

Ūdens piesārņojums un tā attīrīšana



Projekts tiek finansēts EEZ finanšu instrumenta 2009. - 2014. gada perioda programmas "Nacionālā klimata politika" neliela apjoma grantu shēmas ietvaros. Līguma Nr. 2/EEZLV02/14/GS/062/002

ŪDEŅU PIESĀRŅOJUMS

ŪDEŅU PIESĀRŅOŠANA

Ar ūdeņu piesārņošanu parasti saprot antropogēno iedarbību uz ūdeņiem. Rūpniecības un lauksaimniecības attīstība un iedzīvotāju dzīves līmeņa uzlabošanās saistīta ar ūdens patēriņa palielināšanos. Jau tagad daudzos pasaules reģionos ir jūtams saldūdens trūkums, ko izraisa ne tikai patēriņa pieaugums, bet arī ūdeņu piesārņošana ar atkritumiem un notekūdeņiem. Ūdeņi arī dabiskā stāvoklī var būt piesārņoti, t.i. var saturēt dažādas neorganiskas un organiskas vielas un patogēnus organismus. Taču ūdeņu dabiskais piesārņojums parasti ir samērā neliels un neizraisa būtiskas izmaiņas ekosistēmā.

Piesārņojumu, kas nonāk ūdeņos iedala sekojoši.

Ķīmiskais piesārņojums. Tas var būt neorganiskas un organiskas dabas. No neorganiskajām vielām ūdeni piesārņo dažādi sāļi, skābes, sārmī, smagie metāli; no organiskajām – tehniskas izcelsmes organiskās vielas, kā nafta un tās produkti, virsmas aktīvās vielas (deterģenti), pesticīdi, kā arī dabiskas izcelsmes organiskās vielas – piemēram, augu un dzīvnieku vielmaiņas produkti.

Fizikālais piesārņojums. Tā izpausmes formas ir:

- siltuma piesārņojums, kas paaugstina ūdens t° , piemēram, termoelektrostacijas ūdeņos ievada daudz siltuma ar siltiem notekūdeņiem. Tas nelabvēlīgi ietekmē ūdeņu bioloģiskos procesus, jo temperatūras paaugstināšanās ir kaitīga daudziem ūdens organismiem, kas spēj dzīvot noteiktā temperatūras intervālā. Bez tam, paaugstinoties ūdens temperatūrai, palielinās dzīvo organismu skābekļa patēriņš, bet tā šķīšanas spēja samazinās;
- radioaktīvie sārņi var nokļūt ūdens avotos, piemēram, no atomelektrostacijām, jo ūdens tiek izmantots reaktoru dzesēšanai. Parasti tas ir neliels, taču ilgākā laika posmā var izsaukt dzīvo organismu mutācijas;
- vielu cietās daļiņas (mehāniskie sārņi) – piemēram sadzīves atkritumi.

Bioloģiskais piesārņojums. To veido ūdens objektam neraksturīgu dzīvnieku, augu, baktēriju, sēņu un vīrusu klātbūtne ūdenī.

Pēc ietekmes uz ūdens avotiem, piesārņojumu var iedalīt kā:

- **punktveida piesārņojumu** (liela apjoma, vienā vietā koncentrēta piesārņojuma noplūde no kāda konkrēta objekta, kas īsā laikā var būtiski pazemināt ūdens kvalitāti);
- **difūzo piesārņojumu** (telpiski izkliedēts piesārņojums no salīdzinoši lielām platībām – negatīvā ietekme nav acīm redzama, tā ir grūti konstatējama un izpaužas ilgākā laika posmā, pamazām degradējot ūdens vidi).

ŪDEŅU PIESĀRŅOJUMA NOVĒRTĒŠANA

Ūdeņu **ķīmiskā piesārņojuma** pakāpi novērtē, salīdzinot kādas vielas daudzumu ūdenī ar šīs vielas robežlielumu (RL) un mērķlielumu (ML), kuru pārsniedzot ūdens kļūst nederīgs konkrētam izmantošanas veidam. Virszemes ūdeņos limitē bīstamo un īpaši bīstamo savienojumu robežlielumus. Kvalitātes papildus prasības var būt atšķirīgas, piemēram, dzeramajam ūdenim, zivsaimniecības, rekreācijas (peldūdeņi) u.c. ūdeņu izmantošanas vajadzībām (1. tabula). Īpašas prasības ir noteiktas arī attīrītiem notekūdeņiem, lai tos drīkstētu novadīt ūdens objektos.

1. tabula. Ūdeņu kvalitātes prasības Latvijā^{*)}

Rādītāji	Mērv.	Virszemes saldūdeņi RL ¹	Prioritārie zivsaimniecības ūdeņi ¹				Peldūdeņi ¹		Dzeramais ūdens ²
			Lašveidīgajām zivīm		Karpveidīgajām zivīm		RL	ML	
			RL	ML	RL	ML			
pH				6-9		6-9	6-9	9.5	
BSP ₅	mg			≤2		≤4			
	O ₂ /l								
Susp. vielas	mg/l			≤25		≤25			
NO ₃	mg/l							50	
NO ₂	mg/l			≤0.01		≤0.03		0.2	
NH ₄	mg/l		≤0.078	≤0,03	≤1	0.2		0.5	
P _{kop}	mg/l			≤0.065		≤0.01			
SO ₄ ⁻²	mg/l							250	
Cl ⁻¹	mg/l							250	
Na ⁺¹	mg/l							200	
Fe ⁺³	mg/l							0,2	
Zn ⁺¹	mg/l	0,120		≤0.3		≤1			
Cd ⁺²	μg/l							50	
Cr ⁺³	μg/l	11						5	
Cu ⁺¹	μg/l	9,0						2	
Pb ⁺¹	μg/l	2,5						10	

Piezīmes:

*) Tabulā dots saīsināts pārskats tikai atsevišķiem ūdens kvalitātes rādītājiem

Ūdens kvalitāti var raksturot ar dažādiem hidroķīmiskiem rādītājiem.

Ūdens ķīmisko sastāvu un bioloģisko procesu apstākļus raksturo **pH** (negatīvais log no H jonu koncentrācijas). Ja pH ir zem 6, tiek traucēti bioloģiskie procesi. Pie pH<5 var sākties dažu zivju sugu bojā eja. pH >9 veicina NH₃ satura paaugstināšanos ūdenī.

Suspendētās daļiņas (mg/l) ūdenī samazina caurredzamību (peldūdeņiem¹ caurredzamības robežlielums ir 2 m) un fotosintēzi, tādējādi ietekmējot ūdensaugu izplatības joslas dziļumu, maina biotopa struktūru. Lielāka izmēra daļiņām nogulsņējoties veidojas dūņu slānis, kas apdraud lašveidīgo zivju nārsta vietas. Suspendētās daļiņas satur virszemes notece (erozijas produkti) un notekūdeņi.

Ūdeņu **piesārņojumu ar organiskajām vielām** raksturo bioķīmiskais skābekļa patēriņš (BSP) un ķīmiskais skābekļa patēriņš KSP).

BSP ir skābekļa daudzums (mg O₂/l), kas nepieciešams mikroorganismiem organisko vielu sadalīšanai aerobos bioķīmiskos procesos. Jo šis rādītājs ir lielāks, jo lielāks organisko vielu daudzums ūdenī. Praksē bieži lieto BSP₅, kad skābekļa patēriņš tiek noteikts pēc 5 dienu ilga oksidēšanās procesa. Šinī gadījumā rādītājs ir par 60 – 70% mazāks nekā pilnais BSP, ko parasti nosaka kā BSP₂₀ (procesa ilgums 20 dienas). Tiek lietots arī rādītājs BSP₇ (procesa ilgums 7 dienas). BSP ir svarīgs rādītājs, lai izvērtētu ūdeņu piemērotību ūdens apgādei,

¹ Pēc MK not. Nr.118 (2002. g.)

² Pēc MK not. Nr.253 (2003. g.)

zivsaimniecībai, rekreācijai. Latvijā (Eiropā) zivsaimniecības ūdeņiem BSP₅ mērķa lielums ir 2-4 mg O₂/l, attīrot notekūdeņus jāpanāk BSP₅ samazinājums līdz 25 mg O₂/l. Salīdzinājumam neattīrītiem notekūdeņiem BSP₅ ir 300...400, cūku šķīdriem – 20 000...30 000, bet skābbarības sulai – 50 000...52 000 mg O₂/l.

ĶSP ir skābekļa daudzums (mg O₂/l), kas nepieciešams pilnīgai organisko vielu oksidēšanai ķīmiskos procesos ar kālija bihromātu. ĶSP ir lielāks par BSP, jo tiek oksidētas visas organiskās vielas. Tīriem virszemes ūdeņiem ĶSP lielums varētu būt ap 8 – 12 mg O₂/l. Augstas ĶSP vērtības parāda grūti noārdāmu, arī dabiskas izcelsmes (humīnvielas) piesārņojumu.

Organisko vielu noārdīšanas procesā tiek patērēts ūdenī **izšķīdušais skābeklis**, kura iztrūkums (O₂ < 2 mg/l) izsauc zivju bojā eju, izmaiņas biocenozē, traucē organisko vielu noārdīšanos un ietekmē biogēno un toksisko vielu apriti ūdens ekosistēmās. Izšķīdušā skābekļa robežlielums lašveidīgajām zivīm ir 9 mg/l, karpveidīgajām zivīm 7 mg/l.

