

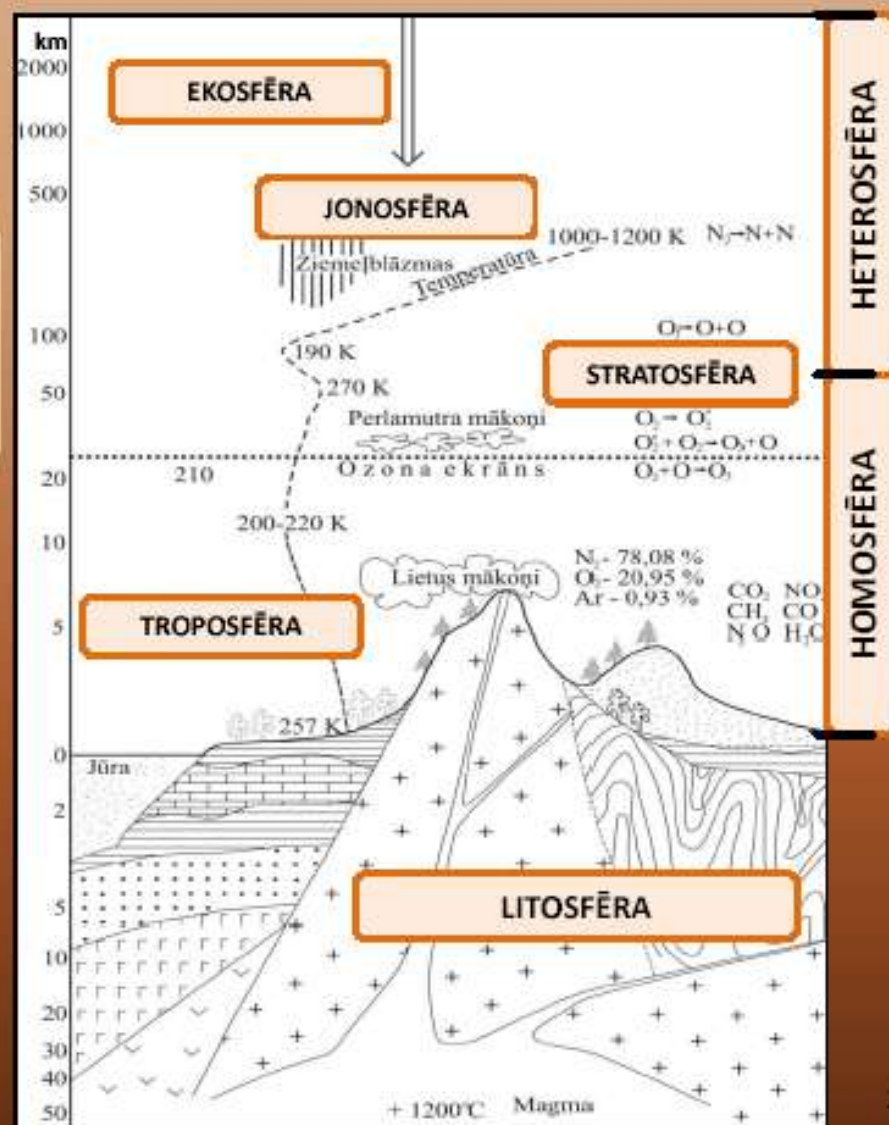


Litosfēras
piesārņojums

Zemes ģeosfēras

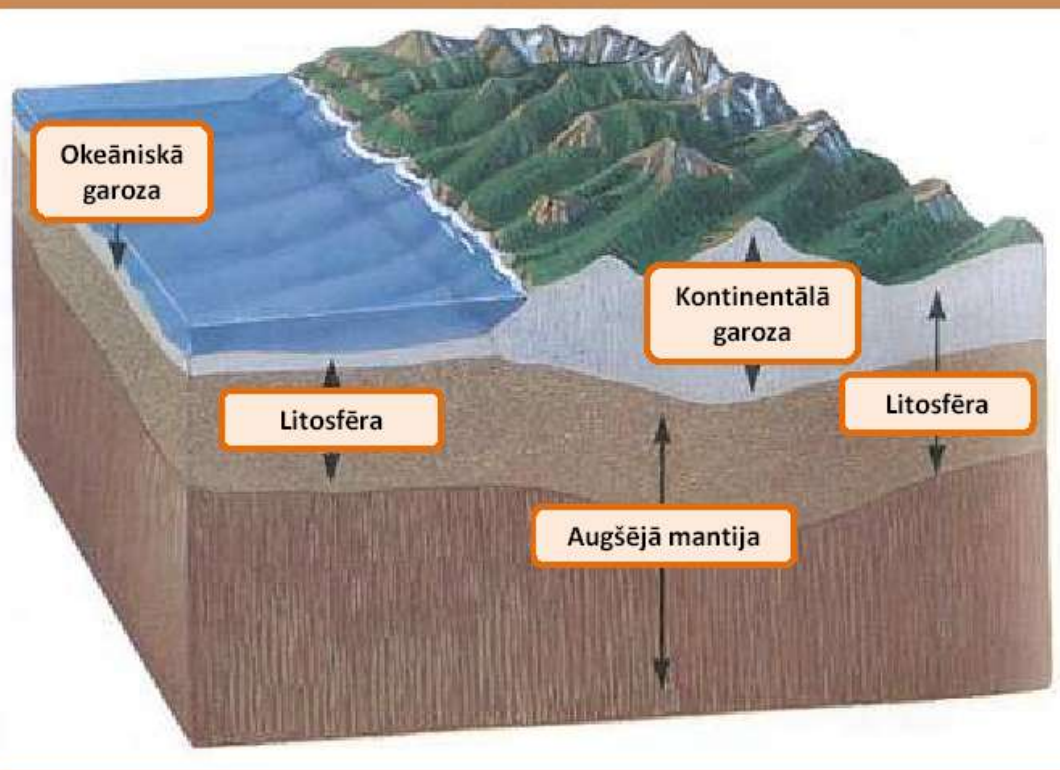
Atmosfēra, hidrosfēra un Zemes garoza ir Zemes apvalka sastāvdaļas, kurās var pastāvēt dzīvība

Dzīvības izplatības zonu apzīmē par **biosfēru**



Litosfēras jēdziens

Litosfēra – Zemes ārējā, viscietākā daļa, kas ietver Zemes garozu un mantijas augšējo daļu līdz astenosfērai jeb apmēram 200 km dziļumam

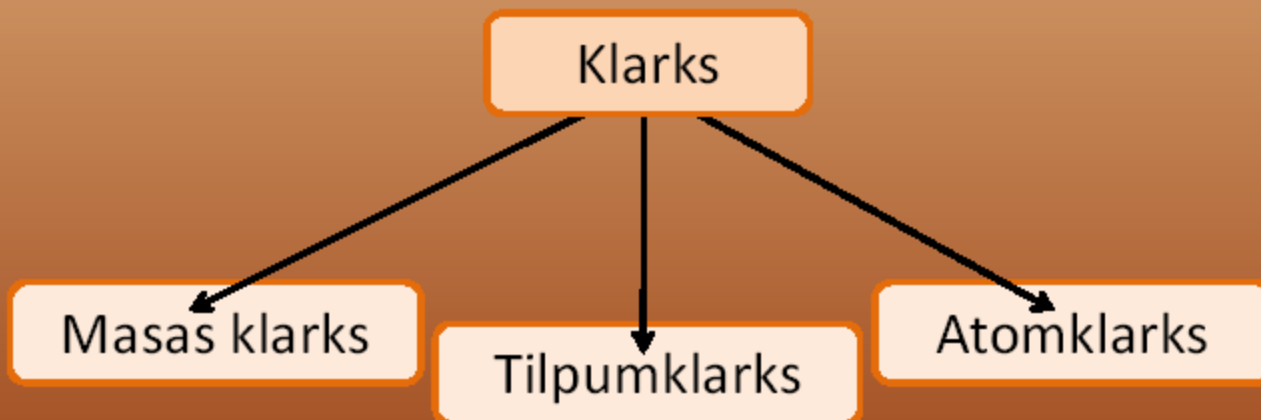


Zemes garoza – zemeslodes cietais ārējais apvalks, kura biezums vidēji 35-40 km

Litosfēra pēc uzbūves ir heterogēna un sarežģīta

Ķīmisko elementu klarki

Ķīmisko elementu klarki ir skaitliskas vērtības, kas izsaka ķīmisko elementu vidējo saturu Zemes garozā vai kādā citā Zemes sfērā, t.sk., litosfērā, dzīvajos organismos un arī Mēness grunts paraugos

