



# EKOSISTĒMU PAKALPOJUMI

# Ekosistēmu pakalpojumi

- Ekosistēmu pakalpojumi ir visi tie labumi, resursi un procesi, ko cilvēcei nodrošina daba.
- **Provīzijas nodrošināšana** ietver tādus pakalpojumus kā pārtiku, ūdeni, kokmateriālus, dabiskās šķiedras, dabas vielas ārstniecībai u. tml.
- **Vides parametru regulācija** ietver atmosfēras gāzu sastāva nodrošināšanu, klimata regulāciju u. tml.
- **Atbalsta pakalpojumi** ir organisko atlieku noārdīšana, augu apputeksnēšana u. c.
- **Nemateriālie pakalpojumi** ietver cilvēka garīgo prasību apmierināšanu (relīģija, māksla, zinātne) kā arī ekotūrismu.
- **Sistēmas pašsaglabāšanās** nodrošināšana ietver bioloģiskās daudzveidības kā ekosistēmu funkcionālā stāvokļa nodrošinājumu.

# Ekosistēmu pakalpojumi

- Vēl 19. gs sākumā lielākā daļa cilvēku dzīvoja lauku naturālās saimniecības apstākļos, kur **gandrīz visu, sākot ar pārtiku un beidzot ar apģērbu un dzīvojamām ēkām, cilvēki saražoja sev paši.**
- **Mūsdienu cilvēks aizvien mazāk cenšas darīt pats,** bet savas daudzveidīgās vajadzības apmierina, saņemot dažādus pakalpojumus, ko viņam piedāvā pārējie sabiedrības locekļi.
- Pakalpojumi ir mūsu eksistences pamats.
- **Saņemot pakalpojumus, mēs vēlamies, lai tie būtu, pirmkārt, kvalitatīvi un, otrkārt, lēti.**
- **Bezmaksas pakalpojumus cilvēkam nemitīgi sniedz ekosistēmas !**
- **Bez ekosistēmām mums nebūtu ne gaisa skābekļa elpošanai, ne tīra ūdens, ne maizes, nemaz nerunājot par daudzām citām lietām un procesiem, no kuriem mēs ikdienā esam tieši vai netieši atkarīgi.**

# Ekosistēmu pakalpojumi

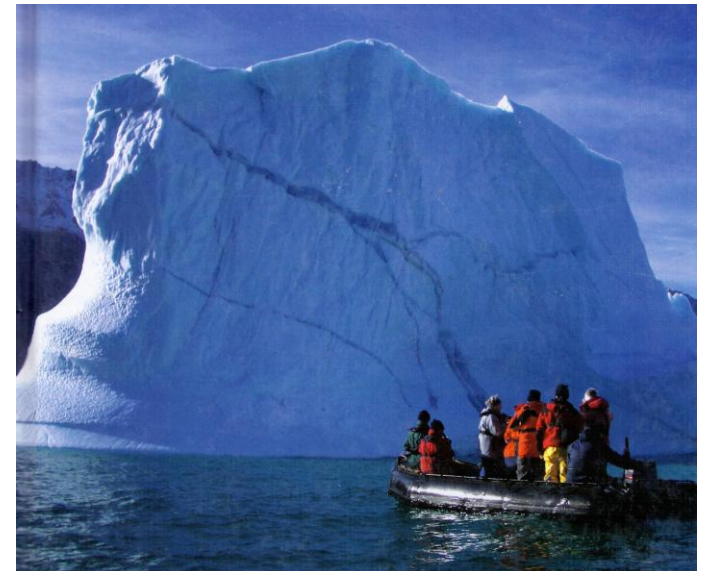
- Lai ekosistēma varētu nodrošināt cilvēka eksistencei būtiskos pakalpojumus, šai **sistēmai ir jābūt pilnvērtīgai, nebojātai.**
- Cilvēks nav bijis pārāk izvēlīgs līdzekļos, lai no ekosistēmām izspiestu vairāk, nekā tās var dot. Apbrīnojami, bet arī šādos apstākļos **ekosistēmas mēģina pielāgoties, pārstrukturēties, pašsaglabāties, un mēs joprojām saņemam to pakalpojumus.**
- **Ekosistēmu pašsaglabāšanās spējas nav bezgalīgas.**
- Šodien daudzas pazīmes liecina par ekosistēmu **degradāciju** daudzos pasaules reģionos.
- **Ja ekosistēmas pārstās cilvēcei sniegt savus pakalpojumus, tā ir lemta bojāejai.**
- Ir pēdējais laiks iemācīties **būt pateicīgiem ekosistēmu nodrošināto pakalpojumu saņēmējiem un respektēt ekosistēmu spējas mums šos pakalpojumus nodrošināt.**

# ŪDENS



Doties ceļojumā uz dienvidu zemēm, lai izvairītos no saslimšanas, mēs tiekam brīdināti dzeršanai lietot vienīgi uzticamās tirdzniecības vietās iegādātu, slēgtās pudelēs iepildītu ūdeni.