Par ūdeņu **piesārņojumu ar biogēniem elementiem** liecina:

- slāpekļa savienojumu klātbūtne, kuru raksturo ar kopējo slāpekli (N_{kop}), nitrātu slāpekli (NO₃⁻¹), nitrītu slāpekli (NO₂⁻¹) un amonija slāpekli (NH₄⁺¹);
- fosfora savienojumu klātbūtne, kuru raksturo ar kopējo fosforu (P_{kop}), ortofosfātu (PO₄⁻²).

Slāpekļa savienojumi ūdeņos ir nestabili un nepārtraukti notiek to transformācijas procesi (mazāk izteikti pazemes ūdeņos). Norisinās slāpekļa savienojumu asimilācija (N, sevišķi NO₃⁻¹ uzņem augi), amonifikācija (noārdoties organiskām vielām), nitrifikācija (amonija oksidēšana par nitrātiem un nitrītiem), denitrifikācija (nitrātu reducēšana par N₂) un N fiksācija (baktērijas, aļģes pārvērš gaisa slāpekli amonija un organiskā slāpekļa formā).

Amonija slāpeklis (N/NH₄) ir augu barības elements, taču toksisks daudziem ūdens organismiem. Amonija slāpeklis var kalpot kā indikators ūdens piesārņojumam ar organiskām vielām (notekūdeņi, lauksaimniecības noplūdes). Tīros ūdeņos N/NH₄ parasti ir mazāk par 0,1 mg/l, taču piesārņotos ūdeņos var sasniegt 2-4 mg/l. N/NH₄ robežlielums lašveidīgajām zivīm ir 0,03 mg/l, karpveidīgajām zivīm 0,16 mg/l.

Nitrītu slāpeklis (N/NO₂) ir nestabils, veidojas anearobos apstākļos noārdoties organiskām vielām. N/NO₂ koncentrācija lielāka par 0,15 mg/l ir toksiska zivīm. Dabiskos apstākļos N/NO₂ koncentrācija ir ļoti zema (<0,015 mg/l), to paaugstina, piemēram notekūdeņu piesārņojums. N/NO₂ robežlielums lašveidīgajām zivīm ir 0,003 mg/l, karpveidīgajām zivīm 0,009 mg/l.

Nitrātu slāpeklis (N/NO₃) ir svarīgs un ātri uzņemams augu barības elements, taču dzeramajā ūdenī kļūst par potenciālu riska faktoru veselībai (nitrāti ietekmē hemoglobīna saturu asinīs). Paaugstinātu N/NO₃ koncentrāciju izsauc notekūdeņu piesārņojums, lauksaimniecības noplūdes (punktveida un difūzais piesārņojums), noplūdes no izgāztuvēm, augu un dzīvnieku atlieku sadalīšanās ūdenī. N/NO₃ koncentrācijai ūdeņos raksturīgas sezonālās svārstības (ūdens augu attīstība un atmiršana). Intensīvi nokrišņi un ziemas atkušņi sekmē nitrātu izskalošanos no augsnes. Dabiskos apstākļos N/NO₃ koncentrācija ir ap 0,1 mg/l, paaugstināta (1-5 mg/l) saistās ar antropogēno ūdeņu piesārņojumu. ES Nitrātu direktīvas robežlielums virszemes un pazemes ūdeņiem ir 11,3 mg/l N/NO₃ (50 mg/l NO₃⁻¹).

Kopējais slāpeklis (N_{kop}) raksturo kopējo neorganiskā (NO_3^{-1} , NO_2^{-1} , NH_4^{+1}) un organiskā (aļģes, mikroorganismi) slāpekļa savienojumu saturu ūdeņos. Tīros ūdeņos N_{kop} svārstās ap 0,1 - 0,5 mg/l. Koncentrācija augstāka par 1 mg/l norāda uz antropogēno piesārņojumu. Ļoti svarīgs rādītājs ir N un P attiecība. Fitoplanktona aļģes N un P uzņem attiecībā 7:1 (eitrofikācija saldūdeņos). Ja N un P ūdens augiem pieejams citā attiecībā, P vai N limitē aļģu attīstību. Uzskata, ka pie $N/P > 12$ limitējošs faktors ir P, $N/P = 7-12$ sistēmā ir līdzsvars un pie $N/P < 7$ limitējošs faktors ir N. Pie būtiska N deficīta un P klātbūtnes ūdeņos attīstās indīgās (izdala cianīda savienojumus saturošus toksīnus) zilaļģes, kuras spēj fiksēt slāpekli no gaisa. Iekšējos ūdeņos parasti P ir eitrofikāciju limitējošais faktors, bet jūrā N.

Kopējais fosfors (P_{kop}) labi raksturo antropogēno ietekmi uz ūdeņu kvalitāti. Maz ietekmētiem ūdeņiem $P_{kop} < 0,05$ mg/l. P_{kop} , robežlielums lašveidīgajām zivīm ir 0,065 mg/l, karpveidīgajām zivīm 0,13 mg/l. ES ieteiktais P_{kop} robežlielums upēs ir 0,2 mg/l, bet mērķlielums 0,1 mg/l. P_{kop} lieto arī kā eitrofikācijas pakāpes rādītāju ezeros.

Ūdeņu **bakterioloģisko piesārņojumu** raksturo ar zarnu jeb koli baktēriju (*Escherichia coli*) daudzumu ūdenī. Koli baktēriju klātbūtne liecina, ka ūdenī ir fekālijas vai dzīvnieku ekskrementi un līdz ar to iespējami arī citi patogēnie mikroorganismi, vīrusi un slimību izraisītāji.

Piesārņotības pakāpi raksturo ar:

- **koli indeksu** – koli baktēriju skaitu 1 l ūdens;
- **koli tītru** – mazāko ūdens tilpumu (ml), kurā vēl atrodama viena koli baktērija.

Ūdeņu bakterioloģisko piesārņojumu novērtē pēc sekojošas skalas: ja koli indekss ir 10...100 ūdens ir ļoti tīrs; 100...1000⁴ – tīrs; 10³...5·10⁵ – mēreni piesārņots; 5·10⁵...5·10⁶ – netīrs.

Koli titra robežlielums dzeramajam ūdenim ir 100 ml^{*}. Peldūdeņiem noteiktais koli indeksa robežlielums ir 20 000, bet mērķa lielums ir 1 000 ml^{**}.

ES Ūdens Struktūrdirektīva (LR Ūdens apsaimniekošanas likums, 2002. g.) īpašu vērību pievērš ūdeņu ekoloģiskajai kvalitātei. 1993.gadā Latvijā vides aizsardzības sistēmā ir uzsākts mazo upju bioloģiskais monitorings. Upju ekoloģiskais stāvoklis tiek raksturots veicot to **saprobioloģisko analīzi**, kurā organiskā piesārņojuma (saprobitātes) pakāpe tiek izteikta ar skaitlisku indeksu, kuru aprēķina pēc formulas, ņemot vērā ūdens organismu sugu sastāvu, atsevišķu sugu īpatņu skaitu un sugas izturību pret piesārņojumu ar organiskām vielām:

$$S = \sum s_i \cdot h_i / \sum h_i \quad , \text{ kur}$$

S – saprobitātes indekss; s_i – i-tās sugas saprobitātes indekss; h_i – i-tās sugas relatīvais sastopamības biežums paraugā.

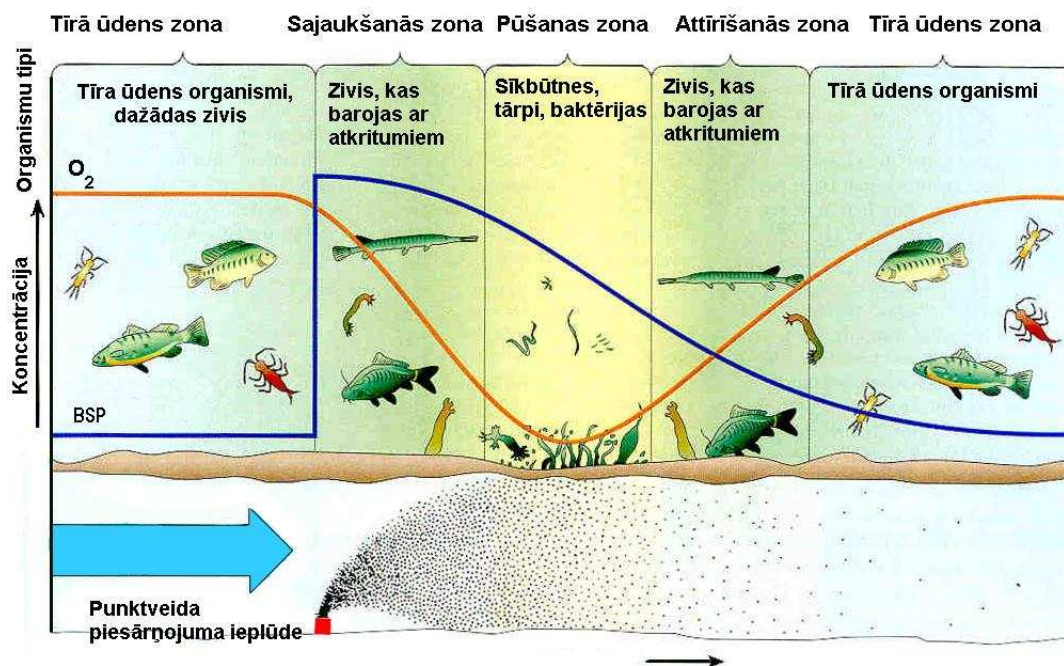
Indekss raksturo ūdeņu piesārņojumu ar viegli noārdāmām organiskām vielām ilgākā laika periodā. Tekoši ūdeņiem tiek izdalītas 8 saprobitātes pakāpes: ļoti tīrie (S = 0-0.5); tīrie (S = 0.5-1.3); tīri līdz vāji piesārņoti (S = 1.3-1.7); vāji piesārņoti (S = 1.7-2.3); vāji piesārņoti līdz piesārņoti (S = 2.3-2.7); piesārņoti (S = 2.7-3.3); piesārņoti līdz stipri piesārņoti (S = 3.3-3.7); stipri piesārņoti (S = 3.7-4.0).

