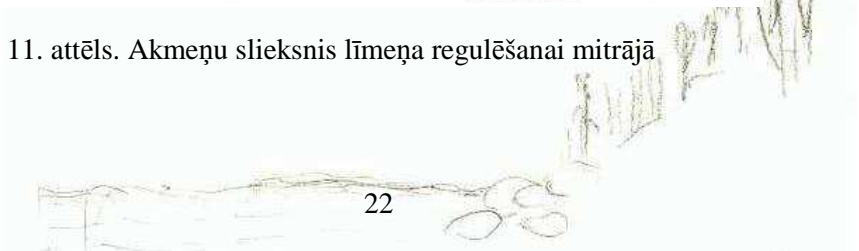


10. attēls. Mākslīgais mitrājs ar akmeņu sliekšni, Norvēģija

Akmeņu sliekšnis līmeņa regulēšanai mitrājā var veidot ne tikai no grunts, bet arī no blīvēta māla. Tādā gadījumā ģeomembrāna nav nepieciešama, jo māla slānis kalpos kā hidroizolācija un sliekšnis netiks izskalots. Sliekšņa garumu izvēlas atkarībā no nepieciešamās ūdens līmeņu starpības, to palielinot atbilstoši augstumam.



11. attēls. Akmeņu sliekšnis līmeņa regulēšanai mitrājā



8. Pazemes plūsmas mitrāji

Vaļēja ūdens virsma virs pazemes plūsmas mitrāja parasti nav redzama. Ūdens līmenis mitrājā tiek uzturēts zemāk par zemes virsmu. Ūdens plūsma filtrējas cauri mitrāja filtra daļai. Filtru veido pēc iespējas ūdenscaurlaidīgu no rupjas smilts vai grants. Rezultātā gan suspendētās vielas, gan organiskās vielas, gan arī biogēnie elementi, kurus satur mitrājā ieplūstošais ūdens, paliek filtra daļā, tur uzkrājas, mineralizējas, tiek uzņemti ar augu saknēm un patērēti biomasas pieaugumam. Pazemes plūsmas mitrājus iespējams pielāgot dažādu notekūdeņu attīrīšanai, bet tie īpaši piemēroti sadzīves notekūdeņu attīrīšanai, jo aizkavē smaku izplatīšanos.

Kā liecina citu valstu pētījumi, slāpekļa uzņemšanas spēja mitrājā strauji mainās pa sezonām, veģetācijas periodā tā ievērojami pieaug. Fosfora samazināšanās efektivitāte caurplūstošajā notekūdenī ir atkarīga no mitrāja filtra materiāla akumulēšanas spējām, kas ekspluatācijas laikā pakāpeniski samazinās.

Pazemes plūsmas mitrājus var iedalīt sīkāk atkarībā no ūdens plūsmas virziena – vertikāli uz augšu, vertikāli uz leju vai horizontāli. Silta klimata apstākļos, kur gaisa temperatūra nepazeminās zem 0°C, notekūdeņus izsmidzina vai uzpludina virs mitrāja filtra daļas, ļaujot tam iesūkties filtrā un filtrēties vertikāli no filtra virsmas līdz drenāžas caurulēm apakšējā daļā. Latvijas apstākļos notekūdeņu padevei vēlams izmantot gruntī iegremdētus cauruļvadus, kuri neaizsalst ziemas apstākļos.

• **Mākslīgie mitrāji sadzīves notekūdeņu attīrīšanai**

Latvijā visizplatītākais sadzīves notekūdeņu attīrīšanas paņēmieni ir bioloģiskās notekūdeņu attīrīšana iekārtās (aerotenkos), kur notekūdenī esošās organiskās vielas tiek pārstrādātas ar aktīvajām notekūdeņu dūņām skābekļa klātbūtnē. Aktīvās dūņas ir sīkas nogulu kopas, kam piesaistījušies viensūņņi un baktērijas. Organisko vielu daudzumu notekūdenī izsaka kā bioķīmisko skābekļa patēriņu (BSP₅). BSP₅ nelielu apdzīvotu vietu sadzīves notekūdeņos ir ap 250 mg/l vai 65 g no viena iedzīvotāja dienā.

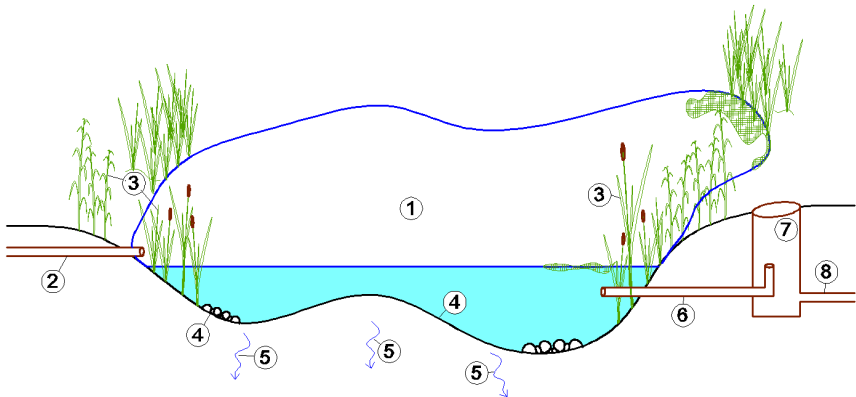
Nelielām apdzīvotām vietām un atsevišķām saimniecībām vispiemērotākās ir notekūdeņu attīrīšanas iekārtas, kas nepatērē vai minimāli patērē elektroenerģiju un rada pēc iespējas mazāk blakusproduktu. Mākslīgais mitrājs parasti apmierina šīs prasības, turklāt prasa vienkāršu apsaimniekošanu, ļauj īslaicīgi iepludināt notekūdeni ar augstāku piesārņotāju koncentrāciju un spēj īslaicīgi uzņemt lielākus notekūdens apjomus.

Mākslīgajā mitrājā par konstrukcijas pamatu ir ņemti agrākos gados plaši pielietotie smilts – grants filtri, kuri papildināti ar ūdensaugu, parasti niedru (*Phragmites australis*), stādījumu un izmainīta notekūdeņu padeves un savākšanas tehnoloģija.

Mitrāju pielāgošanu sadzīves notekūdeņu attīrīšanai var izpildīt variējot ar ūdens plūsmas virzienu, gan ar mitrāja filtra izmēriem, gan izmēģinot dažādu augu sugas. Iespējami vairāki tehnoloģiski līdzīgi varianti, jo tikai pareizi pielāgots un kopts mākslīgais mitrājs dos vēlamos rezultātus (Ridderstolpe, 1999).