Nepilna gadsimta laikā ūdens, kas gluži tāpat kā gaiss arvien tika uzskatīts par bezmaksas resursu, ir kļuvis par laba biznesa nišu daudzām firmām visā pasaulē ne tikai sausā klimata zemēs.



# ŪDENS

- Ūdens ir bioloģiski visnozīmīgākais ķīmiskais savienojums. Visi dzīvie organismi pamatā sastāv no ūdens, dažas medūzas satur pat 98 % ūdens, bet cilvēka organisms satur 80 % ūdens.
- Augi var uzņemt minerālvielas tikai no augsnes šķīduma un, lai nodrošinātu to plūsmas nepārtrauktību, tie ir spiesti nemitīgi uzņemt ūdeni tvaiku veidā izdalīt caur lapām atmosfērā.
- Cilvēkam diennaktī vidēji nepieciešams uzņemt 2 l ūdens. Cilvēks var iztikt bez ūdens augstākais 7 diennaktis.
- Svarīgs ir ne vien pieejamā ūdens daudzums, bet arī tā kvalitāte, bet tā pasaulē arvien vairāk pasliktinās.
- Vairāk nekā miljardam pasaules iedzīvotāju, nav pieejams veselībai nekaitīgs dzeramais ūdens, bet 40 % ūdens trūkuma dēļ nevar nodrošināt sanitārām prasībām atbilstošus dzīves apstākļus.



# Nodrošinājums ar ūdeni

- Ūdenī ļoti labi šķīst daudzas ķīmiskas vielas. Un pat tās, kas ūdenī nešķīst, bieži vien atrodas tajā sīku daļiņu – duļķu vai mikroskopisku pilienu veidā.
- **Avotu ūdens, ko parasti uzskata par tīra ūdens etalonu, tāds nebūt nav, jo satur dažādus sāļus, kas tajā izšķīduši, ūdenim sūcoties cauri pazemes iežiem.**
- Ja vien iespējams, ir vērts pārbaudīt arī ūdens ķīmisko sastāvu, veicot attiecīgas analīzes.
- **Dabiskā filtra lomu ūdens attīrīšanā izpilda ekosistēmas. Visnozīmīgākie ūdens attīrītāji ir meži un mitrāji.**
- Dabisko mitrāju galvenie veidi ir: jūras piekrastes seklūdeņi līdz 10 m dziļumam, upju grīvas, mitrāji upju ielejās un upju deltās, ezeri un ar tiem saistīti mitrāji, un purvi.

# Ūdens attīrīšanās dabiskās ekosistēmās

- Galvenais priekšnoteikums ūdens sekmīgai attīrīšanai ir tā plūsmas ātruma samazināšana, jo bioloģiskajiem attīrīšanas procesiem nepieciešams laiks.
- Jo vairāk sateces baseinā mežu un purvu, jo lēnāka ūdens plūsma. Ja cilvēka darbības rezultātā ainavas dabiskā veģetācija ir iznīcināta un augsnes sablīvētas, ūdens filtrācija caur augsni gandrīz nenotiek, tas aiztek pa virsu, pa ceļam noskalojot no jumtiem, asfalta un bruģa tur uzkrājušās piesārņojošās vielas, mājdzīvnieku ekskrementus un mikroorganismus.