* Pēc MK not. Nr.253 (2003. g.)

** Pēc MK not. Nr.118 (2002. g.)

ŪDEŅU PAŠATTĪRĪŠANĀS UN OTRREIZĒJĀ PIESĀRŅOŠANĀS

Ūdenī notiek dažādi fizikāli, ķīmiski un bioloģiski procesi, kuru rezultātā piesārņojuma vielas tiek pārveidotas. Piemēram, minerālās daļiņas nogulsņējas, suspendētās un koloīdās vielas koagulējas un arī nogulsņējas, sāļu joni savstarpēji reaģē, mikroorganismi vairojas un atmirst, organiskās vielas tiek noārdītas (mineralizētas) vai nogulsņējas bentālē un veido dūņas. Šīs norises sauc par ūdeņu pašattīrīšanās procesiem. Ūdeņu ekosistēmā piesārņojums (N un P savienojumi) tiek atšķaidīts, pārveidots un izmantots (1. attēls).



1. attēls. Ūdens pašattīrīšanās procesi (modificēts pēc G.Tyler Miller, 2002).

Ūdeņu pašattīrīšanās procesos ļoti svarīga nozīme ir organisko vielu mineralizācijai, kura notiek baktēriju un mikroorganismu darbības rezultātā. Pastāv divas lielas mikroorganismu grupas: aerobās un anaerobās baktērijas.

Aerobo baktēriju dzīvības procesi un vairošanās notiek brīva skābekļa klātbūtnē, pretējā gadījumā tās iet bojā. Aerobajos bioķīmiskajos procesos notiek organisko vielu oksidēšanās, kā rezultātā oglekli, slāpekli, sēru un fosforu saturošās sarežģītās organiskās vielas tiek pārveidotas par vienkāršiem attiecīgā elementa sāļiem, oglekļa dioksīdu, gāzveida slāpekli un ūdeni.

Ūdeņu dabiskajos pašattīrīšanās procesos tiek mineralizēti lieli organisko vielu daudzumi. Minerālsāļus tālāk izmanto ūdensaugi, baktērijas noder par barību vienkāršajiem organismiem (infuzorijām), pēc kurām nākamais barības ķēdes posms ir zivju mazuli un citi augstāk attīstīti organismi.

Aerobajām baktērijām nepieciešamais skābekļa daudzums rodas ūdensaugu fotosintēzes procesā vai nonāk ūdenī no atmosfēras. Ja ūdeņos ieplūst pārāk liels organisko vielu daudzums, baktēriju patērētais skābekļa daudzums ievērojami palielinās un brīvais skābeklis var izsīkt. Skābekļa izsīkšanu var veicināt arī dažādi blakusapstākļi, piemēram, ledus sega, naftas produkti, kas pārklāj ūdens virsmu ar gaisu necaurlaidīgu plēvi un ūdens noslāņošanās

(Baltijas jūrā eksistē pēc blīvuma (sāļuma) atšķirīgi ūdens slāņi, kurus aptuveni 40 – 80 m dziļumā šķir t.s. sāļuma lēcienlānis (stratifikācijas slānis), kas traucē skābekļa apmaiņu no augšējiem atmosfērai tuvākajiem virsūdeņiem uz sāļāko dziļūdens zonu. Šādos gadījumos aerobās baktērijas atmirst, ūdens objektu pašattīrīšanās praktiski apstājas un sākas anaerobie procesi. Jūras dibenā var veidoties baktēriju kolonijas, kas izdala sērūdeņradi.

Anaerobās baktērijas nepanes tiešu skābekļa klātbūtni un dzīvības procesu nodrošināšanai izmanto ķīmiski saistīto O_2 (piemēram, no SO_4 , NO_3 u.c. savienojumiem). Anaerobajos procesos daļa organisko vielu netiek pilnīgi noārdītas, veidojas dažādi starpprodukti: metāns (CH_4), sērūdeņradis (H_2S), amonjaks (NH_3) u.c. Lielākā daļa šo starpproduktu ir kaitīgi ūdens organismiem.

Ūdeņu pašattīrīšanās procesi var tikt traucēti, ja tajos ieplūst vielas, kas ir toksiskas mikroorganismiem (hlors, pesticīdi u.c.).

Īpašos apstākļos var notikt ūdens objektu **otrreizējā piesārņošanās**. Šādi procesi tiek novēroti dziļos ezeros un dziļūdens zonās Baltijas jūrā. Skābekļa saturs ūdens tilpnē var būt pietiekošs, bet uz gultnes virsmas krājas nogulumu, veidojas slāņi ar sliktu caurlaidību. Augšējā nogulumu kārtiņa satur O_2 , bet jau dažus centimetrus dziļāk nogulumos ir O_2 iztrūkums un pat notiek pāreja uz H_2S saturošu vidi. Šādu robežu sauc par redoksklīnu un tas efektīvi pasargā no tā, ka toksiskās vielas, arī fosfora savienojumi, kas akumulēti nogulumos, varētu atgriezties ūdens apritē. Ja gadījumā skābekļa krājumi apakšējos ūdens slāņos izsīkst, redoksklīns paceļas līdz gultnes virsmai un pēc tam tālāk sasniedz augstākos ūdens slāņus. Veidojas lielas dziļūdens zonas bez skābekļa. Uzlabojoties skābekļa režīmam, redoksklīns vairs nekavē vielu apriti, stratificētie dibena nogulumu tiek izjaukti un ūdenī šķīstošie fosfora savienojumi, kā arī citas vielas, kas agrāk bija ieslēgtas nogulumos (piemēram, pesticīdi, smagie metāli) atkal atgriežas apritē. Šādos apstākļos pat pārtraucot piesārņojuma pieplūdi no ārpusē uz šo “iekšējo rezervju rēķina” ūdens kvalitāte uzlabosies lēni.

ŪDEŅU PIESĀRŅOTĀJI

Notekūdeņi

Notekūdeņi ir viens no nozīmīgākajiem ūdeņu punktveida piesārņojuma avotiem. Tos pēc izcelsmes var iedalīt:

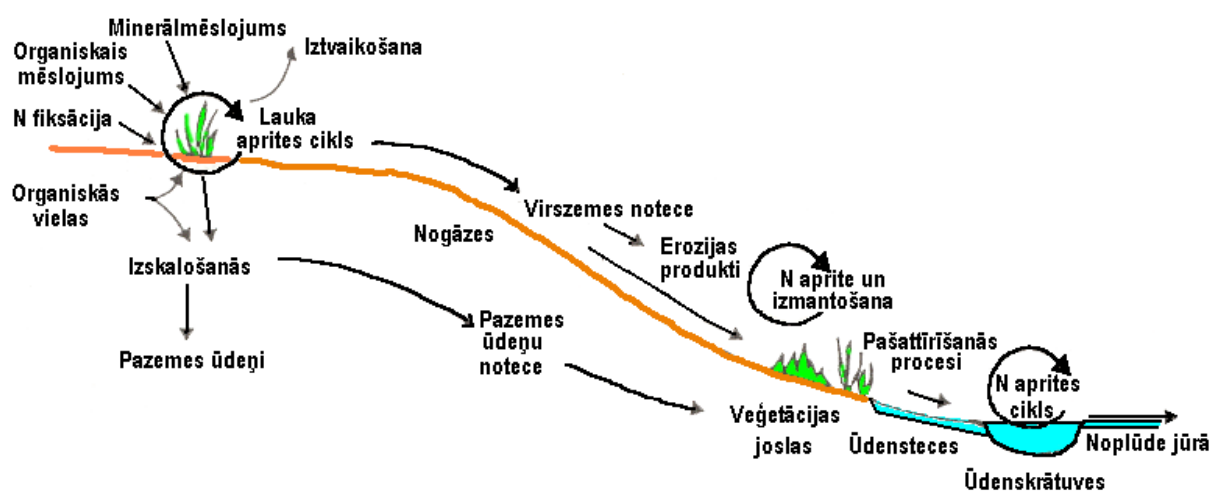
- rūpnieciskajos (ražošanas) notekūdeņos;
- komunālajos notekūdeņos;
- lietus kanalizācijas notekūdeņos.

Ražošanas un sadzīves procesos notekūdeņi var būt ķīmiski, fizikāli un bioloģiski piesārņoti. Pēc sava fizikālā sastāva notekūdeņu piesārņojums var būt vielu cieto daļiņu mehānisks piemaisījums, koloīdi un izšķīduši sāļi. **Rūpniecisko notekūdeņu** sastāvs un apjoms ir atkarīgs no konkrētas ražošanas nozares un var būt ļoti dažāds. Tie var saturēt arī īpaši toksiskas vielas. **Komunālo notekūdeņu sastāvā** pārsvarā ir dabiskas izcelsmes neorganiskās (smiltis, minerālsāļi) un organiskās (tauki) vielas un vielas no sadzīves ķīmikālijām (deterģenti). Komunālo notekūdeņu apjomu nosaka ūdens patēriņš dzīvojamā sektorā (viena cilvēka ūdens patēriņš vidēji var būt ap 200 l/dn) un pieplūdes no lietus kanalizācijas, kura parasti ir pieslēgta centralizētajai kanalizācijas sistēmai.