Ziemeļvalstīs kā mākslīgos mitrājus notekūdeņu attīrīšanai lauku apvidos plaši izmanto augsnes filtrus. Šādus filtrus ierīko kā infiltrācijas gultnes, kurās attīrītais notekūdens ūdens papildina gruntsūdeņus, vai kā smilšu filtrus, kuros attīrītais ūdens tiek izvadīts virszemes ūdens avotos – grāvjos, upēs, utt. Abos gadījumos sākotnēji veic notekūdeņu nostādināšanu septiķī. Notekūdeņi pēc sākotnējās nostādināšanas tiek izklīdēti pa cauruļvadiem mitrāja gultnes virspusē. Piemērota reljefa apstākļos iespējama notekūdeņu padeve ar pašteci. Mitrāja gultne tiek izbūvēta dziļāk par iespējamo augsnes sasalšanas punktu vai arī jānodrošina infiltrācijas caurules pret aizsalšanu. Lielākām sistēmām, lai nodrošinātu vienmērīgu ūdens padevi pa visu mitrāja virsmu var būt nepieciešama pārsūknēšana. Filtra gultnes virskārtā attīstās mikroorganismi, kas sadala organiskās vielas. Notekūdeņu slodze parasti ir 30 – 60 mm/dnn, un filtri var nodrošināt BSP₅ un suspendēto vielu samazināšanu pat vairāk kā par 90 %. (Scholz, 2011) Fosfora samazināšanās pakāpe ir atkarīga no augsnes vai smilts akumulēšanas spējām, bet parasti tā apmēram 20 gadu laikā pakāpeniski samazinās no 80 % – 25 %. Šajā gadījumā jānomaina

smilšu filtru pildījums (Sundblad, Johanssons, 1997).



Šāds mitrājs parasti nepatērē vai patērē minimālu daudzumu elektroenerģijas ekspluatācijas laikā. Viena kg organisko vielu mineralizēšanai ir nepieciešams 1,7 kg skābekļa, ko padod gaisa veidā. Notekūdeņu mineralizēšanai aerotēkos nepieciešams liels skābekļa patēriņš, tāpēc nodrošina ar kompresoru un aerācijas disku vai cauruļu palīdzību. Atkarībā no kompresora jaudas nepieciešams patērēt 0.264 – 0.352 kW elektroenerģijas uz katru m³ notekūdeņu.

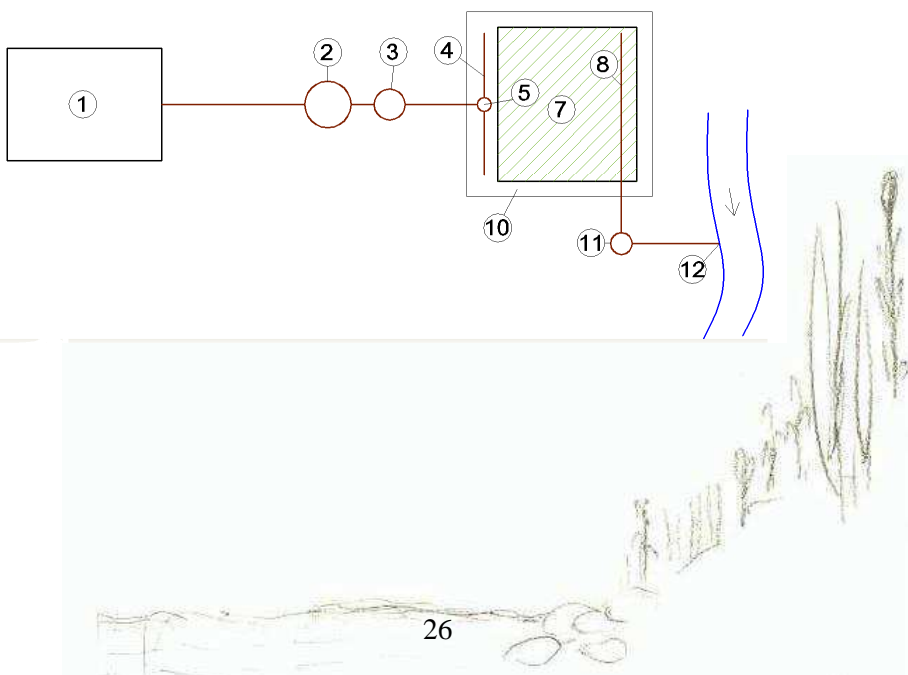
Sadzīves notekūdeņu attīrīšana mitrājā notiek līdzīgi kā bioloģiskajās attīrīšanas iekārtās ar aktīvajām dūņām, tikai ilgākā laika periodā. Organisko vielu mineralizācija mākslīgajos mitrājos balstās uz baktēriju darbību skābekļa klātbūtnē. Mitrāja filtra daļā aerobajām baktērijām nepieciešamo skābekļa daudzumu nodrošina virs filtra augošā veģetācija, tādējādi neprasot elektrības patēriņu. Lai nodrošinātu nepieciešamā notekūdens daudzuma attīrīšanu īsākā laika posmā, jāpalielina mitrāja izmērs, kas ir galvenais mitrāja kā attīrīšanas ietaises trūkums. Salīdzinot ar rūpnieciski ražotajām bioloģiskajām attīrīšanas iekārtām, mitrājs aizņem lielu platību (sadzīves kanalizācijai uz vienu iedzīvotāju vajag aptuveni 6 m²). Latvijā, īpaši lauku teritorijās, platība bieži nav noteicošais faktors attīrīšanas iekārtu izvēlē, bez tam mitrājam ir daudz priekšrocību.

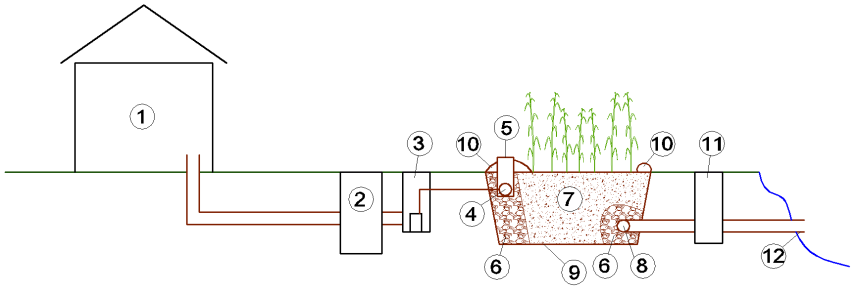
Parasti visu piesārņotāju un barības vielu samazināšana mitrāja filtra daļā norit sekmīgi un smilšu filtrs spēj nodrošināt pat patogēno baktēriju samazināšanu. Iespēja, ka augu barības vielas varētu atgriezties ūdens apritē, nav liela. Pat ja visu ar fosforu piesātināto filtra

materiālu izkliedētu uz aramzemes, augiem tas būtu mazs daudzums, jo fosfors būs pārveidojies nešķīstošos savienojumos (Ridderstolpe, 1999).