- Zems plūdu risks
- Intensīva ūdens bioloģiskā pašattīršanās

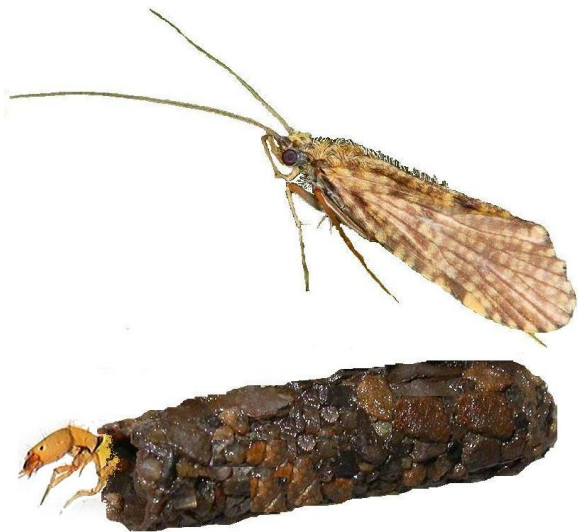


- Augsts plūdu risks
- Zema ūdens bioloģiskā pašattīršanās

Ūdens plūsmas un dabisko pašattīršanās spēju atkarība no ainavas struktūras.

Upes straumes ātrumu ievērojami samazina tādi dabiskie šķēršļi kā ūdenī iekrituši koki, siekstas un ūdensaugu audzes, bet it īpaši bebru veidotie aizsprosti. Bebru darbības rezultātā uz upes veidojas ūdenskrātuve, kurā izgulsnējas upē ienestās piesārņojošās vielas saturošās duļķes.





### **Makstenes.**

Pieaugusi makstene (augšā) un tās kāpurs, kas no sīkām ūdenī peldošām augu atlieku daļiņām un grunts sastāvā ietilpstošiem akmentiņiem veido cilindrisku slēptuvi.

Ūdens plūsmai palēninoties, piesārņojums līdz ar duļķēm nosēžas upes dibenā, aplīp ūdensaugiem, nogrimušiem kokiem un akmeņiem, vairojot glotainu apglumējumu – perifitonu.

**Perifitons ir aļģu un baktēriju apaugums, kas kopā ar sīkām duļķu daļiņām veidojas uz ūdenstilpē nogrimušu priekšmetu - koku, zaru, akmeņu un citu nogrimušu priekšmetu virsmas.**

Upē dzīvo daudzi organismi, kas tieši piedalās ūdens attīrīšanā, piemēram, makstenes.

# Pārtika

Mūsdienu cilvēks lielākoties pārtiku saņem gatavā, fasētā veidā no lielveikala plaukta. Pie kases samaksājot par pakalpojumu – maizi, pienu vai gaļu, patērētājs nemaz neapzinās, ka patiesībā **maksā nevis par pašu produktu, bet gan par citu cilvēku darbu**, kas ieguldīts šo pārtikas produktu izejvielu izaudzēšanā, pārstrādē un piegādē veikalam.

**Gan gaudi, no kuriem izcepta maize, gan piens, kas izslaukts no govīm, gan gaļa kas iegūta lopus nokaujot, patiesībā nemaksā neko.** Jo šo izejvielu radīšanā cilvēks būtībā nemaz nav piedalījies, šo pakalpojumu viņam ir nodrošinājušas ekoloģiskās sistēmas.

To nav grūti saprast, ņemot vērā, ka eksistē pārtikas līdzekļi, kurus cilvēks vairumā gadījumu var saņemt **par brīvu – meža ogas, sēnes, rieksti, arī zivis un medījumi**, ja vien to iegūšanai nav jāpērk licence.

**Pārtikas ražošanas procesā cilvēks patiesībā vienīgi pievieno sava darba vērtību jau gatavam ekosistēmu radītam produktam.**

**Pilnībā nepārzinot ekoloģiskās likumsakarības, cilvēks nereti panāk pretēju efektu – vai nu padarot galaproduktu kaitīgu veselībai vai arī degradējot vidi, kurā tas tiek ražots.**

# Pārtika

Ekosistēmu pakalpojumi pārtikas nodrošināšanā realizējas caur ekoloģisko barības ķēdi. Tās **sākumposms ir zaļie augi**, kas fotosintēzē saražo organisko vielu. Augi fotosintēzes realizācijai enerģiju saņem no Saules un iegulda to organisko vielu molekulās, ko pamatā savirknē no ogļskābās gāzes ( $\text{CO}_2$ ) oglekļa atomiem, pievienojot virkni citu ķīmisko elementu, ko saņem no augsnes.