Lauksaimniecības noplūdes

Lauksaimniecības noplūdes veidojas kā punktveida piesārņojums no fermu teritorijām, mēsļu krātuvēm, un difūzais piesārņojums no lauksaimniecībā izmantotās zemes (drenu notece, virszemes notece).

Īpaši izdalāmas slāpekļa un fosfora savienojumu noplūdes. Piemēram, slāpekļa savienojumu noplūde Latvijas teritorijā var būt 4-20 kg/ha gadā. Slāpekļa savienojumi iziet sarežģītu aprites un transformāciju ceļu no lauksaimniecības platībām līdz ūdens aprites galapunktam – jūrai (2. attēls). Bieži vien lauksaimniecības radītā piesārņojuma (it īpaši difūzā, ko izraisa, organiskā un minerālmēslojuma nepareiza un pārmērīga lietošana) nodarītais kaitējums ūdens avotiem sabiedrībā netiek pienācīgi novērtēts. Pierādīts, ka lauksaimniecības noplūdes sastāda ievērojamu daļu no Baltijas jūras piesārņojuma. Pēc Zviedrijas datiem lauksaimniecība dod 40 % - 50 % no slāpekļa un 20 % - 30% no fosfora noplūdēm Baltijas jūrā. Helsinku Konvencijas par Baltijas jūras aizsardzību dalībvalstis vienojušās panākt biogēno elementu noplūdes samazināšanu par 50 % salīdzinājumā ar 1988. gadu.



2. attēls. Slāpekļa savienojumu aprites un transformācijas shēma no lauksaimniecības platībām līdz jūrai (modificēts pēc T.P.Burt et al., 1993)

Nosēdumi no gaisa

Gaisa piesārņojums ar slāpekļa, sēra un citiem savienojumiem izsauc skābā lietis veidošanos, kurš satur biogēnos elementus, un tos ienes ūdeņu ekosistēmās. Piemēram, slāpekļa savienojumu saturs lietus ūdenī Latvijas teritorijā var būt 5-20 mg/l.

Ūdens transports

Ūdens transports, un ostu darbība arī nelabvēlīgi ietekmē ūdeņus, tos piesārņojot, piemēram, ar naftu un tās pārstrādes produktiem. Piesārņošana notiek avāriju, nelaimes gadījumu gan arī nolaidības vai pat noziedzīgas darbības rezultātā.

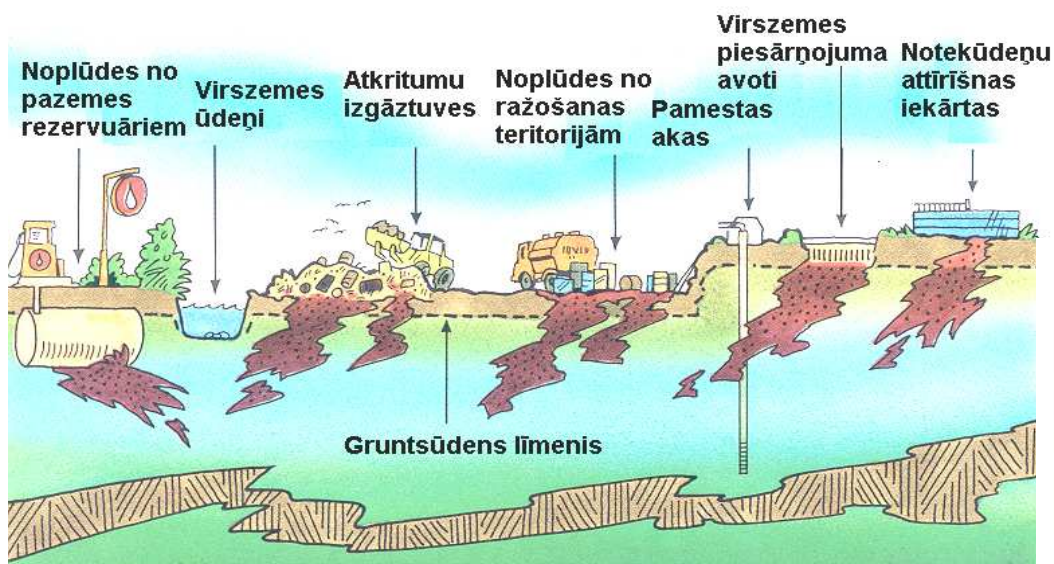
PAZEMES ŪDEŅU PIESĀRŅOŠANA

Pazemes ūdeņu stāvoklis (3. un 4.attēli) ir saistīts ar virszemes ūdeņu, augsnes u.c. vides komponentu aizsardzības līmeni. Galvenie faktori, kas nosaka pazemes ūdeņu aizsardzību var tikt iedalīti kā:

- **dabiskie** (mazcaurlaidīgu nogulumu esamība; pazemes ūdeņu dziļums; pārklājošo iežu filtrācijas un absorbcijas īpašības; augstāk un zemāk iegulošo horizontu līmeņu attiecība);
- **tehnogēnie** (apstākļi, kādos piesārņojošās vielas nonāk saskarē ar augsni vai gruntsūdeņiem, piemēram, šķidro atkritumu uzglabāšana krātuvēs, notekūdeņu attīrīšana filtrācijas laukos, mēslojuma iestrāde lauksaimniecībā izmantojamās zemēs u.c.);
- **fizikāli-ķīmiskie** (piesārņojošo vielu migrācijas spēja, bioloģiskā stabilitāte, ķīmiskā un fizikāli ķīmiskā mijiedarbība starp iežiem un pazemes ūdeņiem).



3. attēls. Pazemes ūdeņu piesārņošana lauku apvidū



4. attēls. Pazemes ūdeņu piesārņošana pilsētās

Jebkurš piesārņojums nonākot pazemes ūdeņos tur saglabājas ilgi, jo zemās temperatūras, skābekļa trūkums un lēnais plūsmas ātrums negatīvi ietekmē ūdens pašattīršanās procesus.

Latvijā pašlaik zināmie lielākie pazemes ūdeņu piesārņotāji ir Getliņu atkritumu izgāztuve, šķidro toksisko atkritumu novietnes Jelgavā, Olainē, bijušās PSRS armijas bāzes u.c. objekti.

Gruntsūdeņu piesārņojums konstatēts arī visās lielākajās Latvijas pilsētās, bet salīdzinot ar iepriekš minētajiem objektiem, tas nav tik augsts. Gruntsūdeņos konstatēta paaugstināta organisko vielu, slāpekļa, hlorīdu koncentrācijas, kā arī deterģentu un naftas produktu klātbūtne.

Vides aizsardzības politikas plānā no prioritārām vides problēmām astoņas attiecas uz pazemes ūdeņiem.

Piesārņojuma pārnese. Piesārņojuma pārnese ar pazemes ūdeņu plūsmu var notikt ļoti lēni un ir atkarīga no iežu porainības vai plaisainības un hidrauliskā gradienta¹, kas savukārt zināmā mērā ir atkarīgs no reljefa. Par noteicošo apstākli piesārņojošo vielu pārnese ar pazemes ūdens plūsmu tiek uzskatīta piesārņoto zonu ilgstoša saglabāšanās.

Piesārņojuma ietekme uz virszemes ūdeņiem. Ūdensteču un ūdenstilpju hidroloģiskajā režīmā ir mazūdens periodi, kad to ūdens daudzumu papildina galvenokārt pazemes ūdeņi. Ja tie ir piesārņoti, tad piesārņojošās vielas nonāk arī virszemes ūdens objektos. Īpaši nelabvēlīga situācija veidojas tad, ja ūdens avota sateces baseina teritorijā ir liels lauksaimniecībā izmantojamo zemju īpatsvars, kur lielās devās tiek lietoti minerālmēsli vai kūtsmēsli, kā arī lielu esošo vai bijušo lopkopības fermu apkārtnē ar nesakārtotu kūtsmēsli savākšanas un uzglabāšanas sistēmu.

Saimnieciskās darbības izraisīto avāriju risks. Pazemes ūdeņus apdraud dažāda veida transporta, rūpnieciskās, uzglabāšanas terminālu (naftas produktu, pesticīdu, minerālmēsli), cauruļvadu avārijas. Sevišķi nelabvēlīga situācija veidojas, ja avārijas sekas ātri netiek likvidētas un piesārņojošās vielas nesavāktas uz zemes atrodas ilgāku laiku, kā arī, ja avārija notikusi teritorijā ar labi filtrējošu grunti un iežiem.

Atkritumu ietekme. Šī problēma saistīta ar nesakārtotiem atkritumu savākšanas, uzglabāšanas un deponēšanas jautājumiem. Tā kā agrāk izveidotajās atkritumu izgāztuvēs netika izveidota atbilstoša hidroizolācija, atkritumu masa tiek regulāri caurskalota ar nokrišņiem un sniega kušanas ūdeņiem, kuri bagātinātnās ar dažādām piesārņojošām vielām un nonāk pazemes ūdeņos.

Transporta ietekme. Transporta ietekme uz pazemes ūdeņiem veidojas kā difūzais (izkliedētais) piesārņojums ap lidostām, dzelzsceļiem, automaģistrālēm un kā punktveida piesārņojums ostās un degvielas uzpildes stacijās.