Notekūdens rādītāji, tam izplūstot no mitrāja, neatpaliek ar klasiskām metodēm (aerotenkā) attīrīta notekūdens. Kopēja slāpekļa un fosfora samazināšanās mitrājos ir pat efektīvāka nekā aerotekos (Marga un Tilgalis, 2004). Mikroorganismu kopums mitrājā ir vēl daudzpusīgāks, jo augsnes filtrs satur vairāk nekā 5000 dažāda veida baktērijas, salīdzinājumam cita tipa bioloģiskajās attīrīšanas iekārtās ir ap 200 – 300 baktēriju veidu (Ecotechnologies International, 2000).

12. attēlā parādīta sadzīves notekūdeņu attīrīšanas shēma mākslīgajā mitrājā. Notekūdeni uz nostādināšanas tvertni padod paštecē, ja to ļauj teritorijas reljefs. Lai nodrošinātu vienmērīgu notekūdens sadalījumu, uzlabotu un paildzinātu mākslīgā mitrāja optimālu darbību, sadzīves notekūdeņus pēc nostādināšanas vēlams padot uz mitrāju periodiski, nelielām porcijām ar sūkņa palīdzību, kas nodrošinās vienmērīgu un regulāru notekūdens pieplūdi mitrāja infiltrācijas caurulēs. Ja notekūdeņu apjoms ir neliels un nevienmērīgs, kā, piemēram, vasarnīcās, notekūdens padevi uz mitrāju var nodrošināt ar paštecī. Sūknētavas nepieciešamību nostādināto notekūdeņu padošanai uz mitrāju izvērtē vadoties no reljefa apstākļiem.





12. attēls. Sadzīves notekūdeņu attīrīšanas shēma mākslīgajā mitrājā.

1. Dzīvojamā ēka; 2. Nostādināšanas tvertne (septiķis); 3. Sūkņētava (ja nepieciešams); 4. Infiltrācijas caurule; 5. Aka ar aizbīdņiem; 6. Rupjas grants apbērums; 7. Smilts/grants filtrs ar niedru stādījumu; 8. Drenāža; 9. Hidroizolācija; 10. Grunts valnīši; 11. Kontrolaka; 12. Izlaide virszemes dabas ūdeņos.

Aka ar aizbīdņiem pie ieplūdes mitrājā sadala notekūdēns plūsmu un nodrošina iespēju pārmaiņus darbināt vienu vai otru mitrāja filtra sekcijas daļu. Periodiski notekūdeņu padeves pārtraukumi ļauj labāk mineralizēties organiskajām daļām.

Notekūdeņu attīrīšanas iespējas mākslīgajos mitrājos Latvijā nav tik plašas kā citās valstīs, kas atrodas siltāka klimata joslā. Galvenais faktors, kas neļauj brīvi pārņemt šo valstu pieredzi mitrāju pielietošanā ir ziemas periods, kad jānodrošina sistēmas pilnvērtīga darbība arī pie gaisa temperatūras, kas zemāka par 0°C. Notekūdēns padeves, pārplūdes un izlaides caurules jāparedz iebūvēt gruntī zem caursalšanas dziļuma, vai jāsiltina veidojot mākslīgus, filtra daļā izraktās grunts, uzbērumus – valnīšus. Baktēriju un mikroorganismu darbība filtra daļā balstās uz aerobiem un anaerobiem procesiem, kur abos notiek organisko vielu noārdīšana un mineralizēšana. Procesu rezultātā izdalās siltuma enerģija, kas uztur filtrā temperatūru augstāku par 5°C, kas ļauj baktērijām un mikroorganismiem turpināt darbību un notekūdeņu attīrīšanas process netiek pārtraukts. Turklāt sadzīves notekūdeņi neatdziest līdz sasalšanai, ja vien tiem nepieveda sniega kušanas ūdeņus, kas var strauji pazemināt notekūdeņu temperatūru un tādējādi kavēt attīrīšanas procesus.



13. attēls. Pazemes plūsmas mākslīgais mitrājs, Lietuva

Par mitrāja darbību arī ziemas laikā pārliecinājušies Lietuvas (13. attēls) hidrotehniskā institūta pētnieki veicot monitoringu. Kā liecina viņu pētījumi, mākslīgais mitrājs turpina attīrīt notekūdeņus līdz vēlamajam līmenim arī tad, ja apkārtējās vides temperatūra ir zem 0°C , taču attīrīšanas procesi palēninās.

Mākslīgie mitrāji dod iespēju notekūdeņus ne tikai attīrīt, bet arī uzkrāt, akumulēt noteiktu ūdens daudzumu. Mitrāja izmēri ir atkarīgi no iedzīvotāju skaita, kas ražos notekūdeņus jeb notekūdeņu daudzuma, kura attīrīšanai tiks izmantots konkrētais mākslīgais mitrājs. Mitrājos lieto notekūdeņu tīrīšanai nelielos objektos (lauku sēta, apdzīvota vieta, mazpilsēta), kur iedzīvotāju skaits nepārsniedz tūkstoti.

Sadzīves notekūdens sagatavošana pirms ieplūdes mitrājā

Uz mitrāju padodamā notekūdens BSP_5 nedrīkst pārsniegt 150 mg/l, jo tad notiks attīrīšanas efektivitātes samazināšanās, ko izsauks organisko daļiņu uzkrāšanās filtra daļā. Pirms notekūdeņu padošanas uz mitrāju tie 3 dienas jānostādina. Notekūdens nostādināšanai izvēlas vaļējus dīķus vai segtus rezervuārus, nepieļaujot notekūdens izplūdi apkārtējā vidē. Izvēloties nostādināšanai vaļēju dīķi, tas jāizvieto vismaz 100 m attālumā no apdzīvotām vietām valdošo vēju virzienā. Sadzīves notekūdeņu nostādināšanai piemērotāki ir segti rezervuāri (septiķi) ar

ventilāciju, ko būvē no dzelzsbetona grodiem vai stiklaplasta. Notekūdens nostādināšanas tvertni izvēlas atkarībā no nepieciešamā nostādināšanas tilpuma, t.i. notekūdens apjomam 3 diennaktīs.