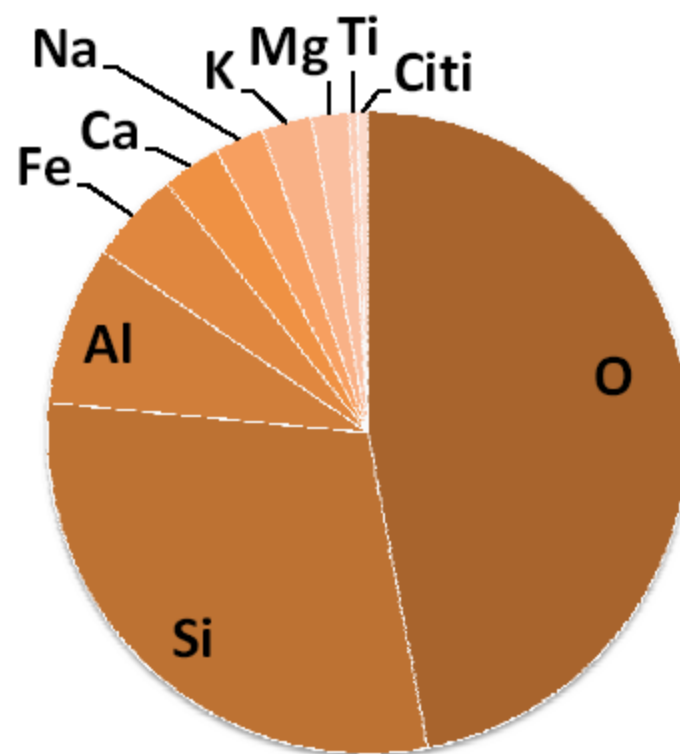


Terminu "klarks" ieviesis krievu ģeoķīmiķis un mineralogs A.Fersmanis 1923.g. par godu amerikāņu ģeoķīmiķim F.Klarkam, kas aizsācis Zemes garozas ķīmisko elementu sastāva noteikšanu 19.gs. beigās

Litosfēras ķīmiskais sastāvs

19.gs. beigās apstiprinājās zinātniskais fakts, ka Zemes garoza sastāv no 8 ķīmiskajiem elementiem, kuru vidū galvenie ir **skābeklis** un **silīcijs**

▪ Skābeklis (47%)	}	84,55%
▪ Silīcijs (29,5%)		
▪ Alumīnijs (8,05%)	}	14,93%
▪ Dzelzs (4,65%)		
▪ Kalcijs (2,96%)	}	14,93%
▪ Nātrijs (2,5%)		
▪ Kālijs (2,5%)	}	14,93%
▪ Magnijs (1,87%)		
▪ Titāns (0,45%)	}	14,93%
▪ Retie elementi		0,01-0,0001%
▪ Mikroelementi		mazāk par 0,001%



Ģeoķīmiskās anomālijas

Ģeoķīmiskās anomālijas – dabīgas vai cilvēka darbības izraisītas izmaiņas Zemes garozas ķīmiskajā pamatsastāvā



Ģeoķīmisko anomāliju rašanās iemesli:

Elementu koncentrācijas īpatnības pamatiežos

Elementu izskalošanās ar gruntsūdeņiem no dziļākajiem iežu slāņiem mineralizācijas rezultātā

Saimnieciskās darbības rezultātā radies piesārņojums

Litosfēras piesārņojums

Kīmiskie elementi derīgo izrakteņu veidā tiek izņemti no litosfēras un pārstrādes, sadedzināšanas u.c. procesos piesārņojuma veidā atgriežas litosfērā



Cilvēka radītu vielu nonākšana litosfērā

Augsnes piesārņojuma rašanās

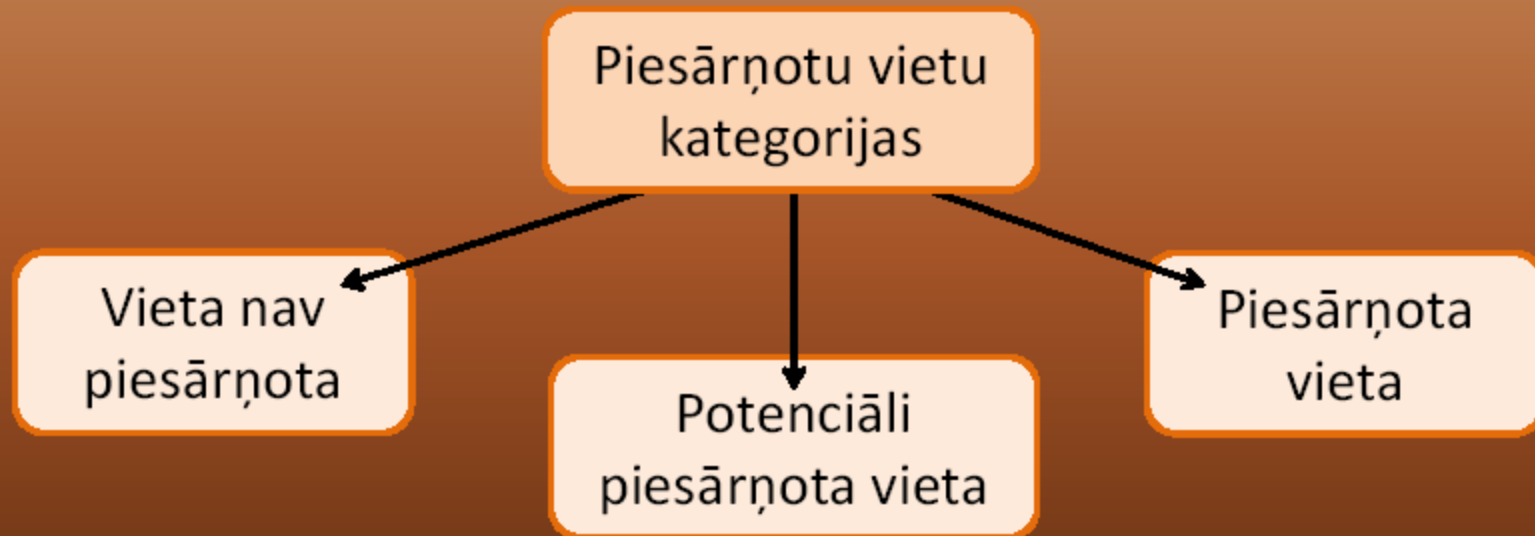
Piesārņojošai vielai nokļūstot uz augsnes vai tās virskārtā, iespējami 3 piesārņojuma attīstības ceļi:

- 1) Piesārņojošā viela var tikt izkliedēta vai aizskalota, piemēram, ar lietus ūdeņiem, neradot vai radot nelielu augsnes piesārņojumu
- 2) Piesārņojošā viela (ja tā ir gaistoša) var iztvaikot, neradot augsnes piesārņojumu, bet iespējams radot gaisa piesārņojumu
- 3) Piesārņojošā viela var infiltrēties augsnē līdzīgi kā notiek gruntsūdeņu infiltrācija, rezultātā veidosies augsnes piesārņojums

Piesārņotas vietas jēdziens

Saskaņā ar likumā “Par piesārņojumu”
sniegto definīciju:

Piesārņota vieta – augsne, zemes dzīles, ūdens, dūņas, kā arī ēkas, ražotnes vai citi objekti, kas satur piesārņojošas vielas



Piesārņoto vietu datu bāze

2004.gadā valsts SIA "Vides projekti" sadarbībā ar Vides ministriju un pašvaldībām sāka veidot piesārņoto vietu datu bāzi, kura patlaban satur informāciju par vairāk nekā 3500 piesārņotām un potenciāli piesārņotām vietām Latvijā

Datu bāze pieejama Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra mājas lapā

Piesārņoto un potenciāli piesārņoto vietu informācijas sistēma

Vieta nr 1 līdz 6

Npk.	Reģistrācijas numurs	Vieta nosaukums	Vieta kategorija	Darbības nozāres	Reģions
1.	32015/2810	Bijsi dzelzsbetona rūpniecība	1 Piesārņota vieta	2861-Būvniecībai paredzēto betona izstrādājumu ražošana	Atkrauķes rajons
2.	32015/2807	Bijsi A/S "Virši" DUS	1 Piesārņota vieta	5050-Automobiļu degvielas mazumtirdzniecība	Atkrauķes rajons
3.	32075/2830	SIA "D.I.V." DUS	1 Piesārņota vieta	5050-Automobiļu degvielas mazumtirdzniecība	Atkrauķes rajons
4.	32448/2804	Kokneses atlieku krātuve "Brūnietī"	1 Piesārņota vieta	9202-Ar mēšalnietību un kokmateriālu sagatavošanu saistīti pakalpojumi	Atkrauķes rajons
5.	32448/2805	Bijsi kokneses atlieku krātuve "Lielmaņi"	1 Piesārņota vieta	9202-Ar mēšalnietību un kokmateriālu sagatavošanu saistīti pakalpojumi	Atkrauķes rajons
6.	32668/2652	A/S "Virši" DUS, Ēberģi	1 Piesārņota vieta	5050-Automobiļu degvielas mazumtirdzniecība	Atkrauķes rajons