Lauksaimnieciskās ražošanas ietekme. Iestrādājot minerālmēsli un organisko mēslojumu augsnē un izsmidzinot pesticīdus, ja to iestrādes normas nav agrotehniski pamatotas, veidojas priekšnoteikumi piesārņojošo vielu infiltrācijai gruntsūdeņos. Lokāls pazemes ūdeņu piesārņojums veidojas ap minerālmēsli un pesticīdu noliktavām, kūtsmēsli krātuvēm gadījumos, ja, piemēram, tās uzceltas uz smilšainām gruntīm bez atbilstošas hidroizolācijas, mēslojuma un pesticīdu pārkraušana vai uzglabāšana notiek zem klajas debess utt.

Pazemes ūdeņu pārmērīga ekspluatācija. Pārmērīga pazemes ūdeņu ieguve noved pie tā, ka pazemes ūdeņu resursi nepaspēj atjaunoties dabiskā ceļā. Tad pazeminās ūdens līmenis, veidojas tā saucamās depresijas piltuves, kas savukārt rada labvēlīgus apstākļus pazemes

¹ Hidrauliskais gradients – raksturo kāda plūsmas posma spiediena augstumu pret šī posma garumu

ūdeņu horizontu piesārņošanai no augšas, vai arī, piemēram, piekrastes zonās, jūras ūdeņu pieplūdei tieši ūdens horizontā.

Dzeramā ūdens kvalitāte. Šo problēmu izsauc pazemes ūdens zemā kvalitāte, kas saistās ar pazemes ūdeņu piesārņošanu vai, visbiežāk, ar to dabisko sastāvu. Latvijas apstākļos pazemes ūdeņu kvalitāti galvenokārt ietekmē paaugstināts dzelzs (Fe^{+2} , Fe^{+3}) un kalcija savienojumu (HCO_3^{-1}) saturs.

Saskaņā ar likumu "Par zemes dzīlēm", pazemes ūdeņi ir valsts nozīmes resursi. Tas nozīmē, ka valstij ir prioritāras tiesības pazemes ūdeņu izmantošanā. Pazemes ūdeņu izmantošana ir pakļauta valsts kontrolei neatkarīgi no īpašuma formas.

ŪDEŅU AIZSARDZĪBA

Notekūdeņu attīrīšana

Viens no svarīgākajiem uzdevumiem ūdens resursu saglabāšanā ir notekūdeņu attīrīšana. Iedzīvotāju skaita palielināšanās, dzīves līmeņa paaugstināšanās, ražošanas attīstība un pieaugums ir faktori, kas veicina ūdens patēriņa pieaugumu un notekūdeņu apjoma palielināšanos. Notekūdeņu attīrīšana ir sarežģīts process, kurā noārda vai arī no ūdeņiem izdala piesārņojošās vielas. Patogēnos mikroorganismus iznīcina notekūdeņus dezinficējot, piemēram, hlorējot. Atkarībā no notekūdeņu sastāva, apjoma un teritorijas klimatiskajiem apstākļiem to attīrīšanas paņēmieni var būt ļoti atšķirīgi.

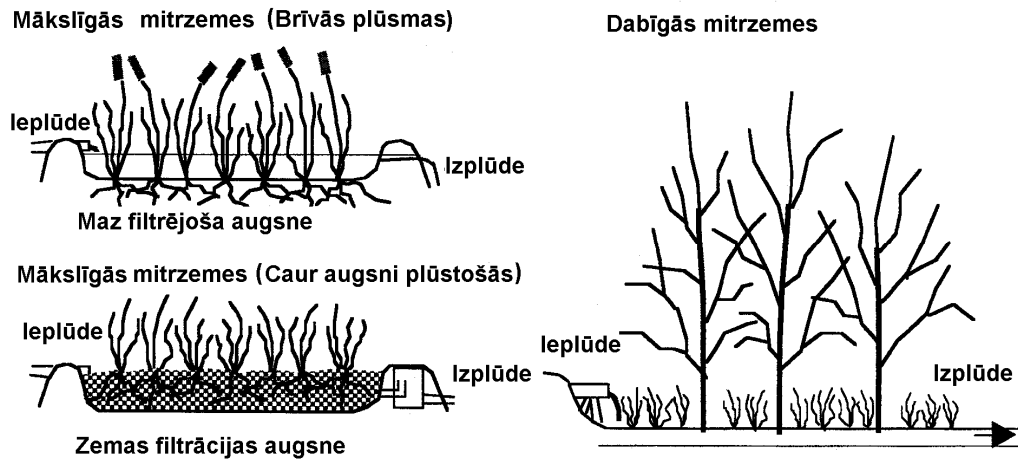
Notekūdeņu mehāniskā attīrīšana. Ar šo metodi mehāniski tiek atdalīti organiskie un neorganiskie piemaisījumi kāšot, filtrējot, nogulsnējot vai nosmeļot. Mehānisko attīrīšanu parasti izmanto notekūdeņu sākotnējai apstrādei pirms bioloģiskās attīrīšanas. Biežāk lietotās ietaises ir:

- redeles un sieti (aiztur dažādus sīkus priekšmetus);
- smilšu uztvērēji (atdala sīkas daļiņas, kuru blīvums ir ievērojami lielāks par ūdens blīvumu);
- nogulsnēšanas tvertnes (nostādinātāji). Tās izmanto rupjāko daļiņu izgulsnēšanai vai notekūdeņu nostādināšanai arī pēc bioloģiskās attīrīšanas. Pie mehāniskās attīrīšanas ierīcēm nosacīti var pieskaitīt arī septiņus un emšerus, kuros notekūdeņi tiek nostādināti un nostādinātās organiskās vielas anaerobās rūgšanas procesā tiek pārraudzētas.

Notekūdeņu bioloģiskā attīrīšana. Visas bioloģiskās attīrīšanas ietaises var iedalīt divās grupās.

Ietaises, kurās tiek intensificēti dabiskie procesi, kādi dabā norisinās ūdeņos un augsnē (šīs ierīces galvenokārt izmanto notekūdeņu pēcattīrīšanai, lai sasniegtu augstāku tīrības pakāpi jau daļēji attīrītiem notekūdeņiem).

Mitrzemju (mitrāju) ierīkošana ir efektīvs paņēmieni biogēno elementu koncentrācijas samazināšanai ūdeņos. Mitrzemes var izmantot kanalizācijas notekūdeņu pēcattīrīšanai un slāpekļa un fosfora noplūdes samazināšanai no lauksaimniecības platībām. Izšķir mākslīgi veidotas un dabiskās mitrzemes (5. attēls). Mitrzemes efektīvi aiztur suspendētās daļiņas (nogulsnes) un biogēnos elementus. Attīrīšanas efektu nodrošina ūdensaugi (izmanto N un P) un denitrifikācijas procesi nogulsnēs (gaisā izdalās gāzveida formā slāpekļlis).



5. attēls. Mitrzemju izveidošanas shēmas

Bioloģiskie dīķi ir vienkāršas bioloģiskās attīrīšanas ietaises, kurās mehāniski vai bioloģiski attīrīti notekūdeņi tiek ievadīti un izturēti vidēji 8 – 10 dienas. Bioloģisko dīķi vēlams sadalīt 5 – 12 dīķu kaskādē. Viena kaskādes dīķa tilpumam jābūt vienādam ar vienas diennakts notekūdeņu apjomu. Dīķos tiek radīti labvēlīgi apstākļi organisko vielu bioloģiskai destrukcijai ūdens vidē. Ūdens dziļums dīķos neliels (0,6 - 1.5 m), tie labi izgaismojas. Tāpēc attīstās aļģu fitocenoze (galvenokārt mikroskopiskās aļģes) un mikroorganismi. Attīrīšanas procesu intensitāte atkarīga no skābekļa pieplūdes, apgaismojuma un temperatūras. Bioloģisko dīķu galvenais trūkums Latvijas apstākļos ir zemā attīrīšanas efektivitāte pie zemām temperatūrām ziemas periodā.

Filtrācijas lauki ir norobežotas, atbilstoši sanitārajiem noteikumiem izveidotas un aprīkotas teritorijas, kurās mehāniski attīrītus notekūdeņus infiltrē augsnē. Organiskie piemaisījumi tiek aizturēti augsnē, kur notiek to destrukcija. Filtrācijas laukos ierīko vairākus iecirkņus, kurus darbina pārmaiņus. Tas dod iespēju atsevišķās vietās pārmaiņus audzēt arī kultūraugus, taču filtrācijas lauku lauksaimnieciskai izmantošanai ir pakārtota nozīme. Filtrācijas lauku pielietošanu ierobežo augsts gruntsūdens līmenis un mazcaulaidīgas augsnes, to darbībai nepieciešama intensīva drenāža. Latvijas apstākļos filtrācijas lauku slodze varētu būt 20 000 - 30 000 m³/ha gadā (2 000 - 3 000 mm). Filtrācijas lauku priekšrocība salīdzinot ar bioloģiskajiem dīķiem ir tā, ka notekūdeņi virszemes vai pazemes ūdeņus sasniedz filtrējoties caur augsnes slāņiem un tādējādi labāk attīrās.

Notekūdeņu izmantošanas lauki ir speciāli izveidotas lauksaimniecības platības, kurās komunālos notekūdeņus izmanto augsnes mēslošanai un kultūraugu laistīšanai. Notekūdeņu daudzums, ko izlaista šajos laukos ir normēts, tiek nodrošināti vislabvēlīgākie apstākļi organisko vielu noārdīšanai augsnes vidē, bet atbrīvotās minerālvielas augi izmanto kā mēslojumu. Latvijas apstākļos apūdeņošanas norma varētu būt 4 000 - 6 000 m³/ha gadā (400 - 600 mm). Ziemas periodā (1.XII - 31.III) Latvijā apūdeņošanu nepraktizē un notekūdeņu apjoms jāuzkrāj īpaši izveidotās krātuvēs. Sanitāru apsvērumu dēļ notekūdeņu izmantošanas laukos audzē galvenokārt lopbarības kultūras, kuras netiek patērētas svaigā veidā. Šis notekūdeņu attīrīšanas un vienlaikus arī izmantošanas paņēmieni ļauj vislabāk atrisināt ūdeņu aizsardzības problēmas un dot ražas pieaugumu lauksaimniecības kultūrām.