Mitrāja izmēri

Cilvēku ekvivalentos izteikto piesārņojuma daudzumu aprēķina, pamatojoties uz maksimālo nedēļas vidējo piesārņojuma daudzumu, kas normālos laika apstākļos komunālo notekūdeņu attīrīšanas iekārtās nonāk gada laikā. Spēcīga lietus un citu netipisku apstākļu radīto pārslodzi šajos aprēķinos neņem vērā. Plānošanas vajadzībām cilvēku ekvivalentos izteikto piesārņojuma daudzumu var aprēķināt, pamatojoties uz iedzīvotāju un strādājošo skaitu, kam plānots pieslēgums, un atkarībā no tiem raksturīgā ūdens patēriņa un notekūdeņu bioķīmiskā skābekļa patēriņa (BSP₅) vērtībām. Cilvēku ekvivalenta viena vienība ir organisko vielu piesārņojuma daudzums, kas atbilst bioķīmiskajam skābekļa patēriņam 60 g O₂ dienā (MK noteikumi Nr.34 „Noteikumi par piesārņojošo vielu emisiju ūdenī”, no 2002). Vienam cilvēka ekvivalentam pēc notekūdeņu apjoma atkarībā no labiekārtotības pakāpes atbilst 100 – 200 l dienā. Mitrāja formu iespējams izvēlēties atkarībā no ainavas vai pasūtītāja vēlmēm un pielāgot esošajai vai plānotajai reljefa un apvidus situācijai. Iespējamās gan regulāras formas (taisnstūrveida, kvadrātiski, apļveida un ovāli), gan neregulāras formas mitrāji.

Mākslīgo mitrāju apsaimniekošana

Filtru ierīkošanai izrakto grunti daļēji var izmantot valnīšu veidošanai, pārējo izlīdzina turpat tuvākā apkārtnē, saglabājot augsnes virskārtu, un apsēj ar zāli. Visu filtra teritoriju iežogo ar stieplu pinuma žogu, ja tā ir tuvāk apdzīvotai vietai līdz 50 m vai 3 rindu dzeloņstieplu žogu, ja tā atrodas tālāk par 50 m no apdzīvotas vietas. Mitrāju izbūvē ne tuvāk par 15 m no dzīvojamām mājām. Pie izplūdes attīrītie notekūdeņi būs attīrīti atbilstoši MK noteikumiem Nr.235: BSP₅ līdz 25 mg/l; suspendētās vielas (SV) līdz 35 mg/l; ķīmiskais skābekļa patēriņš (KSP) līdz 125 mg/l. Septiņiem regulāri, divas reizes gadā, ir jāizsūknē tur sakrājušās nogulsnes. Jāatstāj 10 – 20 % veco dūņu kā ieraugu, pūšanas procesa uzturēšanai. Izsūknētās dūņas jāved utilizēšanai uz tuvējām notekūdeņu attīrīšanas ietaisēm vai jāizmanto ganību un mežu mēslošanai.

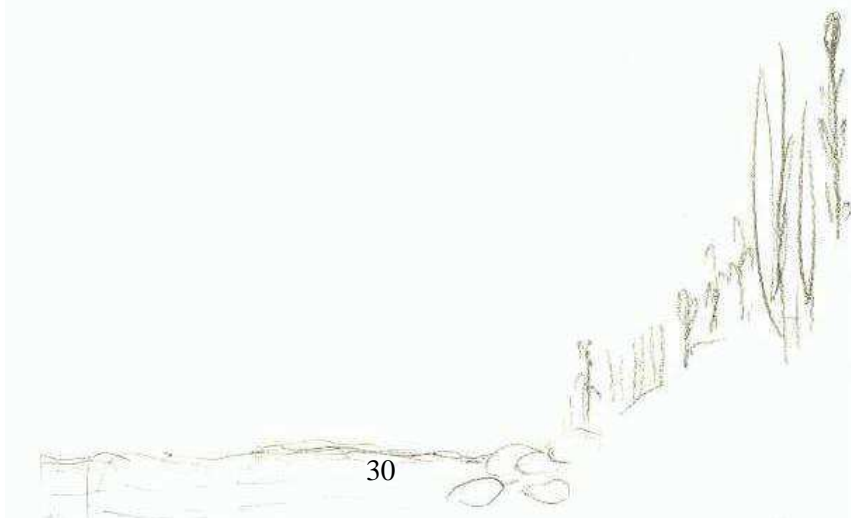
Mitrāja infiltrācijas caurules vajadzības gadījumā var izskatīt ar lielu daudzumu ūdens, kuru iesūknē pa vēdināšanas cauruļu izplūdes galiem. Drenāžas sistēmas skalošanai tāpat var izmantot drenu vēdināšanas caurules galu, kurā sūknē spēcīgu ūdens strūklu.

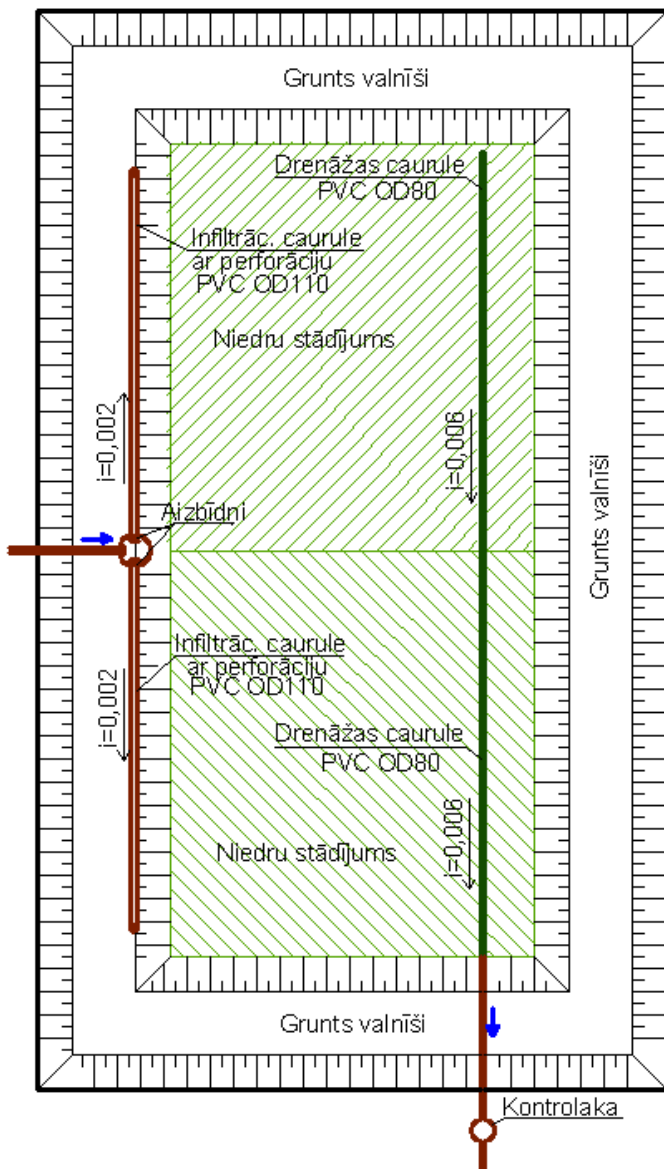
Pirmajā ekspluatācijas gadā jāuzrauga niedru izaugsma, vajadzības gadījumā tās jālaista. Mitrāja ekspluatācijā jāparedz nezāļu applaušanu no valnīšiem 3 reizes gadā. 1 – 2 reizes gadā (to nosaka ekspluatācijas laikā) mitrāja filtrs pa posmiem jāatslēdz no notekūdeņu padeves uz 60 – 100 diennaktīm, lai tas labāk attīrītos no organiskā piesārņojuma.