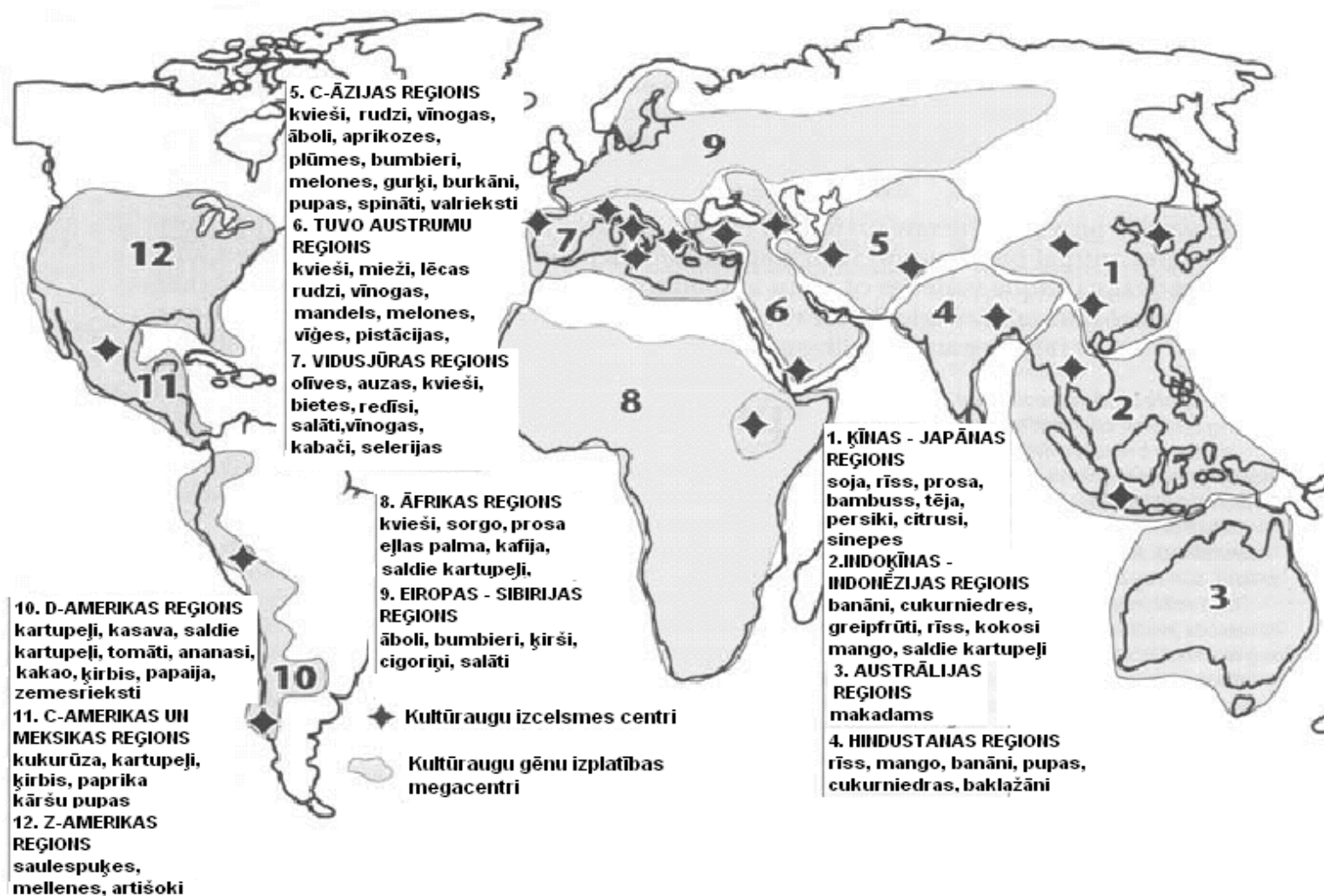
Augēdāji, piemēram govīs, saņem to dzīvības procesu nodrošināšanai nepieciešamo vielu un enerģiju apēdot augus.

**Augu valsts pārtikas vienības radīšanai ekosistēma izlieto caurmērā 10 reizes mazāku enerģijas daudzumu, nekā dzīvnieku valsts pārtikas produkta vienības radīšanai.**

Viens no ražības paaugstināšanas ceļiem ir jaunu **augu un dzīvnieku šķirņu selekcija**. Tā nebūtu bijusi iespējama, ja ekosistēmas jau cilvēces pašos pirmsākumos nebūtu tai „uzdāvinājušas” savvaļas augu un dzīvnieku sugas, kuras gadu tūkstošu gaitā tika padarītas par kultūraugiem un mājdzīvniekiem.