Mākslīgi izveidotās bioloģiskās attīrīšanas iekārtās bioķīmiskie procesi notiek mākslīgi intensificētos apstākļos. Attīrīšanas iekārtas imitē tos pašus procesus kas notiek dabā – ūdenī

vai augsnē. Mākslīgi tiek radīti apstākļi aerobo vai anaerobo mikrobioloģisko procesu intensīvai darbībai.

Biofiltrs ir tvertne, kura tiek piepildīta ar kādu inerta materiāla (oļi, granīta vai dolomīta šķembas, keramikas lauskas, plastmasas granulas u.c.) filtru, ar lielu kopējo virsmu uz kuras var attīstīties mikroorganismu un aļģu darbība, kā rezultātā uz filtra virsmas izveidojas tā saucamā bioloģiskā velēna. Mehāniski attīrītus notekūdeņus pievada visā biofiltra virsmas platībā. Notekūdeņiem lēnām plūstot caur filtru tajos notiek intensīva mikroorganismu darbība. No apakšas mākslīgi pievadot gaisu, filtra darbību var intensificēt. Biofiltrs imitē procesus, kas notiek augsnē.

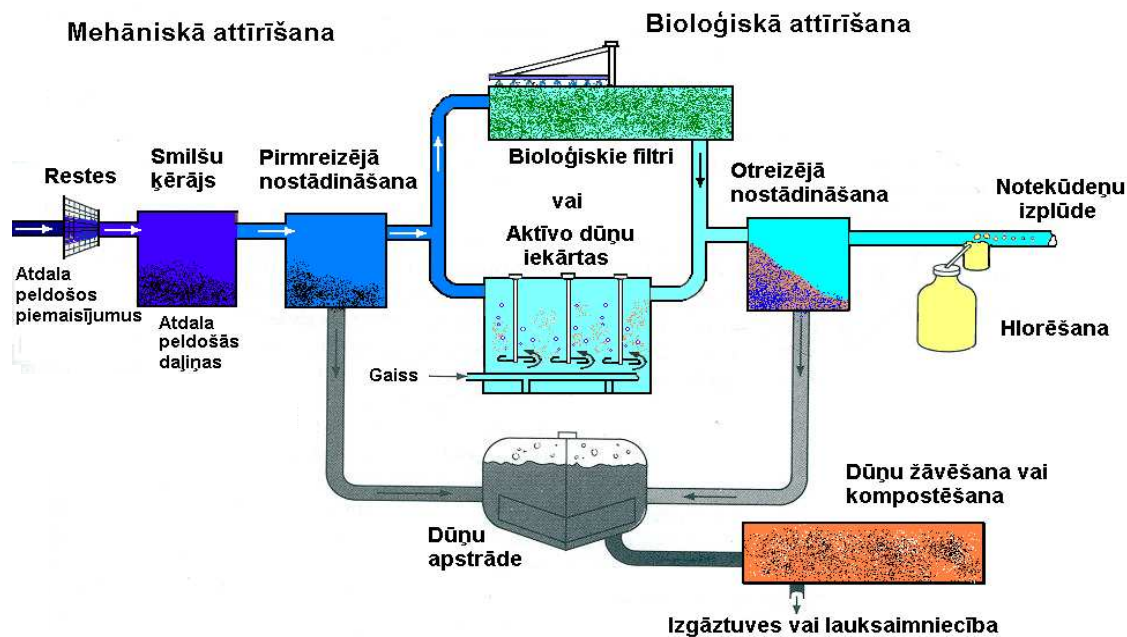
Aerotenkā notekūdeņu attīrīšanu veic aktivētās dūņas – dzīvu mikroorganismu (baktērijas, vienšūņi) masa, kas lielā daudzumā suspendēta visā notekūdeņu masā. Aerotenki tiek veidoti kā tvertne, kurā tiek ievadīti notekūdeņi. Notekūdeņu masa tiek mehāniski vai pneimatiski aerēta. Aerotēnos tiek imitēti procesi, kas norisinās pašattīrīšanās procesos dabiskos ūdens avotos.

Metantenki ir ietaises (tvertnes), kurās organisko vielu sadalīšanās notiek anaerobā vidē pie paaugstinātas temperatūras (līdz 55°C). Lai procesu paātrinātu, metantenka saturs tiek maisīts. Pārraudzējot 1m³ notekūdeņu nogulšņu veidojas ap 15 m³ biogāzes, kas sastāv no metāna (65-70%) un CO₂ (30-35%). Pārraudzētās nogulsnes ir dezinficējušās, augu barības vielu vērtība saglabājusies un tās var izmantot kā mēslojumu lauksaimniecībā.

Fizikāli ķīmiskā notekūdeņu attīrīšana. Izmantojot fizikāli-ķīmisko notekūdeņu attīrīšanu kombinācijā ar bioloģisko var panākt visaugstāko attīrīšanas efektu. Šīs metodes lieto, lai rūpniecības notekūdeņus attīrītu no specifiskiem piesārņojumiem, piemēram, smago metālu sāļiem, krāsvielām, koncentrētiem sāļiem un skābēm pirms to novadīšanas kopējā kanalizācijas tīklā. Attīrot rūpniecības notekūdeņus, fizikāli-ķīmisko notekūdeņu attīrīšanas metožu pamatā ir divi pamatprincipi: reģenerācija (vērtīgo vielu izdalīšana no notekūdeņiem, lai tās izmantotu) un destrukcija (piesārņojuma vielu ķīmiska vai fizikāla sadalīšana, pārveidošana un sadalīšanas produktu izdalīšana no notekūdeņiem). Plašāk tiek pielietotas vairākas fizikāli-ķīmiskās notekūdeņu attīrīšanas metodes:

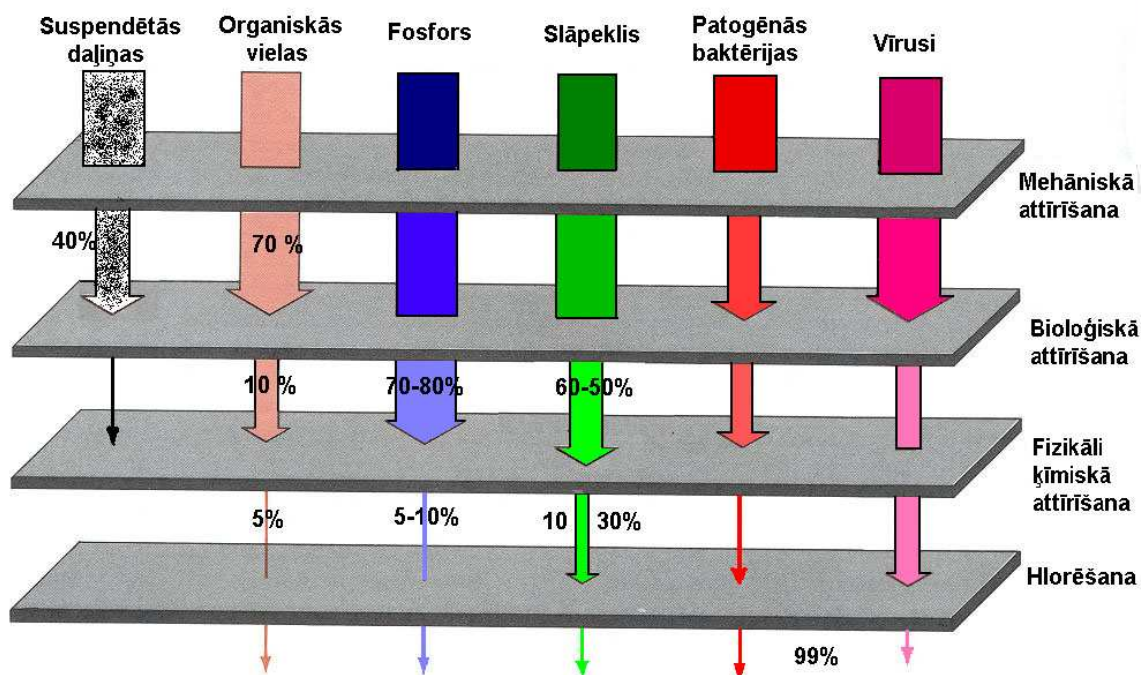
- neitralizāciju lieto, ja notekūdeņiem ir izteikti sārmaina vai skāba reakcija. Lai reakciju neitralizētu, notekūdeņus atbilstoši apstrādā ar skābes vai sārma šķīdumu. Metodes trūkums - notekūdeņos palielinās sāļu saturs;
- koagulāciju lieto, lai panāktu koloīdo un sīko suspendēto piesārņojuma daļiņu izgulsnēšanos. Ūdenī ievada reagentus, piemēram, alumīnija sulfātu (Al₂SO₄)₃, trīsvērtīgās dzelzs hlorīdu (FeCl₃) u.c. Šīs vielas ūdenī, veidojot alumīnija un dzelzs hidroksīdus, koagulējas un uz savas virsmas absorbē krāsvielas un suspendētās daļiņas. Hidroksīdu pārslas ar absorbētajām vielām tiek izgulsnētas. Līdzīgas metodes lieto arī dzeramā ūdens sagatavošanai pirms tā ievadīšanas ūdensapgādes tīklā;
- elektrokoagulācijas metode balstās uz piesārņojuma vielu koagulēšanos, laižot caur notekūdeņiem elektrisko strāvu. Ar šo paņēmieni var apstrādāt mašīnbūves, ādu mīcēšanas, tekstilrūpniecības, celulozes un papīra rūpniecības, kā arī naftas produktus saturošus notekūdeņus.