a) Mitrājs ar horizontālu filtrāciju

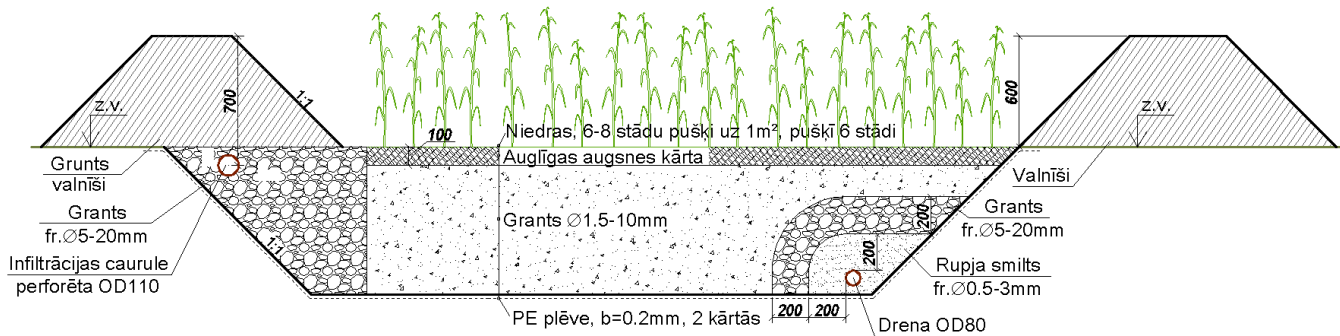
Mākslīgos mitrājus ar horizontālu filtrāciju (14. un 15. attēls) jeb horizontālu ūdens plūsmu filtrā ierīko ar aprēķinu, lai notekūdens plūsma būtu virzīta horizontāli no ieplūdes līdz izplūdei 5 – 8 m attālumā. Sadalošās caurules izvieto filtra vienā malā ap 10 – 20 cm dziļumā, turklāt tās jāaizsargā, lai ziemas laikā neaizsaltu. Tās apber ar grunti, kas izrakta no filtra daļas būvniecības laikā.

Filtra dobi-filtru mākslīgam mitrājam veido no rupjas smilts vai grants un apstāda ar niedrēm, kuras bagātina filtru ar skābekli, irdina grunti un rada estētisku vidi. Nepieciešamā mitrāja platība 1 cilvēkam sastāda 6 – 8 m². Mitrājus var izmantot arī ražošanas notekūdeņu attīrīšanai pieņemot vienu CE vienādu ar 60 g/dn BSP₅. Infiltrācijas caurule kalpo notekūdeņu izkļiedēšanai pa filtru, tāpēc tā tiek iebūvēta rupjas grants (5 – 20 mm) apbērumā.





14. attēls. Pazemes pūsmas mitrāja ar horizontālu pūsmu filtrā plāns.



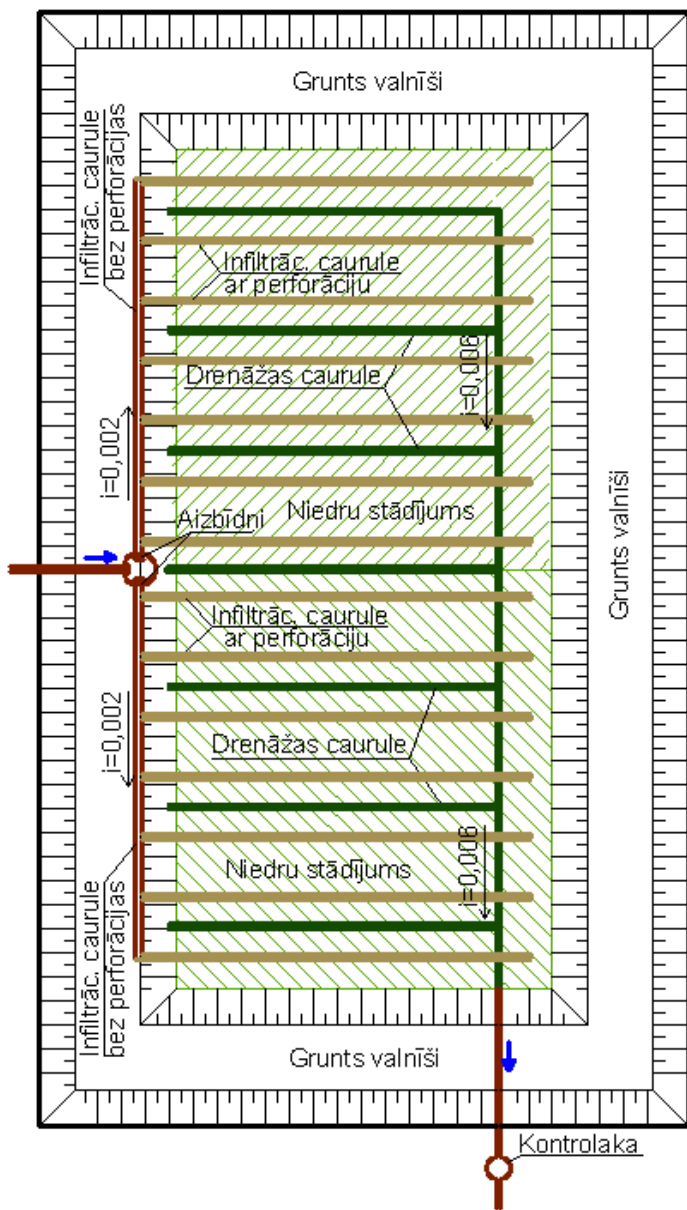
15. attēls. Pazemes plūsmas mitrāja ar horizontālu plūsmu griezumš.