Kviešu un miežu šķirņu savvaļas priekšteči aug Āzijas un Āfrikas reģionā, kartupeļi un kukurūza nākusi no Dienvidamerikas un Meksikas, soja, rīss un tēja – no Ķīnas un Japānas.

# Kultūraugu izcelšanās centri



# Daba un pārtika

**Katrai šķirnei parasti ir viens savvaļas sencis, no kura tā ir radīta mākslīgās izlases ceļā.**

Pasaulē ir zināmas aptuveni 300 000 augu sugas. No tām aptuveni 50 000 sugu ir ēdamas. Taču pārtikā plaši tiek izmantotas tikai kādas 200 sugas.

**Tikai trīs sugas – rīss, kukurūza un kvieši nodrošina gandrīz 60 % cilvēces uzņemamo pārtikas kaloriju.** Viens no mūsdienu intensīvās lauksaimniecības trūkumiem ir izmantojamo šķirņu ģenētiskā materiāla unifikācija, audzējot tikai vienu izvēlēto šķirni milzīgās platībās.

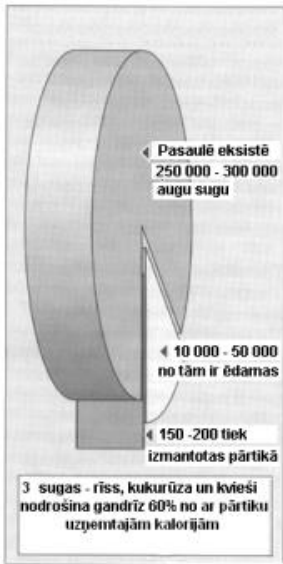
**Šķirņu daudzveidība ir nepieciešama, lai kritiskos gadījumos nodrošinātu jaunu pret slimībām izturīgu šķirņu izveidošanu, krustošanas un atlases ceļā, aizstājot ar tām iepriekš audzētās neizturīgās šķirnes.**

Īrijā 1840. gadā kartupeļu neražas dēļ, ko izraisīja parazitiska sēne, kas izsauc kartupeļu puvi, apmēram miljons cilvēku nomira bada nāvē, bet vairāk nekā miljons emigrēja no valsts.

Zivis cilvēks iegūst no ekosistēmām tieši. **Ikgadējais pasaulē nozvejotais zivju daudzums bija līdz 100 miljonom tonnu.**

Zivis ir galvenais dzīvnieku valsts olbaltumvielu avots aptuveni 20 % Āfrikas un Āzijas iedzīvotāju.

**Deviņās no pasaules galvenajām zvejas vietām ir konstatēta zivju krājumu samazināšanās.**



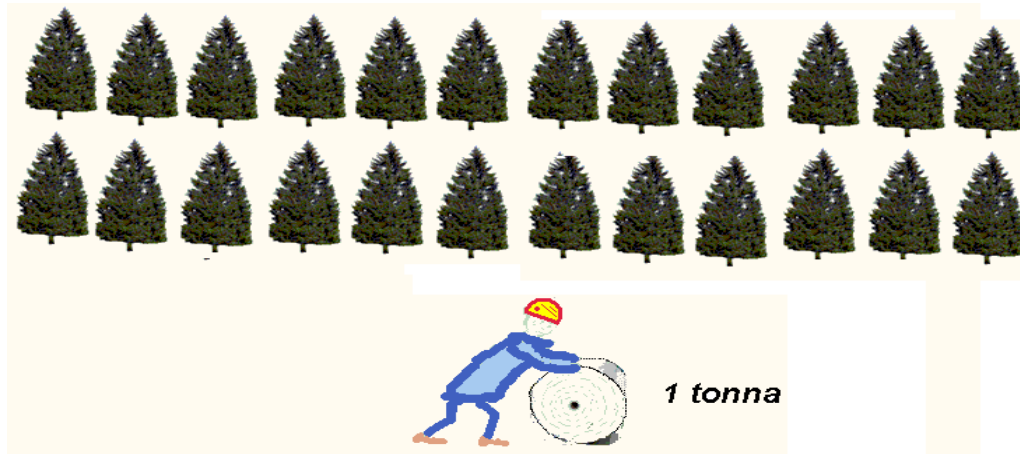
Ēdamo un pārtikā  
izmantojamo augu  
sugu skaits uz kopējo  
pasaulē sastopamo  
augu sugu skaita fona.