Praksē, lai nodrošinātu augstāku notekūdeņu attīrīšanas pakāpi, ņemot vērā konkrētos apstākļus, dažādas notekūdeņu attīrīšanas ietaises un metodes tiek kombinētas (6. attēls.).



6. attēls. Notekūdeņu attīrīšanas shēma (pēc P. ReVelle, 1988)

Pagaidām vēl neeksistē ekonomiski pamatotas notekūdeņu attīrīšanas tehnoloģijas, kas nodrošinātu pilnīgu notekūdeņu attīrīšanu. Mehāniskās attīrīšanas metodes ir maz efektīvas (7. attēls). Arī pēc fizikāli-ķīmiskās attīrīšanas notekūdeņos paliek zināms daudzums organisko vielu, N, P u.c. vielu, kas pēc izlaišanas izsauc ūdens avotu piesārņojumu.



7. attēls. Notekūdeņu attīrīšanas efektivitāte (modificēts pēc P. ReVelle, 1988)

Lai risinātu un sakārtotu notekūdeņu attīrīšanas jautājumus Latvijā ir izstrādāta rīcības programma 800+, kuras ietvaros ir paredzēts izbūvēt vai rekonstruēt vairāk par 800 notekūdeņu attīrīšanas ietaišu Latvijas apdzīvotās vietās.

Lauksaimniecības radītā piesārņojuma samazināšana

Lauksaimnieciskā ražošana ir nozīmīgs ūdeņu piesārņošanas cēlonis. Īpaši bīstami ir **punktveida piesārņojuma** avoti (fermas, kūstmēslu krātuves, skābbarības glabātuves), jo kūstmēsli un noteces no šo objektu teritorijas satur gan augstas ķīmisko elementu koncentrācijas (īpaši –fosforu un slāpekli), gan lielu daudzumu organisko vielu. Augsne saista dažādus ķīmiskos savienojumus, tomēr, ja ilgāku laika posmā augsnē nonāk palielināts šo vielu daudzums, pastāv iespējas šīm vielām no augsnes izskaloties. Fosfors, amonija slāpeklis un organiskās vielas parasti saistās augsnes aramkārtā un ūdens avotos nokļūst ar virszemes noteci, noskalojoties augsnes daļiņām. Slāpeklis nitrātu formā augsnē ir kustīgs un, virzoties ar ūdens plūsmu, tas var piesārņot gruntsūdeņus (8.attēls).



8. attēls. Organiskā mēslojuma ietekme uz vidi

Šādu objektu iespējamo ietekmi uz ūdens avotiem var ierobežot atrisinot sekojošus jautājumus:

- kūstmēslu savākšana un uzglabāšana (pareiza krātuvju konstrukcija – tiek novērsta noteces; atbilstošs krātuvju tilpums lai nodrošinātu mēslojuma uzglabāšanu periodos, kad to iestrādāt nedrīkst);
- lietus ūdeņu savākšana;
- kompostēšanas laukumu pareiza iekārtošana, novēršot noteces;
- skābbarības sulas savākšana utt.

Izklidētais (difūzais) piesārņojums parasti veidojas augu barības vielām vai lauksaimniecībā izmantotām ķīmikālijām izskalojoties vai noskalojoties no augsnes. Izskalošanās notiek arī no lauksaimniecībā neizmantotām platībām. Pilnīgi izvairīties no vides piesārņošanas, lietojot mēslošanas līdzekļus, praktiski nav iespējams. Tas nozīmē, ka, lai nodrošinātu vides aizsardzību, pastāv divas alternatīvas. Pirmā - vispār nelietot nekādus mēslošanas līdzekļus, kas mūsdienu apstākļos ir ne tikai ekonomiski, bet arī sociāli nepieņemami. Daļēji šo principu, atsakoties no minerālmēslojuma, realizē bioloģiskā lauksaimniecība. Otrā – izstrādāt un ievērot zinātniski pamatotas mēslošanas līdzekļu lietošanas rekomendācijas pēc

ilgtspējības (ekoloģiskie, sociālie un ekonomiskie apsvērumi) principa, iegūstot iespējami maksimālo pozitīvo efektu minimāli kaitējot videi.

Galvenie pasākumi, kas ļauj ierobežot barības vielu izskalošanos un ūdens avotu piesārņošanu ar biogēnajiem elementiem ir:

- “zaļo platību” ieviešana augu sekā, starpkultūru audzēšana;
- augsnes apstrādes ierobežošana, lai samazinātu organisko vielu mineralizācijas procesus augsnē (samazinātu izskalošanās risku);
- erozijas procesu samazināšana (to var panākt ar atbilstošu drenāžu, virszemes noteces uztveršanu nosusināšanas sistēmās, lauku planēšanu utt.);
- aizsargjoslu izveidošanu gar meliorācijas sistēmu grāvjiem;
- mitrzemju un nogulsnešanas baseinu ierīkošana.

Saimnieciskās darbības ierobežošana ūdens avotu tiešā tuvumā

Lai saglabātu ūdens resursus, samazinātu piesārņojuma negatīvo ietekmi uz ūdens ekosistēmām, ūdens avotu tiešā tuvumā tiek ierobežota saimnieciskā darbība. Šos ierobežojumus Latvijā reglamentē “Aizsargjoslu likums” (1997.). Ar šo likumu ūdenstecēm un ūdenstilpēm tiek noteikti minimālie aizsargjoslu platumi, kurās likums reglamentē būvniecību, mēslojuma un pesticīdu lietošanu, meža izmantošanu utt. (2. tabula).

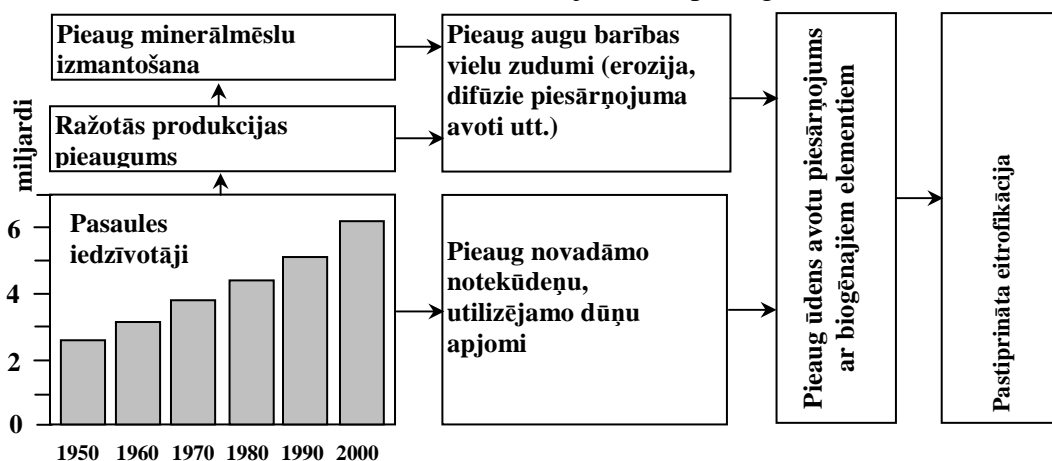
2. tabula. Aizsargjoslu platumi lauku apvidos*

Objekts, kuram noteikta aizsargjosla	Aizsargjoslas platums, m
Baltijas jūras un Rīgas jūras līča piekraste, skaitot no vietas, kur sākas veģetācija	300
Baltijas jūras un Rīgas jūras līča piekrastes kāpas	Viss kāpu zonas platums, bet ne mazāk kā 300 m
Daugava, Gauja no Lejasciema līdz jūrai, ezeri, lielāki par 1000 ha	500
Gauja no iztekas līdz Lejasciemam, Lielupe, Venta un visas upes, kuras garākas par 100 km, ezeri - 101 līdz 1000 ha,	300
Upes ar garumu 25-100 km, ezeri - 25 līdz 100 ha	100
Upes ar garumu 10-25 km, ezeri - 10 līdz 25 ha	50
Upes ar garumu līdz 10 km, ezeri - līdz 10 ha	10
Ūdenstilpēm un ūdens tecēm ar izteiktu palieni	Ne mazāk kā palienes platumā