b) Mitrāji ar vertikālu filtrāciju

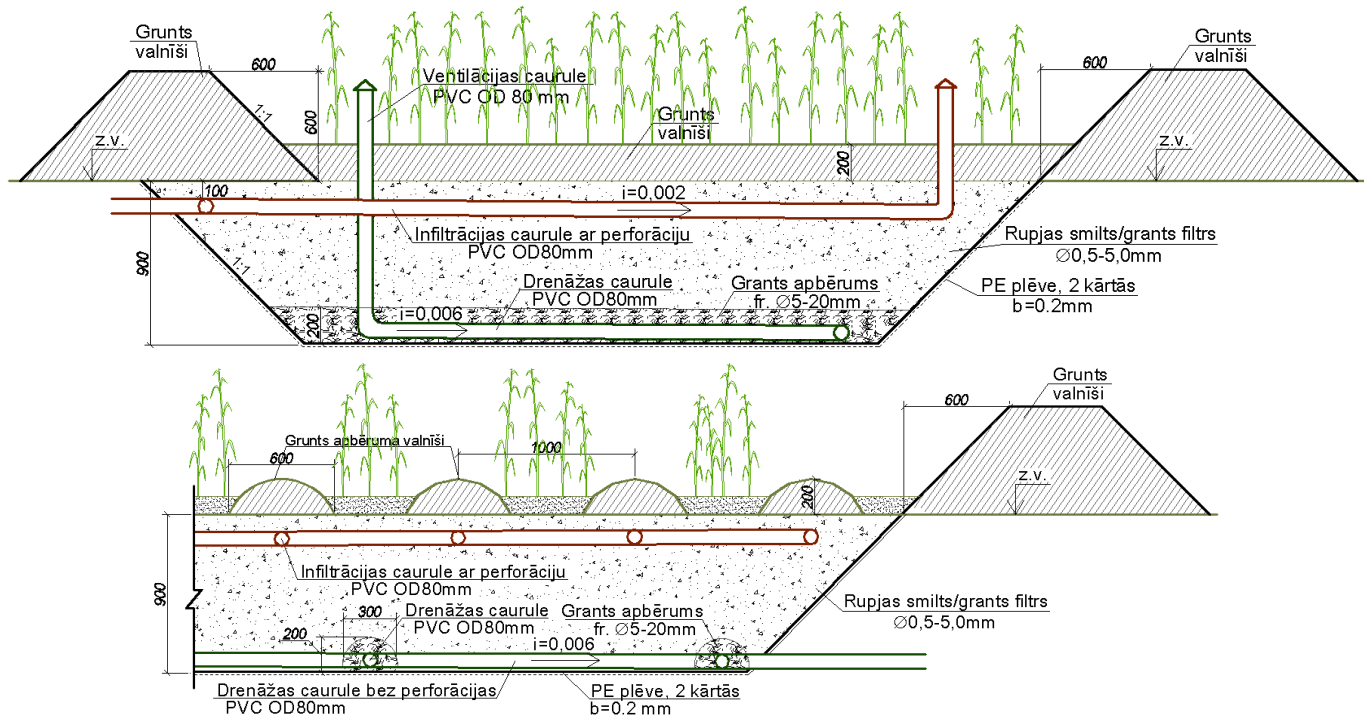
Mākslīgos mitrājus ar vertikālu notekūdens plūsmu (16. un 17. attēls) ierīko ar aprēķinu, lai tā būtu virzīta vertikāli cauri filtram no sadales caurulēm pie zemes virsmas līdz filtra apakšējai daļai 0.7 – 0.8 m dziļumā. Suspendēto vielu un BSP samazināšanai, tāpat kā mitrājos ar horizontālu filtrāciju, izmanto notekūdeņu nostādināšanu septiķī vai nostādinātājā. Tad notekūdeni padod smilšu filtrā, kur to pa infiltrācijas cauruļvadu sistēmu vienmērīgi izklieš pa filtra augšējo daļu. Pie filtra pamatnes izvietotas drenāžas caurules, kas uztver izfiltrēto notekūdeni un novada to caur kontrolaku ūdens avotā. Kontrolakā iespējams paredzēt būvi ūdens līmeņa regulēšanai mitrāja filtrā.

Sadalošās caurules jāaizsargā, lai ziemas laikā tās neaizsaltu. Caurules apber ar grunti, veidojot līdz 20 cm augstus valīšus. Notekūdeni, izmantojot sūkņus, vēlams padot periodiski, nelielām devām. Filtru apstāda ar niedrēm, kas bagātina filtru ar skābekli, irdina grunti un rada estētisku vidi. Nepieciešamā mitrāja platība 1 cilvēkam ir 6 – 8 m².

Filtra bērumis ir jāveido no rupjas smilts vai grants ar daļiņu izmēriem 0.5 – 5 mm. Ūdens plūsmas ātrums filtrā pieņemts 20 m/dnn. Ūdens plūsmas filtrācijas ceļš no ieplūdes caurules līdz drenāžas caurulei ir 0.60 m, ja filtra dobes dziļums ir 0.90 m. Starp grunti un filtra bērumu iebūvē ģeomembrānu vai PE plēvi 2 mm biezumā, kuru klāj divās kārtās uz 0.05 – 0.1 m biezas smilts pamatnes. Plēvi savstarpēji pārsedz 1.5 m platumā, kas nodrošina tās ūdensnecaurlaidību un dod iespēju filtru iebūvēt ar mehānismiem. Drenas galu ventilāciju izvada virs zemes, kas veicina filtra aerāciju un nepieciešamības gadījumā iespējams drenu izskalot.