# Koksne



- **Papīra lapa tikai daļēji ir papīrfabrikas ražojums.** Ja to sadedzina, tad gaismas un siltuma veidā atbrīvosies maza daļiņa Saules enerģijas, ko fotosintēzē bija akumulējušas koka šūnas, veidojot šķiedru, no kuras papīrs sastāv.
- Būtībā papīrs ir meža ekosistēmas „ražojums”. Tāpat galds pie kura strādājam vai ēdam.
- Cilvēka nopelns ir vienīgi tas, ka šiem dabas „ražojumiem” piešķirt citu formu.
- **Koks ir ekosistēmas produkts.**

# Koksne



**Lai saražotu 1 tonnu augstas kvalitātes rakstāmpapīra, nepieciešams nocirst aptuveni 24 vidēja izmēra (15-20 cm resnus un 12 m garus) kokus.**

Lai iespiestu grāmatas, kas gadā tiek pārdotas ASV, nepieciešams nocirst ap **30 miljonu** koku.

Lai samazinātu pieaugošā papīra patēriņa spiedienu uz dabisko mežu ekosistēmām, mūsdienās koksni papīra ražošanai cenšas nodrošināt audzējot kokus **plantācijās**, kā arī paplašināt otrreizējo izejvielu - makulatūras un dabīgo šķiedru audumu atlieku izmantošanu.

Diemžēl tikai 8 % no visa papīra tiek ražota no citām izejvielām kā koksne. **70 % no 335 milj. tonnu pasaulē saražotā papīra joprojām nāk no dabiskajiem mežiem.**

# Koksne



Koku plaši izmanto gan būvniecībā, gan mēbeļu ražošanā gan kā kurināmo.

**Koksnes kopējais patēriņš pasaulē, salīdzinot ar pagājušā gadsimta vidu ir pieaudzis gandrīz par divām trešdaļām.**

Plastmasu un sintētisko materiālu izmantošana celtniecībā, it īpaši privātmājās, vairs nav modē.

Plastikāta logus atkal nomainījuši koka rāmji.

Koka ēkās dzīvot ir veselīgāk, tādēļ daudzi izvēlas atgriezties pie senču arhitektūras - guļbaļķu būvēm jaunā izpildījumā.

# Koksne

Lai apmierinātu masveida pieprasījumu pēc lētiem būvmateriāliem un mēbelēm, mūsdienās ražo no koksnes atkritumiem, sapresējot un salīmējot ar sintētiskām vielām. No tiem top „vienas dienas” mēbeles, kuras bojājumu gadījumā restaurēt praktiski nav iespējams, lētāk ir iegādāties jaunas.

Mēbeļu industrijai savukārt ir ļoti izdevīga šādu koka izstrādājumu ražošana, pa laikam mainot to dizainu, jo nav grūtu iedomāties, **kas notiktu ar mēbeļu ražošanas biznesu, ja cilvēks iegādātos mēbeles uz mūžu un vēl ar nodomu atstāt tās bērnubērniem.**

**Ekosistēmas nespēj nodrošināt katru planētas iedzīvotāju ar īstu riekstkoka vai ozolkoka rakstāmgaldū.** Pieprasījums ievērojami pārsniedz piedāvājumu, tāpēc tie ir ļoti dārgi.

Brazīlija valsts parādu nolīdzināšanai vēl pagājušajā gadsimtā pārdeva lielas tropu lietus meža platības transnacionālajām mežizstrādes kompānijām, kas tās nesaudzīgi izcirta. **Kopš pagājušā gadsimta vidus jau iznīcināta 1/5 daļa tropisko mežu.**

Rūpniecības pieprasījums pēc koksnes ir radījis nepieciešamību ierīkot **kokaugu plantācijas**. 2000. gadā to platība sasniedza 187 milj. hektāru. Lai gan plantāciju kopplatība ir tikai 5 % no kopējās pasaules mežu platības, tie dod aptuveni 35 % no pasaules apaļkoksnes produkcijas.

**Pagaidām tomēr lielākais koksnes daudzums tiek iegūts izcērtot dabiskos mežus !**



# Tekstilšķiedras

Pirmos cilvēkus – Ādamu un Ievu mēdz attēlot pilnīgi kailus, ar vīģes lapu piesegtām dažām ķermeņa daļām.