Iepriekšējā Nākamā

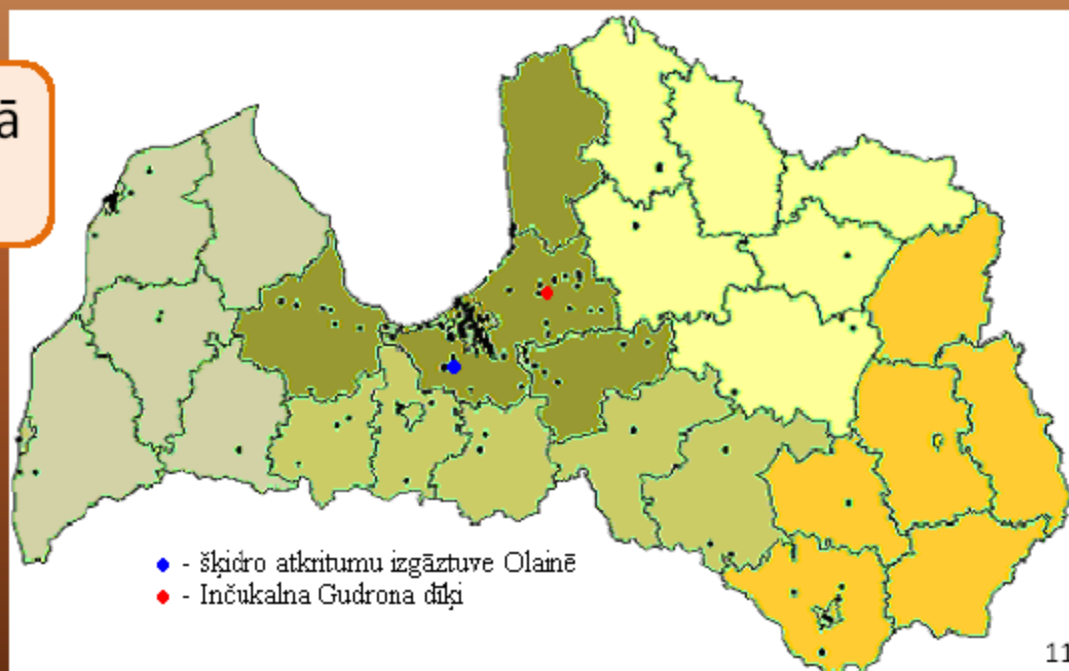
Piesārņotās vietas novērtētas pēc īpaši izstrādātas punktu sistēmas – jo lielāks punktu skaits, jo vieta videi ir bīstamāka, jo steidzamāk jāveic tās sanācija

Piesārņotās vietas Latvijā

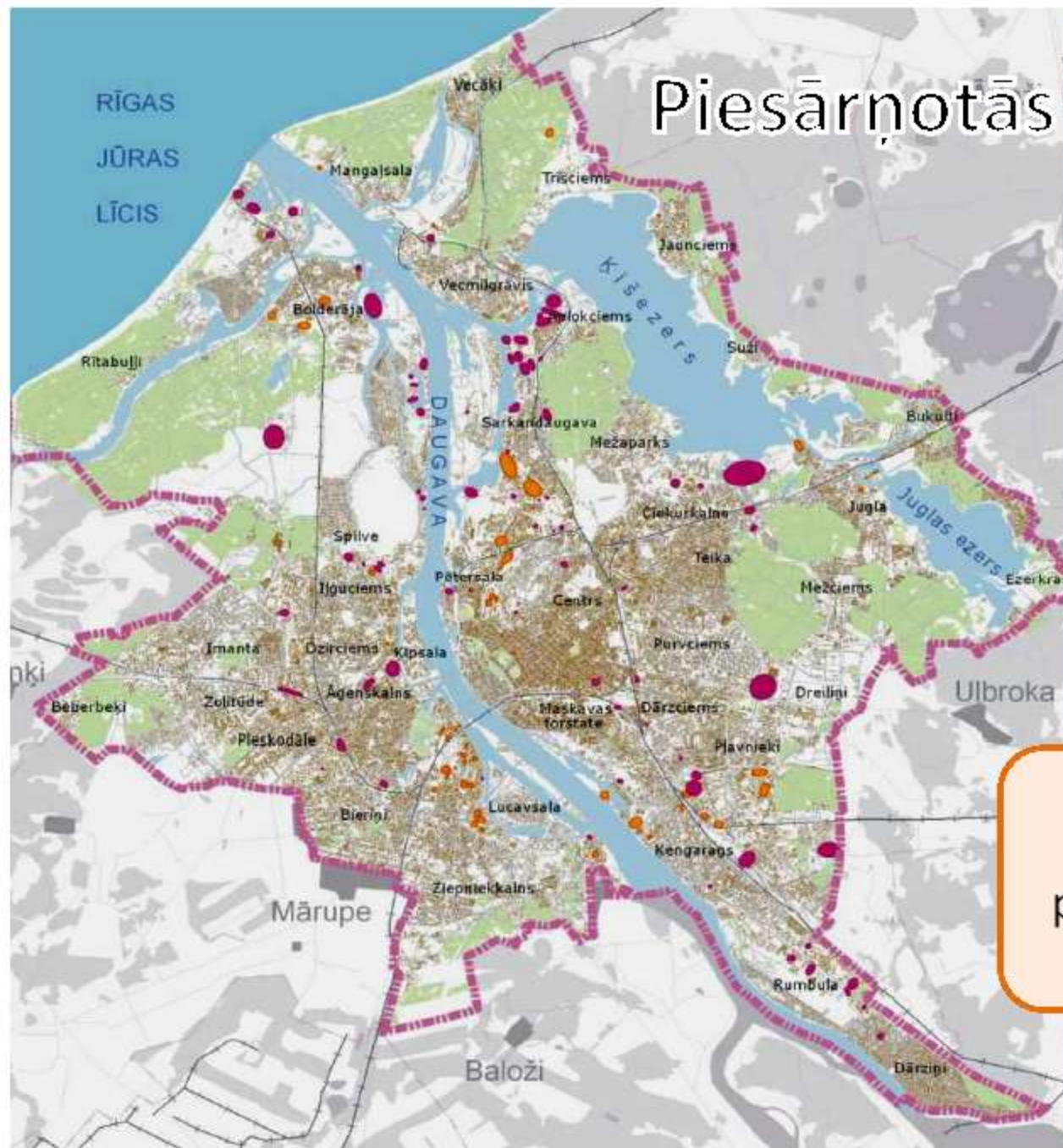
Latvijā augstākais piesārņoto vietu skaits konstatēts Rīgā, savukārt potenciāli piesārņoto vietu skaits Vidzemes reģionā

2006.gadā Latvijā apzinātas 241 piesārņotās vietas un 2622 potenciāli piesārņotās vietas

Piesārņotās vietas Latvijā pēc 2006.gada datiem



Piesārņotās vietas Rīgā



Piesārņotas un
potenciāli
piesārņotas vietas
Rīgas pilsētā

Piesārņotās vietas Rīgas reģionā

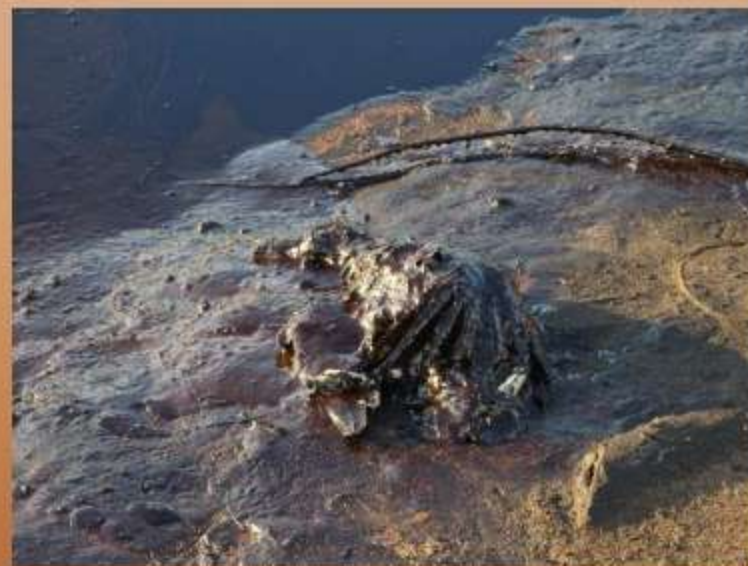
Apzinātie
piesārņojuma
areāli Rīgas
reģionā



Attēls K8. Piesārņotās vietas un areāli

Gudrona dīķi Inčukalnā (I)

Gudrona dīķi atrodas artēzisko
ūdeņu barošanās zonā, apdraud
Rīgas pilsētas dzeramā ūdens
ņemšanas vietu – Remberģus