* upēm aizsargjoslas tiek noteiktas katrā krastā

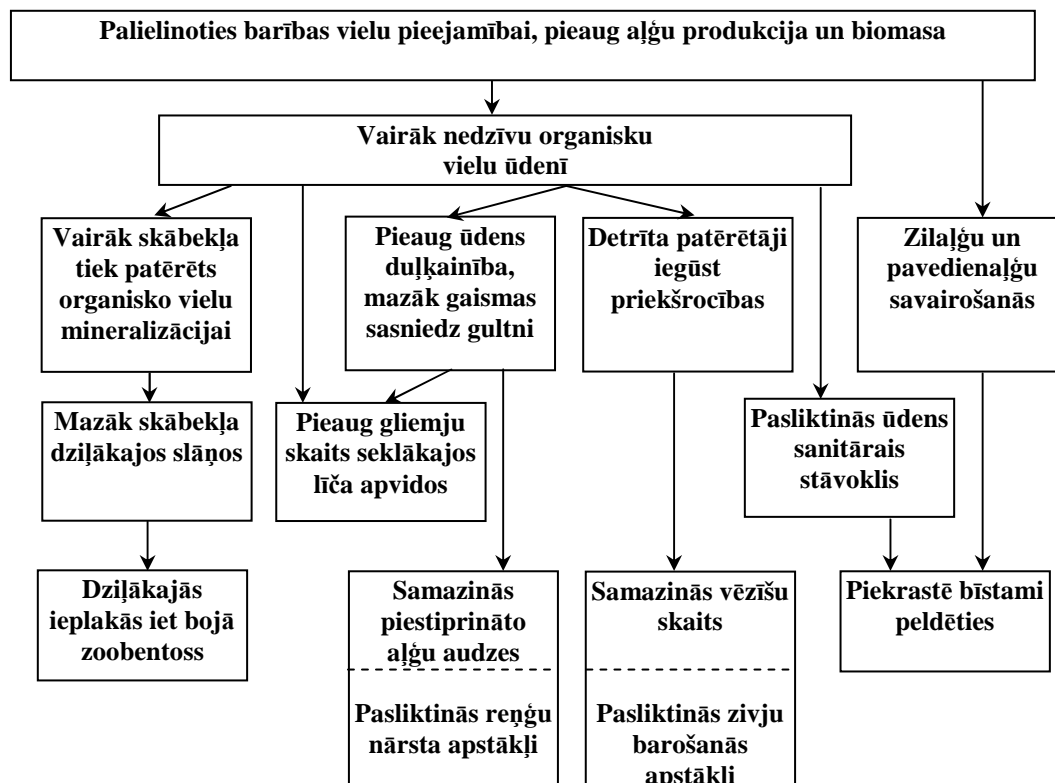
ŪDEŅU PIESĀRŅOJUMA IZRAISĪTĀS PROBLĒMAS

Eitrofikācija ir ūdens avotu pastiprināta aizaugšana, ko izraisa ūdens avotu piesārņošana ar biogēniem elementiem (sevišķi ar slāpekli un fosforu) un organiskām vielām. Tā ir saistīta ar cilvēku saimniecisko darbību un to ietekmē iedzīvotāju skaita pieaugums (9. attēls).



9.attēls. Eitrofikācijas cēloņi pasaulē (pēc C.Forsberg, 1991).

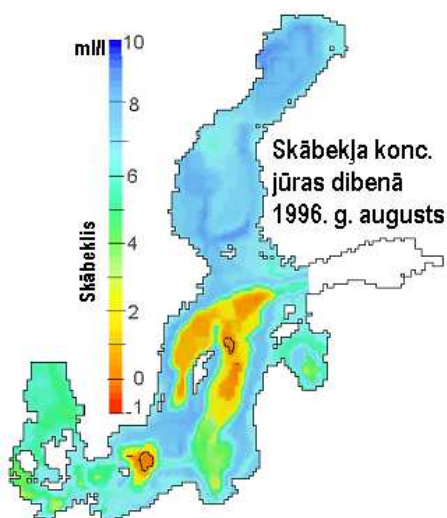
Fosfors un slāpeklis nosaka dažādu augu un citu organismu augšanas intensitāti. Ja ūdens avotos nonāk palielināts šo vielu daudzums, augšana tiek veicināta, bet palielinās arī atmirušo augu un organismu daudzums, kuru mineralizācijai nepieciešams lielāks skābekļa daudzums. Ūdeņu ekosistēmās tiek izjaukts ekoloģiskais līdzsvars (10. attēls).



10. attēls. Eitrofikācijas process un tā sekas Baltijas jūrā (pēc A.Virdheims, 1993)

Biogēnie elementi ūdens avotos var nokļūt ar:

- notekūdeņiem (fosfors, slāpeklis);
- virszemes noteci no lauksaimniecībā izmantojamām zemēm un dažādiem objektiem - fermām, kūtsmēslu krātuvēm, skābarības tvetnēm utt. (slāpeklis, fosfors);
- drenu noteci (slāpeklis);
- augsnes erozijas produktiem (fosfors, slāpeklis).



Skābekļa satura samazināšanās vai pat tā trūkums ūdens avotos ir saistīts ar organisko vielu daudzuma palielināšanos un to mineralizācijas (sadalīšanās) procesu. Iekšējos ūdeņos (ezeros) skābekļa kritiska samazināšanās iespējama pirmkārt eitrofos ūdeņos, īpaši ziemas periodā, ja ir izveidojusies bieza ledus sega. Šādās ūdenstilpēs novērojama zivju slāpšana.

Patstāvīgs skābekļa trūkums ir konstatēts arī Baltijas jūras dziļūdens ieplakās (11. attēls), piemēram, Gotlandes ieplakā skābekļa trūkums tiek novērots no 130 m dziļuma līdz pat gultnei – 250 m. Atsevišķās vietās novērojamas sērūdeņraža izplūdes. Atsevišķos gados situācija jūrā nedaudz uzlabojas, ja caur Dānijas šaurumiem ieplūst ar

11. attēls. Skābekļa koncentrācijas Baltijas jūrā (pēc E.L. Hallanaro, 2002)

skābekli bagāts Ziemeļjūras ūdens.

Toksisku vielu noplūde ūdeņos

Indīgās vielas ūdens avotos nonāk galvenokārt ar rūpniecības notekūdeņiem un noplūdēm no lauksaimniecībā izmantotām zemēm, kur nepareizi tiek lietoti pesticīdi. Ūdenī ieplūstot lielum indīgo vielu daudzumam, tās var izsaukt ekoloģisko katastrofu iznīcinot dzīvus organismus.

2000.gadā šāda katastrofa notika Rumānijā, kad pārraujot aizsargdambi pie zelta raktuvēm, Donavas pietekā Tisā ieplūda cianīds. Tika novērtēts, ka bojā gāja ap 80% zivju. Salīdzinoši mazāks, bet ilgstošs piesārņojums var izsaukt indīgo vielu uzkrāšanos barības ķēdēs, īpaši apdraudēti ir organismi, kas atrodas barošanās ķēdes augstākajos posmos.

Ūdens resursu nepārdomātas ekspluatācijas sekas

Kaut arī ūdens resursu ieguve nav tieši saistīta ar ūdeņu piesārņošanu, arī tā var izsaukt ūdens avotu degradāciju un pat ekoloģiska rakstura reģionālas katastrofas.

Viens no šādas reģionālas katastrofas piemēriem ir **Arāla jūras problēma**, kuras risinājumam nav atrasta izeja. Arāla jūras sateces baseinu veido Amudarja un Sidarja, kuru notece nodrošina jūras pastāvēšanu. Šo upju kopējā gada notece ir 111 km³, taču gandrīz puse šī ūdens cilvēka saimnieciskās darbības rezultātā ceļā uz jūru zūd. Bez tam 20.gadsimta sākumā ar šo upju ūdeņiem tika apūdeņoti apmēram 3 milj.ha, bet astoņdesmito gadu vidū – 7.6 milj. ha. Tagad Arāla jūrā ieplūstošais ūdens daudzums nesasniedz pat 20 km³ gadā, kas nekompensē iztvaikošanu no jūras virsmas. Iestājoties sausāku gadu rindai, piemēram, no 1981. – 1985.g minēto upju notece bija ap 5 km³ gadā. Šo procesu rezultātā Arāla jūras līmenis pēdējo 30 gadu laikā pazeminājies par 17 m, ūdens spoguļa laukums samazinājies par 40 %, bet ūdens mineralizācija sasniegusi 25 – 30 g/l. Ūdenī pieaug ķīmisko vielu koncentrācija, kas ūdenī nonāk no nesaprātīgas pesticīdu pielietošanas apūdeņojamās zemēs. No 24 vietējām zivju sugām ir palikušas 4. Ūdenim izžūstot sausajā gultnē koncentrējas daudz sāļu, vējš sāļus putekļus pārvietoto lielos attālumos – zeme tiek intensīvi sasāļota 15 – 20 milj. hektāru lielā platībā. Tas ietekmē arī vietējo iedzīvotāju veselību: 90 % bērnu vecumā līdz 2 mēnešiem organismā konstatēts palielināts sāļš saturs un tiem raksturīga mazasinība, saslimstība ar vēzi un tuberkulozi ir 15 reizes lielāka nekā kaimiņvalstīs.

Arī pazemes ūdeņu pastiprināta ieguve var radīt nelabvēlīgas sekas: pazeminoties šo ūdeņu līmenim tā ieguves vietā veidojas tā saucamās “depresijas” piltuves, kas var izraisīt ūdens ieguves apstākļu pasliktināšanos un pat teritoriju iegrimšanu. Ja šādas ieguves vietas atrodas, jūras tuvumā, pazemes ūdens horizontos var ieplūst sālsūdeņi. Latvijā depresijas piltuves, izmantojot pazemes ūdeņus dzeramā ūdens apgādei, izveidojušās daudzās pilsētās (Rīga, Jelgava). Tipisks pazemes ūdeņu depresijas piltuves izveidošanās gadījums ar sāļo ūdeņu pieplūdi novērots pie Liepājas.

Latvijas klimatiskajos apstākļos pilnīga virszemes vai pazemes ūdeņi izsīkšana praktiski nav iespējama, taču ir novērojamas nevēlamas noteces režīma izmaiņas, piemēram, izcērtot upes sateces baseinā mežus vai nosusinot mitrzemes palielinās virszemes notece. Pavasara pali norisinās straujāk un ar lielākiem caurplūdumiem, bet vasaras mazūdens periodos upēs iespējama caurplūduma kritiska samazināšanās un ūdens kvalitātes pasliktināšanās.