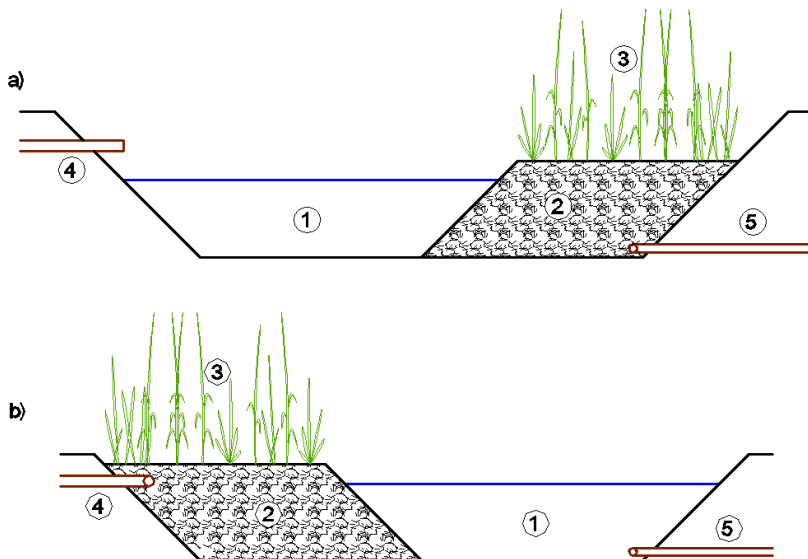
16. attēls. Pazemes plūsmas mitrāja ar vertikālu plūsmu filtrā plāns.



17. attēls. Pazemes plūsmas mitrāja ar vertikālu plūsmu filtrā griezumi.

9. Mākslīgie mitrāji ar mainīgu vidi

Visi no minētajiem mākslīgo mitrāju veidiem var tikt lietoti gan atsevišķi, gan kombinēti savā starpā. Svarīgākais ir ievērot vides aizsardzības prasības attiecībā uz gruntsūdeņu un virszemes ūdeņu iespējamo piesārņošanu. Atkarībā no tā, vai mitrājā paredzēts attīrīt sadzīves notekūdeņus vai, piemēram, noteci no lauksaimniecības zemēm, jāparedz attiecīgi hidroizolācija vai jāpieļauj noplūdes no mitrāja gruntsūdeņos.



18. attēls. Mākslīgā mitrāja ar mainīgu vidi shēmas.

1. Virszemes plūsmas mitrāja sekcija; 2. Pazemes plūsmas filtra daļa; 3. Mitrumu mīloši augi/ūdensaugi; 4. Notekūdeņu ieplūde mitrājā; 5. Notekūdeņu izplūde no mitrāja.

18. attēla a) variantā notekūdeņu ieplūde novietota virs ūdens līmeņa virszemes plūsmas mitrājā. Šāds risinājums ir piemērots, ja ūdeņu pieplūde ir neregulāra vai periodiski notiek lielas caurplūdumu svārstības, jo dīķis spēs uzkrāt notekūdeņus, līdz tie spēs infiltrēties. Tādējādi tiks samazināts mitrāja pārplūšanas risks. Jārēķinās ar ieplūdes caurules iespējamo aizsalšanu. Notekūdeņu bioloģiskās attīrīšanas

process notiek notekūdeni sākotnēji mehāniski nostādinot priekšattīrīšanas dīķī – nostādinātājā. Šeit rupjākās suspendētās daļiņas nogulsņējas un sadalās anaerobos apstākļos. Nogulsnēšanos ietekmē ūdens aprites ilgums dīķī, kas atkarīgs no filtra daļas granulometriskā sastāva, kā arī dīķa tilpuma un plūsmas turbulences. Dīķa ieteicamais dziļums ir ap 2 m. Dīķa garumam jābūt lielākam par platumu, vai plūsmu vēlams virzīt pa diagonāli.

18. attēla b) variantā notekūdeņu ieplūdei izmantota perforēta, visā mitrāja platumā horizontāli novietota caurule. Tā ievietota pazemes plūsmas filtra daļā, kas veidota no labi filtrējošas smilts vai grants bēruma. Filtrs aiztur piemaisījumus un pēc tā piesērēšanas iespējams nomainīt filtra materiālu ar jaunu rupjas smilts vai grants bērumu.

Iespējamās arī citas, šeit neattēlotas, mitrāju kombinācijas. Sākotnēji mehāniski attīrītu notekūdeni no filtra sekcijas var tālāk padot uz dabiski aerējamu biodīķi. Valējā ūdens dīķa daļu pielāgo apstākļiem atkarībā no attīrāmo notekūdeņu sastāva un sezonalitātes. Notekūdenī palikušās organiskās suspendētās un izšķīdušās vielas noārda (mineralizē) notekūdenī esošās baktērijas. Seklā biodīķa gultnē uzkrājas neliels nogulšņu daudzums, bet vērā ņemamu anaerobo procesu nav. Ūdenī esošās barības vielas saules gaismas ietekmē veicina ūdensaugu, mikroorganismu un aļģu attīstību, kas izdala skābekli un veicina aerobo baktēriju vairošanos un tādejādi notekūdeņu bioloģisko attīrīšanu aerobos apstākļos. Seklā biodīķa dziļumam jābūt nelielam, ap 0.35 m, kas nodrošinās kalmju, vilkvālīšu un citu ūdensaugu attīstību, kas veicinās notekūdeņu attīrīšanas procesu. Papildus ūdens kvalitātes uzlabošanai, ja tas ir nepieciešams, bioloģiski attīrīto notekūdeni var iepludināt nākamā mitrāja sekcijā, kur attīrīšanās procesi turpināsies. Pēc tam nonāk drenāžas caurulē un tiek ievadīts tuvējos virszemes dabas ūdeņos. Ūdens līmeņa regulēšanu mitrājā nodrošina kontrolakā aiz izplūdes caurules.

- **Mākslīgie mitrāji lietus notekūdeņu uzkrāšanai un attīrīšanai**

Pilsētu lietusūdeņu notece veidojas uz dažādām virsmām – ūdensnecaurļaidīgām vai vāji caurlaidīgām kā automašīnu stāvvietas, ēku jumti, ielas, vai ūdenscaurlaidīgām kā apstādījumi, zālāji. Nokrišņu veidotā notece var saturēt biogēnos elementus, smagos metālus, naftas

produktus, patogēnās baktērijas un vīrusus, suspendētos piemaisījumus kā augsnes un augu daļiņas, ceļu segumu erozijas produktus, utt. Jo ilgāks pārtraukums starp lietusegāzēm, jo lielāka var būt piesārņojošo vielu koncentrācija.