Gudrona dīķi radušies 1950.-1980.g.,
kad Rīgas naftas pārstrādes un smēreļļu
rūpnīca izgāza līdz pat 16 000 tonnas
sērskābā gudrona gadā – ražošanas
atkritumus, kas veidojās medicīnisko un
parfimērijas eļļu ražošanas procesā

Gudrona dīķi Inčukalnā (III)

Piesārņoto pazemes ūdeņu apjoms Ziemeļu dīķa iecirknī ir **108 000 m³**, bet kopējais izplatības areāls abiem dīķiem ir vairāk nekā **280 ha**

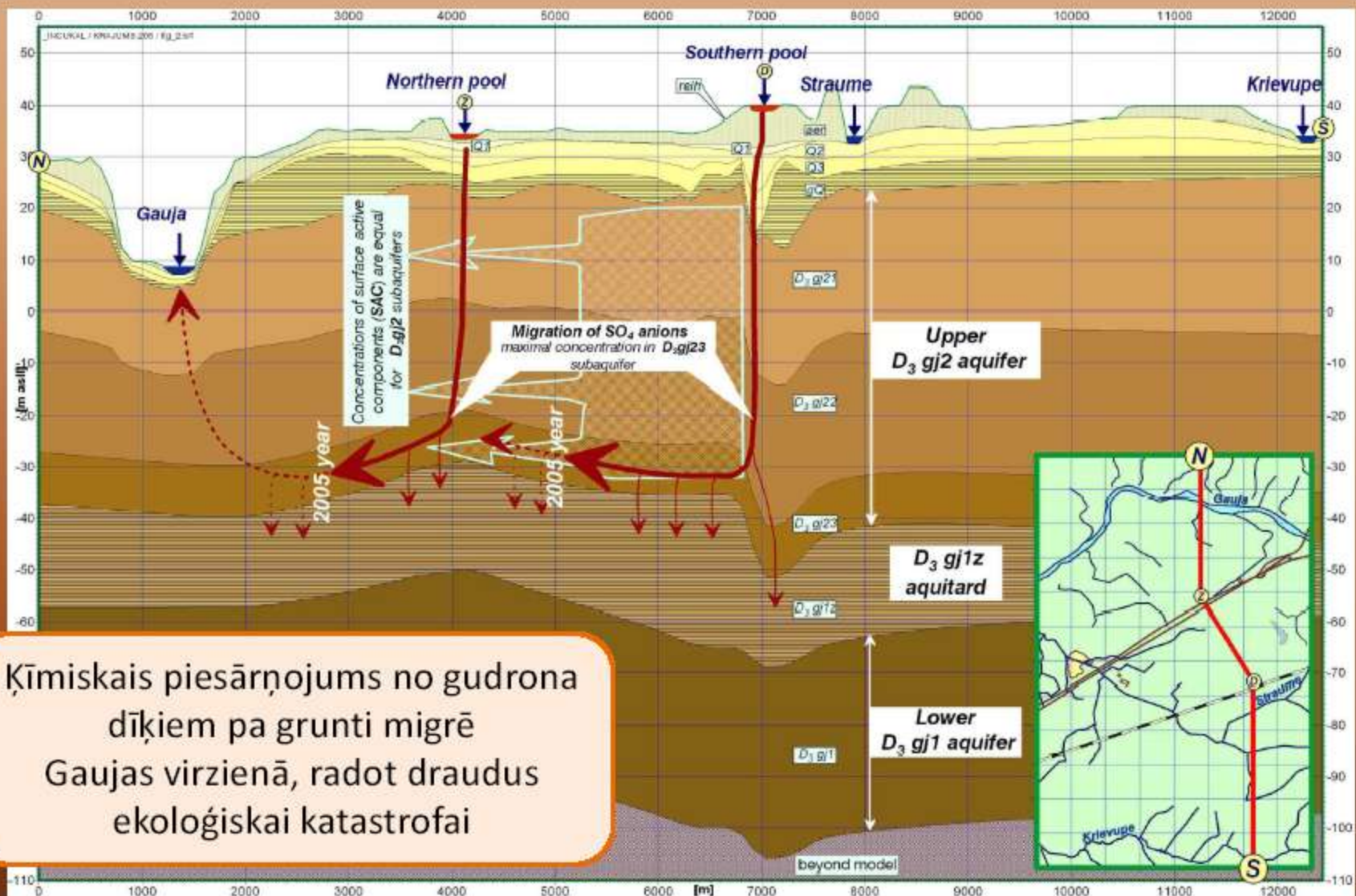


Gudrona dīķu piesārņojums infiltrācijas ceļā ir nonācis **70-90 metru** dziļumā, piesārņojot gruntsūdeņus un arī artēziskos ūdeņus, kas virzās Gaujas virzienā ar ātrumu **25-35 m/gadā**

Neveicot sanācijas pasākumus piesārņotie ūdeņi sasniegs Gauju **65 gados**

Aprēķinātās gudrona dīķu sanācijas izmaksas pārsniedz **20 378 000 latus**

Gudrona dīķi Inčukalnā (III)



Ķīmiskais piesārņojums no gudrona
dīķiem pa grunti migrē
Gaujas virzienā, radot draudus
ekoloģiskai katastrofai

Olaines šķidro toksisko atkritumu izgāztuve



Olaines šķidro toksisko atkritumu izgāztuve atrodas apmēram 4 km uz ziemeļiem no Olaines, radot gruntsūdeņu piesārņojumu un potenciālu apdraudējumu Jaunolainei un Olaines pilsētas Z daļai

1973.-1980.g. dīķos tika apglabāti rūpnīcu “Latbiofarm” un “Biolar” šķidrie, pastveida un cietie atkritumi (atsevišķos gados līdz pat 16 000 t/gadā) – pamatā amonija hlorīds, piridīns, butanols, izopropanols, nātrija acetāts un citas ķīmiskas vielas



Rumbulas lidlauks (I)

Padomju laikā Rumbulā bija militārais un civilais lidlauks, kas tika ļoti pavisī apsaimniekots – tajā atradās ne tikai lidmašīnas, bet arī apjomīgas aviācijas degvielas tvertnes ar petroleju

Naftas produkti, filtrējoties caur smiltīm, nonākuši līdz gruntsūdeņiem un tur izveidojuši peldošo naftas produktu slāni



Rumbulas lidlauks (III)

Rumbulas lidlaukā esošais
piesārņojums ir
ļoti liels, un patlaban tas ir
lokalizēts 5 vietās jeb areālos



Piesārņojums atrodas trīs fāzēs:

- gruntī (sorbētais),
- uz gruntsūdens virsmas (peldošais),
- šķīstošajā fāzē

Tas ir ļoti bīstami, jo tieši
gruntsūdens nonāk Daugavā, bet
pēc tam – Baltijas jūrā

Piesārņotākās vietas pasaulē



The Most Polluted Places in the World



Piesārņojums ar naftu un tās produktiem

Nafta – komplekss ogļūdeņražu maisījums, kas galvenokārt sastāv no oglekļa (84-87%) un ūdeņraža (12-14%)

Naftas produkti – produkti, kas rodas naftas pārstrādes rezultātā, atlikumi, kas rodas naftas pārtvaices un naftas vai tās produktu attīrīšanas rezultātā



Naftas produktu piesārņojuma avoti

Augsne, grunts un gruntsūdeņi ar naftu un naftas produktiem tiek piesārņoti nepareizas tehnoloģijas vai avāriju dēļ naftas ieguves, pārstrādes, transportēšanas un uzglabāšanas vietās

- Cauruļvadi
- Pārkraušanas termināli
- Dzelzceļa teritorijas un lokomotīvu remontstacijas
- Degvielas uzpildes stacijas
- Autobāzes
- Degvielas, mazuta uzglabāšanas teritorijas
- Bijušās armijas teritorijas



Piesārņojuma rezultātā nafta vai tās produkti iesūcas augsnē un piesārņojuma novēršana ir sarežģīts, dārgs un laikietilpīgs process

Naftas un tās produktu atrašanās stāvokļi litosfērā

Nafta un tās produkti litosfērā atrodas
dažādos agregātstāvokļos:

Gāzveida fāzē starp augsnes un
grunts daļiņām

Šķidrā fāzē starp augsnes un
grunts daļiņām

Augsnes un grunts porās
esošajā šķīdumā

Adsorbējušies uz augsnes un
grunts daļiņu virsmām

Difundējušies grunts daļiņu
dziļumā



Naftas un tās produktu pārvērtību procesi litosfērā

Procesi, kuru ietekmē nafta un tās produkti var tikt noārdīti:

Ķīmiskie

Oksidēšanās
Reducēšanās
Hidrolīze
Fotolīze
Hidratēšanās

Fizikāli-mehāniskie

Iztvaikošana
Sorbcija
Šķīšana
Blīvuma un
viskozitātes maiņa

Bioloģiskie

Biodegradācija
Biotransformācija
Bioakumulēšanas
un toksicitātes
izmaiņas



Piesārņojums ar neorganiskām vielām

Viens no augsnes piesārņojuma avotiem ir intensīva dabiska un mākslīga mēslojuma lietošana

Minerālmēslojums – superfosfāts, kālija hlorīds, amonija nitrāts u.c. – bieži vien satur toksisku elementu piemaisījumus, kas ilgstošā laika periodā uzkrājas augsnē

Augsnes piesārņojumu veido arī pārmērīgs minerālā un organiskā slāpekļa un fosfora daudzums, kas nokļūst gruntsūdeņos, akās un ūdenstilpēs, kā arī ar pārtikas augu starpniecību – cilvēka organismā



Arī notekūdeņu dūņu izmantošana par mēslojumu un lauksaimniecības zemju laistīšana ar notekūdeņiem izraisa augsnes piesārņojumu ar toksiskām vielām

Industriālais piesārņojums

Industriālais piesārņojums rodas dažādos ražošanas procesos, kas saistīti ar vielu un materiālu apstrādi, elektroenerģijas ieguvu un kurināmā izmantošanu

Visplašākās sekas rada rūpnīcu dūmeņu izmešu piesārņojums, kas ar gaisa masām tiek pārnests lielos attālumos un beigās nosēžas vai nolīst uz augāja un augsnes



Nozīmīgākie rūpnieciskie piesārņotāji ir:

- Ķīmiskie kombināti
- Metālkausēšanas uzņēmumi
- Būvmateriālu kombināti
- Termoelektrocentrāles (TEC)

Piesārņojums ar smagajiem metāliem

Smago metālu definējums dažādās jomās ir atšķirīgs:

Kīmijā – metāli, kuru relatīvais blīvums pārsniedz $3,5 \text{ g/cm}^3$

Vides aizsardzībā – metāli, kuru relatīvais blīvums pārsniedz 5 g/cm^3



Bīstamie elementi:

Arsēns (As)	Niķelis (Ni)
Dzīvsudrabs (Hg)	Svins (Pb)
Varš (Cu)	Alva (Sn)
Cinks (Zn)	Antimons (Sb)
Hroms (Cr)	Bismuts (Bi)
Selēns (Se)	Kobalts (Co)
Kadmijs (Cd)	

Smago metālu piesārņojuma avoti

Litosfēras piesārņojums ar smagajiem metāliem rodas cilvēka saimnieciskās darbības rezultātā, piemēram, no:

- Rūpniecības
- Lauksaimniecības (mēslojot, kalļojot augsni, apūdeņojot teritoriju)
- Sadzīves un rūpniecības atkritumu uzglabāšanas
- Fosilā kurināmā sadedzināšanas
- Autotransporta ekspluatācijas



Smago metālu ietekme

Smagie metālu uzkrāšanās augsnē izraisa tādus negatīvus efektus kā:

Nomāc mikroorganismu darbību un barības elementu riņķojumu augsnē

Toksiska ietekme uz augu saknēm, rezultātā samazinās barības elementu uzņemšana

Pb, Cu un Ni piesārņojums var izraisīt bāzes katjonu deficītu, jo tie tiek aizvietoti ar smagajiem metāliem

Ne visi smagie metāli rada tiešus draudus videi, tomēr īpaši bīstamie elementi rada nozīmīgu piesārņojumu, kas ir noturīgs un bioloģiski nesabrūk

Piesārņojums ar pesticīdiem

Pesticīdi – speciāli sintezēti ķīmiski savienojumi, kas uzrāda toksisku iedarbību uz dzīvajiem organismiem (baktērijām, pelējuma sēnēm, augiem, siltasiņu dzīvniekiem u.t.t.)

Pašlaik pasaulē ir zināmi apmēram 30 000 pesticīdu

Lauksaimniecībā un mežsaimniecībā augu aizsardzības nolūkos katru gadu pasaulē uz vienu hektāru izmanto 200-2000 g pesticīdu

Visvairāk pesticīdus lieto kokvilnas, griķu un eļļas augu (piemēram, rapša) audzēšanā



Pesticīdu funkcionālās kategorijas

Pesticīdus var iedalīt pēc to pielietošanas veida:

- Insekticīdi – kukaiņu iznīcināšanai
- Herbicīdi – nezāļu apkarošanai
- Fungicīdi – sēnīšu apkarošanai
- Zoocīdi – mugurkaulnieku apkarošanai
- Repelenti – kukaiņu atbaidīšanai
- Atraktanti – kaitēkļu pievilināšanai
- Defolianti – lapbiras veicināšanai
- Desikanti – izžāvē lapas, nogatavina sēklas
- Deflorianti – nonāvē ziedus un pumpurus



Augkopībā visvairāk tiek izmantoti herbicīdi, kam seko fungicīdi un insekticīdi

Pesticīdu kategorijas pēc ķīmiskā sastāva

Pesticīdus var iedalīt arī pēc to ķīmiskā sastāva:

Hlororganiskie pesticīdi (NOP) ir stabili un tie augsnē uzglabājās vairākus desmitus vai simtus gadus

Dzīvsudraborganiskie savienojumiem pieder preparāti (granozāns, merkurāns u.c.), kurus lieto sēklu kodināšanai; tie ir ļoti toksiski, gaistoši un ilgi saglabājās vidē

Arsēnu saturošos pesticīdus lieto kā insekcīdus un herbicīdus (nātrija un kālija arsenāti); tie ir ļoti toksiski un noturīgi vidē

Fosfororganiskie pesticīdi ir relatīvi nestabili un augsnē tie visai ātri sadalās, veidojot tādus produktus, kā fosforskābe, sērs u.c.



Pesticīdu ietekmes risks

Pesticīdi bieži vien iedarbojas ne tikai uz kaitīgajiem organismiem, kuru iznīcināšanai tie paredzēti, bet arī negatīvi ietekmē citus ekosistēmas komponentus

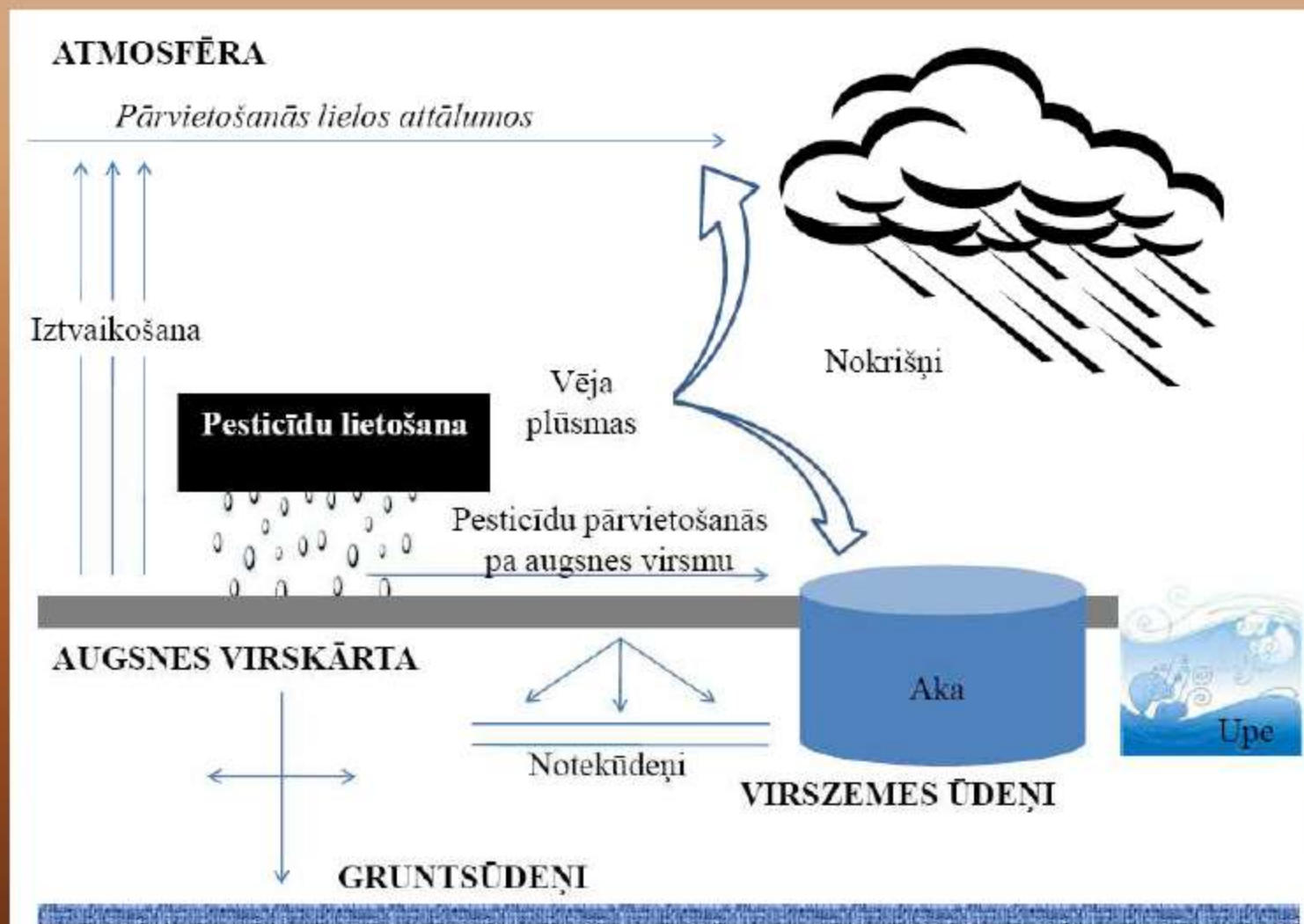
Daudzi pesticīdi ir ķīmiski ļoti noturīgas vielas, kas spēj uzkrāties ekoloģiskajā barības ķēdē:

Augsne → Augi → Augēdāji → Plēsēji

Pesticīdi nepaliek tikai uz lauka, kur tie izsmidzināti – gaisa strāvas paceļ viegli gaistošas vielas atmosfēras augšējos slāņos un izplata pa visu planētas virsmu

Spēja uzkrāties ekoloģiskajā barības ķēdē padara potenciāli bīstamus pat ļoti mazus vidē nonākušu pesticīdu daudzumus

Pesticīdu piesārņojuma ceļi



Litosfēras radioaktīvais fons

Litosfēras iežiem piemīt dabīgs radioaktīvais fons, ko nosaka dabīgie radioaktīvie izotopi un to elementi, kā arī parasto ķīmisko elementu radioaktīvie izotopi:

Urāns (^{238}U , ^{235}U)
Rādijs (^{226}Ra)
Toriji (^{232}Th)

Kālijs (^{40}K)
Rubīdijs (^{87}Rb)
Kalcijs (^{48}Ca)

Visu radioaktīvo elementu būtiska un fundamentāla īpašība ir nestabilitāte – to atomi sabrūk, veidojot jaunus, radioaktīvus un neradioaktīvus atomus un izstarojot jonizējošo starojumu

Viens no urāna sabrukšanas produktiem ir radons (Rd) – radioaktīva cēlgāze, bez krāsas un smaržas, kas izdalās no grunts atkarībā no tās sastāva un struktūras

Radona gāze var uzkrāties ēku pagrabos, alās un šahtās, radot paaugstinātu radioaktivitātes fonu

Litosfēras radioaktīvais piesārņojums (II)

Litosfēras piesārņojumu ar radioaktīvajiem elementiem var izraisīt:

- Kodolizmēģinājumi
- Avārijas AES
- Urāna u.c. radioaktīvo izotopu saturošo iežu pārstrāde un bagātināšana
- Kodolatkritumu un citu radioaktīvo atkritumu nepareiza uzglabāšana

Ievērojami radioaktīvā piesārņojuma avoti ir rūpnīcas, kas pārstrādā urāna rūdu vai sagatavo plutoniju militārajām vajadzībām



Litosfēras radioaktīvais piesārņojums (II)

Cilvēces radītie radioaktīvie izotopi litosfērā nonāca reizē ar pirmajiem kodolizmēģinājumiem, piesārņojot augsni un grunti ar ^{90}Sr , ^{137}Cs u.c.

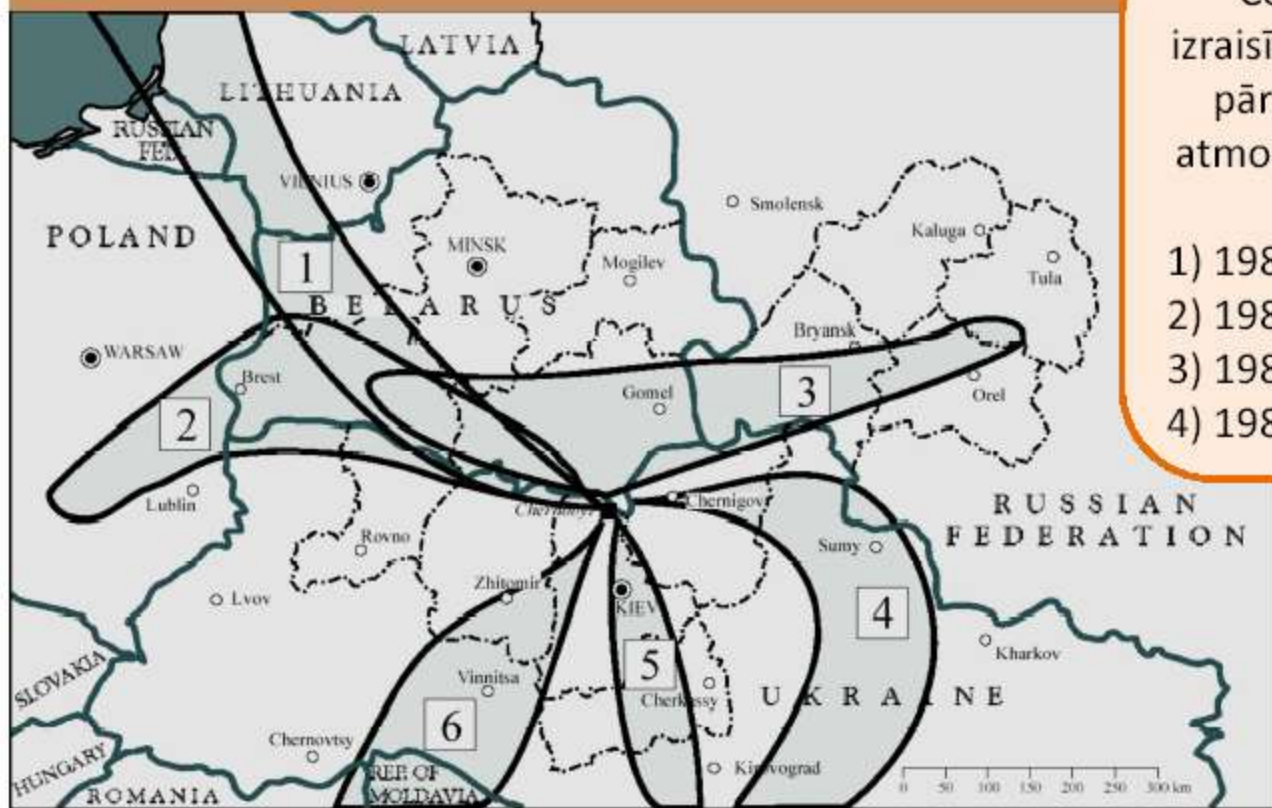


104 kT atombumbas
izmēģinājums ASV



Radioaktīvā piesārņojuma izplatība (I)

Černobiļas AES avārijas (1986.g. 26.aprīlī) rezultātā atmosfērā nonāca radioaktīvas vielas, kuru kopējā radioaktivitāte bija 10^{18} Bq, kas līdzinās apmēram 30-40 atombumbu sprādzieniem



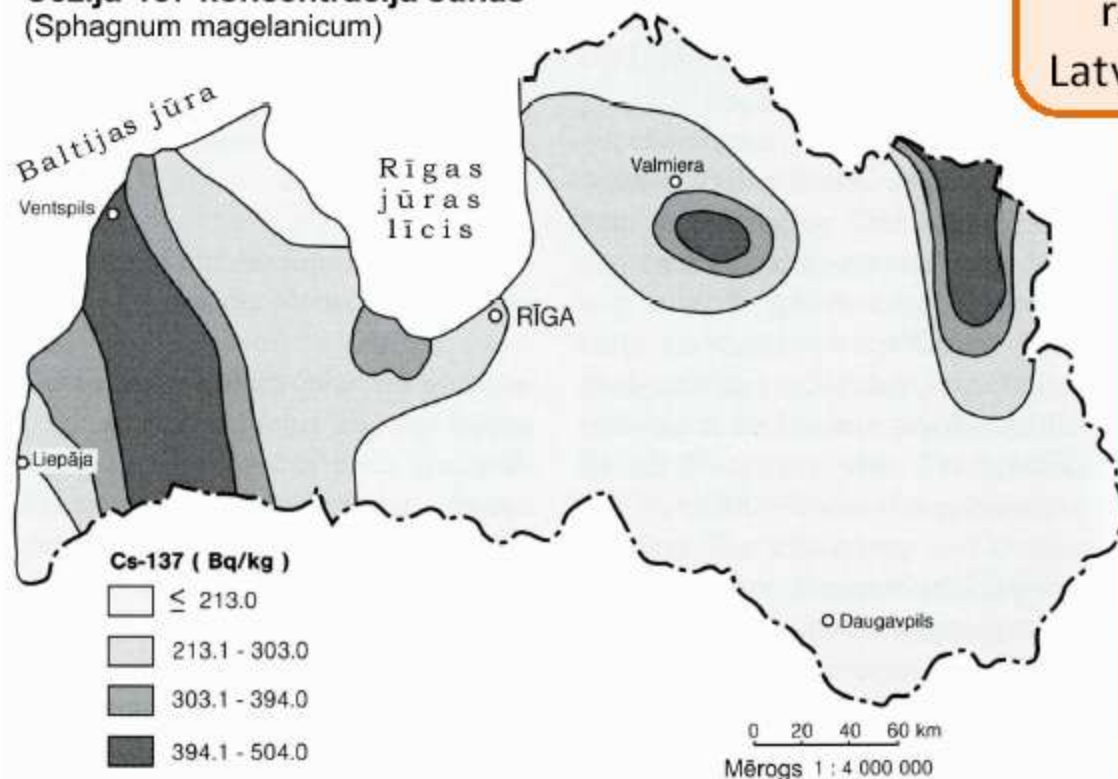
Černobiļas AES avārijas izraisītā piesārņojuma mākoņa pārvietošanās atkarībā no atmosfērā dominējošām gaisa masām:

- 1) 1986.gada 26.aprīlī
- 2) 1986.gada 27.aprīlī
- 3) 1986.gada 29.aprīlī
- 4) 1986.gada 2.maijā

Radioaktīvā piesārņojuma izplatība (II)

Černobiļas AES avārija izraisīja piesārņojumu ar radioaktīviem izotopiem lielā daļā Eiropas

Latvija
Cēzija-137 koncentrācija sūnās
(*Sphagnum magellanicum*)

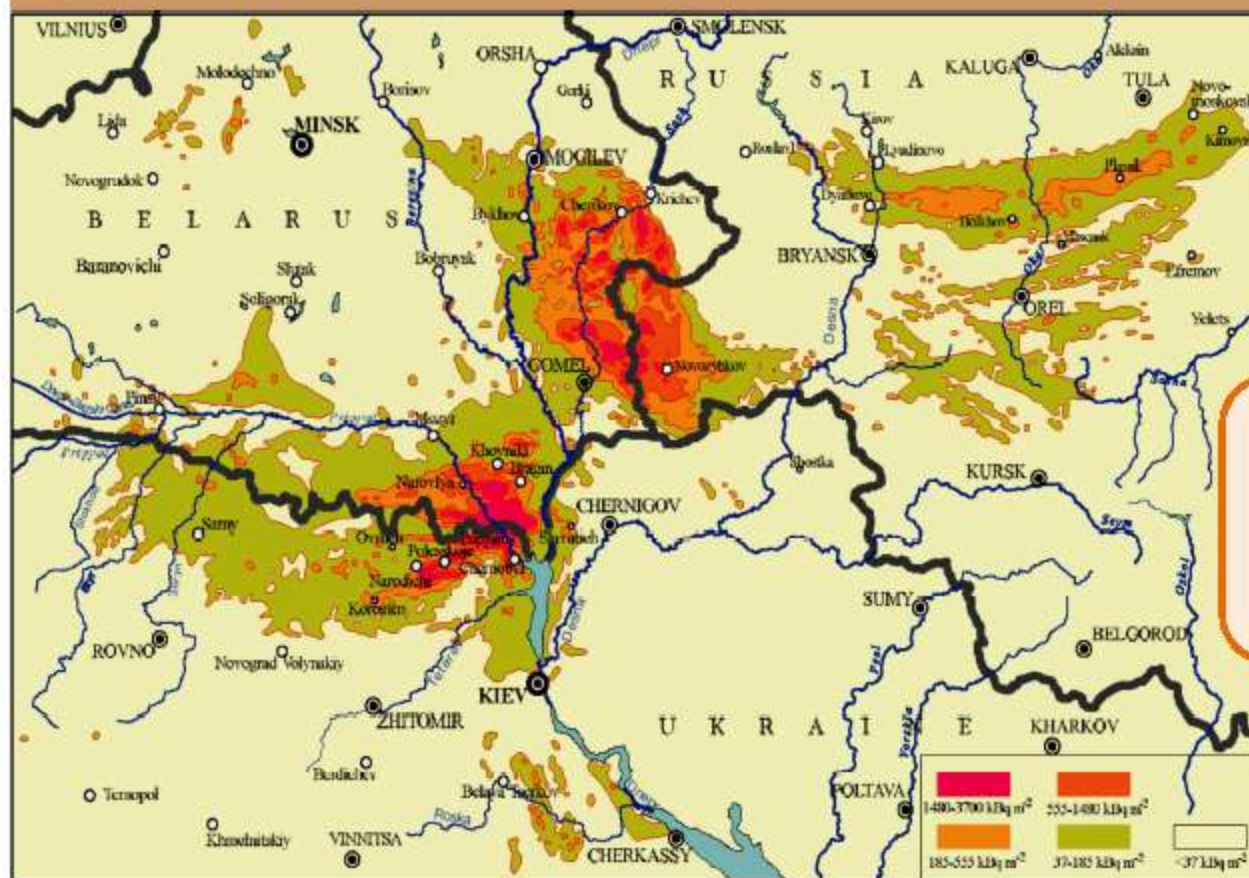


^{137}Cs saturs *Sphagnum magellanicum* sūnās parāda radioaktīvo izotopu izsēšanās Latvijā pēc Černobiļas AES avārijas



Radioaktīvā piesārņojuma izplatība (III)

Pēc Černobiļas AES avārijas lielākā daļa radioaktīvā piesārņojuma ar gaisa masām nonāca un izsēdās Krievijas, Ukrainas un Baltkrievijas teritorijā



¹³⁷Cs izsēšanās pēc Černobiļas AES avārijas Krievijas, Ukrainas un Baltkrievijas teritorijā

Pazemes ūdeņu piesārņojuma risks

Augšnes vai grunts piesārņojums var izraisīt gruntsūdeņu piesārņojumu un pēc tam arī pazemes ūdeņu piesārņojumu, tādējādi apdraudot dzeramā ūdens kvalitāti

Pazemes ūdeņu
piesārņojuma
risks Latvijā



Piesārņotu vietu attīrīšanas iespējas

Lai piesārņotas vietas neapdraudētu vidi un cilvēka veselību, ir jāveic šo vietu **sanācija** jeb attīrīšana, atveseļošana

Atsevišķos gadījumos piesārņojums dabīgā vidē ir spējīgs **pašattīrīties**



Lai novērtētu piesārņotās vietas attīrīšanas iespējas un izvēlētos attīrīšanas metodes, ir jāizvērtē informācija par piesārņojumu un vides stāvokli



Augsnes piesārņojuma novērtēšana (I)

Informācija, kas ir nepieciešama, lai novērtētu piesārņotas vietas sanācijas iespējas:

1) Piesārņojošās vielas veids un īpašības

Organiska vai neorganiska viela?

Vai piesārņojošo vielu iespējams noārdīt biodegradācijas ceļā?

Vai piesārņojošā viela ir bīstama cilvēkiem un dzīvniekiem?

2) Piesārņojošās vielas daudzums

Cik liels daudzums piesārņojošās vielas nonācis augsnē?
Vai tas pārslogos augsnes struktūru un organismus?

3) C:N attiecība piesārņojošajā vielā

Vai nepieciešama citu barības elementu piesaiste (N un P)?

Augsnes piesārņojuma novērtēšana (II)

4) Augsnes tips

Vai augsne spēs saistīt piesārņojošo vielu pirms tā sasniegs gruntsūdeņus?

5) Augsnes organismiem labvēlīgi apstākļi

Kāds ir temperatūras režīms?
Kāds ir mitruma režīms?

6) Piesārņojuma ilgums

Cik ilgi piesārņojošā viela ir augsnē?
Vai ir novērojamas vides problēmas?
Vai ir sākusies vielas sadalīšanās?

7) Piesārņojuma novēršanas neatliekamība

Vai pastāv tiešs tūlītējs cilvēku un vides apdraudējuma risks?