Mākslīgie mitrāji, kas izveidoti kā lietus kanalizācijas sistēmas sastāvdaļa, pilda lietusūdeņu plūsmas maksimumu izlīdzināšanas un attīrīšanas funkciju. Izvietojot mitrāju lietus kanalizācijas tīkla beigu posmā, tuvu iztekai virszemes ūdeņos, mitrājs darbosies kā aizsargbarjera un pasargās dabas ūdeņus no piesārņojošo vielu noplūdes. Latvijā šādi risinājumi daudzviet jau tiek izmantoti, arī 19. attēlā redzamajā Ventspils pilsētas Vidumgrāvī, kas darbojas kā lietus novadīšanas ietaise ar posmiem, kur integrēts mitrājs, un kā rekreācijas elements ar iebūvētām strūklakām.



19. attēls. Ventspils Vidumgrāvis, Latvija.

Mitrāji labi noder īslaicīgo maksimālo caurplūdumu uzņemšanai. Cita veida lietus notekūdeņu attīrīšanas ietaises jāprojektē ar jaudu, kas ir atbilstoša maksimālajai nokrišņu intensitātei, bet tas stipri sadārdzina ietaišu izmaksas. Turklāt sausuma periodu laikā šādas ietaises atradīsies dīkstāvē, kas var kaitēt attīrīšanas kvalitātei, atkarībā

no lietotās attīrīšanas tehnoloģijas. Ja ietaises, paredzēs ar mazāku jaudu nekā maksimālā iespējamā lietusgāze, tad plūdu laikā nāksies novadīt neattīrītus lietus notekūdeņus. Mitrājs turpina darboties kā attīrīšanas ietaise arī pēc ilgāka sausuma perioda, kā arī spēj uzņemt īslaicīgus lielus ūdens caurlaidumus, kuri veidojās lietusgāžu laikā.

Piemērojot mākslīgos mitrājus Latvijas apstākļiem, jāņem vērā konkrētās vietas apstākļi, jo daudzviet gruntsūdens līmenis atrodas tuvu zemes virsmai. Mitrāja konstrukcija jāizvēlas atkarībā no teritorijas hidroģeoloģiskajiem, kur to paredzēts ierīkot, lai neradītu pārplūšanas risku lietusgāžu laikā. Attīrīto ūdeņu infiltrēšanu gruntī var apgrūtināt vāji caurlaidīgas grunts – māls, smilšmāls.

Attīrīšanas procesu bioloģiskā aktivitāte mitrājā samazināsies, pazeminoties ūdens temperatūrai. Īpaši izteikti temperatūra var pazemināties ziemas periodā atkušņu laikā, kā arī pavasaros palu laikā, kad palielināsies sniega kušanas ūdeņu pieplūde, kā arī būs augsts gruntsūdens līmenis. Šādos gadījumos attīrāmie ūdeņi izplūdis caur mitrāju pārāk ātri, lai notiktu pietiekama organisko daļu mineralizācija vai slāpekļa un fosfora asimilācija augos (General consideration, 1995). Lai novērstu situāciju, kad liels nepilnīgi attīrītu lietusūdeņu daudzums ieplūst virszemes dabas ūdeņos, ieteicams variēt ar mitrāja formu jeb veidot vairākas atsevišķas sekcijas. Mākslīgā mitrāja smilšu filtra daļa nodrošina suspendēto daļiņu un ar tām saistītā piesārņojuma filtrāciju, bet vaļējā ūdens daļa, ja tāda tiek veidota, nodrošina sedimentāciju. Augu sakņu daļa mākslīgajā mitrājā absorbē ar notekūdeņiem padotās augu barības vielas pat smagos metālus.

Iespējams pirms mitrāja uzstādīt arī atsevišķu krātuvi un uzkrāt nokrišņu ūdeni ziemas laikā, lai pilnvērtīgi to attīrītu vasaras laikā, taču tas sadārdzina būvniecības izmaksas.

Dzīvot saskaņā ar dabu un pietuvināt dabai draudzīgus risinājumus savai ikdienai ir vienkārši, ērti un patīkami. Padariet savas notekūdeņu attīrīšanas iekārtas dabiskas un izdevīgas!

Izmantotā literatūra

Biebighauser T.R. (2009) *Wetland Drainage, Restoration, and Repair*. The University press of Kentucky. 241 pp.

Biebighauser T.R. (2011) *Wetland restoration and construction*. A technical guide. Upper Susquehanna Coalition. 186 pp.

Ekonomikas un ekoloģijas faktori ilgtspējīgai lietusūdeņu apsaimniekošanai apdzīvotās vietās. (2006) Pieredze un ieteikumi. 56 lpp.

Feuerbrach P., Strand J. (2010) *Water and biodiversity in the agricultural landscape*. With support of the Environmental Protection Agency, Sweden. 50 pp.

General considerations. (1995) *A Handbook of Constructed Wetlands: Volume 1*. A guide to creating wetlands for: Agricultural Wastewater, Domestic Wastewater, Coal Mine Drainage, Stormwater in the Mid-Atlantic Region. 53 pp.

Heistad A, Paruch A.M, Vrale L, Adam K, Jenssen P.D. (2006) A high-performance compact filter system treating domestic wastewater. *Ecological engineering* 28. p 374 – 379.

HELCOM. (2000) *Nutrient Pollution to the Baltic Sea in 2000*. Helsinki Commission, Baltic Marine Environment Protection Commission. *Balt. Sea Environ. Proc.* No.100.

HELCOM. (2009) *Eutrophication in the Baltic Sea – an integrated thematic assessment of the effects of nutrient enrichment and eutrophication in the Baltic Sea region*. Helsinki Commission. *Balt. Sea Environ. Proc.* No.115B.

HELCOM. (2011) *The Fifth Baltic Sea pollution Load Compilation (PLC-5)*. Helsinki Commission. *Balt. Sea Environ. Proc.* No.128

Scholz M. (2011) *Wetland Systems*, Storm Water Management Control. University of Salford, UK. Springer. 235 pp.

The Ramsar Convention on Wetlands. (1971) *Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat*. (Tiešsaiste) Pieejams: http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-documents-texts-convention-on/main/ramsar/1-31-38%5E20671_4000_0__

Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija. (2006) *Ramsāres konvencija*. (Tiešsaiste) Pieejams: http://www.varam.gov.lv/lat/likumdosana/starptautiskie_ligumi/daba/?doc=2952

Vymazal J, Kropfelova L. (2010) *Wastewater Treatment in Constructed Wetlands with Horizontal Sub-Surface Flow*. Czech University of Life Sciences Prague. Springer. 566 pp.