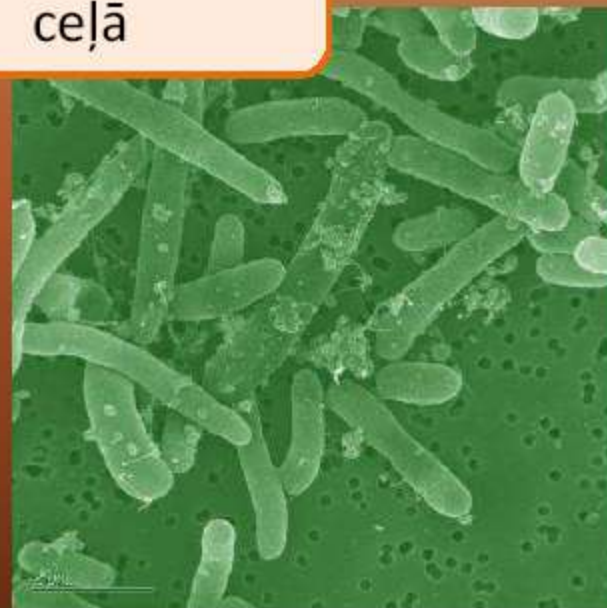
Litosfēras pašattīrīšanās

Augsnes, grunts un gruntsūdeņu **pašattīrīšanās** ir visu litosfērā notiekošo procesu kopums, kas vērsts uz augsnes, grunts un gruntsūdeņu sākotnējā sastāva un īpašību atjaunošanu

Pašattīrīšanās var noritēt divējādi:

Oksidēšanās
procesos

Biodegradācijas
ceļā



Biodegradācija

Biodegradācija ir augsnes attīrīšanās process, kurā iesaistīti mikroorganismi (piemēram, raugs, sēnes vai baktērijas), lai noārdītu vai sadalītu bīstamas vielas mazāk toksiskās vai nekaitīgās vielās



Mikroorganismi barojas ar piesārņojošo vielu, gremošanas procesā pārvēršot to par CO_2 un H_2O , ko pēc tam izdala apkārtējā vidē

Biodegradācija *in situ*

In situ biodegradācija nozīmē augsnes attīrīšanu uz vietas tur, kur noticis piesārņojums

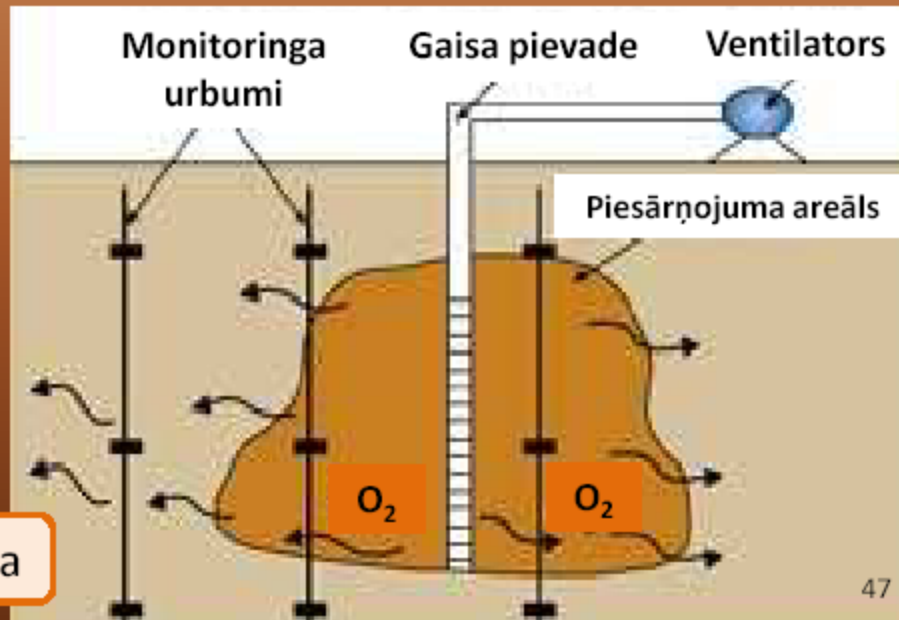
Biostimulācija – veicina dabīgo augsnes organismu bioloģisko aktivitāti

Bioaugmentācija – piesārņotajā vietā augsnē tiek mākslīgi ievadīti mikroorganismi, kas veicina piesārņojošās vielas noārdīšanos

↓

Bioventilācija un bioiesmidzināšana – augsnē piesārņojuma areālā tiek pievadīts gaiss vai barības vielas augsnes baktēriju augšanas veicināšanai

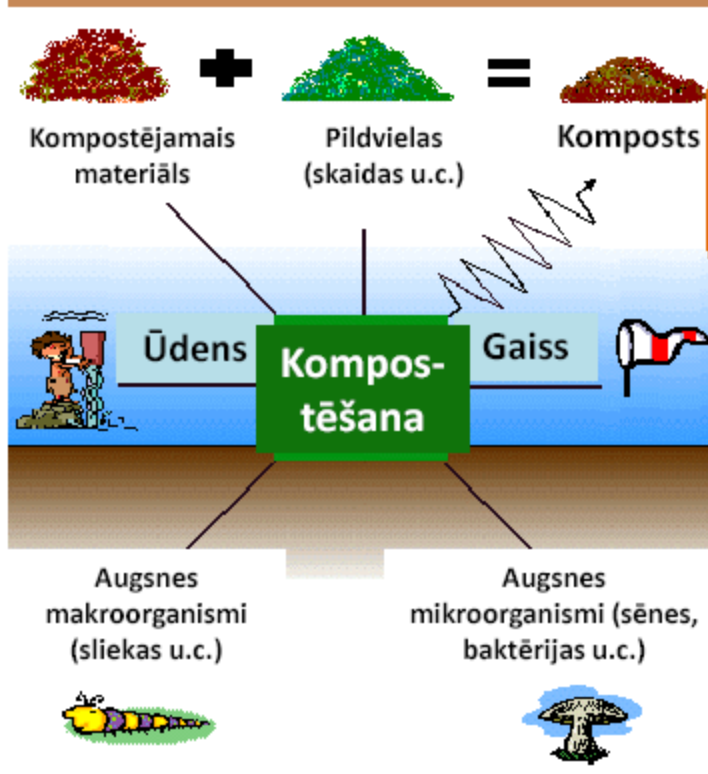
Tipiska bioventilācijas sistēma



Biodegradācija *ex situ*

Ex situ biodegradācija nozīmē piesārņotās augsnes savākšanu piesārņojuma vietā un nogādāšanu uz vietu, kur tā tiks attīrīta

1) Pusšķidrā fāze – piesārņotā augsne konteinerā tiek samaisīta ar ūdeni, barības vielām, mikroorganismiem un skābekli



2) Cietā fāze – šķidrums tiek atdalīts no augsnes masas, kura vēl tiek pakļauta kompostēšanai, un iegūtais komposts tiek iestrādāts atpakaļ augsnē

Ex situ biodegradācija ir dārgāka nekā *in situ*, toties vieglāk kontrolējama un ātrāka, kā arī piemērojama lielākam piesārņojošo vielu skaitam

Augsnes fitoatveseļošana

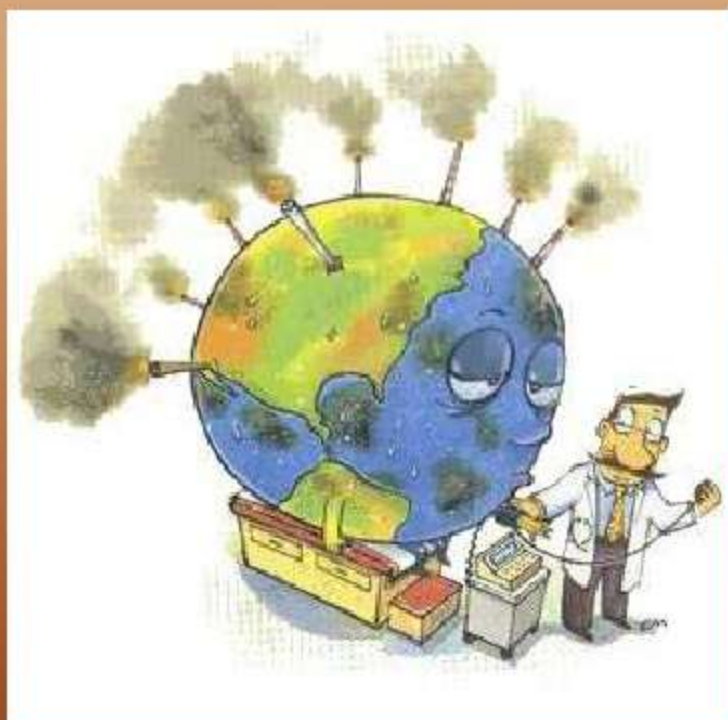
Fitoatveseļošana – augsnes attīrīšana no piesārņojošām vielām ar augu palīdzību

Dažiem augiem piemīt spējas saistīt noteiktus ķīmiskos elementus, toksiskas vai radioaktīvas vielas

Ir augi, kam piemīt spēja noteiktu vielu (piemēram, smago metālu) klātbūtnē izdalīt vielas, kas aktivizē augsnes organismu attīstību, kas rezultātā palīdz samazināt un novērst augsnes piesārņojumu

Zinātnieki joprojām strādā pie augu izmantošanas augsnes atveseļošanai izpētes





Paldies par uzmanību!