Ja ekosistēma “radības kroņa” ģērbkambarim būtu atvēlējusi tikai vīģes lapu, tas nebūtu pārdzīvojis ne ledus laikmetu, ne sausuma periodus, kas piemeklēja planētu tās pēdējās tūkstošgadēs.

Pirmatnējā mednieka apģērbs bija darināts no zvērādām, senajam lopkopim, lai apģērbtos, dzīvnieki obligāti nebija jānogalina – viņš prata pagatavot tērpu no aitu vilnas, bet senajam zemkopim augu valsts sagādāja vēl lielāku izvēli – dabiskās augu šķiedras linus un kokvilnu.

Kīnas iedzīvotāji auduma izgatavošanā iesaistīja pat kukaiņus – zīdētārpiņus.

# Tekstilšķiedras

Zvērādas, vilna, kokvilna un zīds – tie ir galvenie dabisko tekstilšķiedru un materiālu veidi, kas ir greznojuši un sildījuši cilvēci tūkstošiem gadu.

Pieaugot cilvēku skaitam uz Zemes un pieprasījumam pēc lēta apģērba, cilvēka sacensība ar dabu tekstilšķiedru veidošanā joprojām turpinās, jo **dabiskie materiāli kļūst aizvien dārgāki**.

Ja senajam cilvēkam zvērādas bija ikdienas apģērbs, tad mūsdienās no tām tiek šūdināti dārgi dāmu kažoki un apmetņi.

**Dāmu skaits, kuras varētu šādus apmetņus atļauties ievērojami pārsniedz dabā mītošo reto kažokzvēru skaitu.**

Daudzas sugas intensīvu medību rezultātā ir uz iznīcības robežas.

Tā kā ekosistēmu pakalpojumi kažokādu sagādē daudzviet pasaulē ir izsmelti medījamo dzīvnieku populāciju pārekspluatācijas dēļ, cilvēks ir spiests audzēt dzīvniekus **kažokzvēru fermās**.

Jāņem vērā, ka dabiskā zīda lakati un kleitas top, nogalinot dzīvniekus – **zīdtārpiņus**.

**Vilnas apģērbs** gadsimtiem ilgi bija viens no iecienītākajiem apģērbu veidiem pasaulē. Aitu baru ganības lielā mērā veidoja Eiropas, Tuvo Austrumu un Vidusāzijas ainavu.

Lai paplašinātu vilnas ražošanu, eiropieši ieveda aitas arī **Austrālijā**, kur tās diemžēl degradēja unikālās vietējās ekosistēmas, atņemot barību un dzīves telpu vietējai faunai - somaiņiem.

# Tekstilšķiedras



Sena šķiedraugu kultūra ir arī **lini**. Jau senie ēģiptieši lietoja lina audumu mūmiju ievīstīšanai. Mūsdienās sakarā ar kokvilnas ekspansiju pasaulē lina audzēšana ir ļoti samazinājusies.

**Kokvilna** ir tipiska dienvidu zemju tekstilšķiedru kultūra, kuras audzēšanas pirmsākumi meklējami pirms vairākiem tūkstošiem gadu.

Viduslaikos, kad eiropieši pirmo reizi iepazīna kokvilnas audumus, izplatījās nostāsti ka **pūkaino šķiedru iegūst no maziem dzīvjiem jēriņiem**, kas aug lielu koku zaru galos.

Kokvilnas audzēšana, izmantojot koloniju darbaspēku, izrādījās lēta, tādēļ šī tekstilšķiedra ļoti ātri pārpludināja pasaules tirgus un atspieda otrajā plānā gan vilnu, gan linaus, mūsdienās sastādot 40 % no visiem pasaulē ražotiem dabisko tekstilšķiedru veidiem.

Vidusāzijas valstis, kas izmanto Amudarjas un Sirdarjas ūdeņus **kokvilnas plantāciju apūdeņošanai noveda pie iznīcības Arāla jūru**.



# Zaļā enerģētika

Tiešā veidā izmantot Saules enerģiju tikpat efektīvi kā to dara ekosistēmas, cilvēks vēl neprot. Piedāvātie tehnoloģiskie risinājumi ir dārgi. ASV aprēķināts, ka, lai padarītu ģimenes māju enerģētiski neatkarīgu, balstoties uz Saules enerģijas izmantošanu, nepieciešams ieguldīt vismaz 100-200 tūkst. USD.

Augi Saules enerģiju akumulē daudz efektīvāk nekā Saules paneļi.

Augi nodrošina līdzsvaru starp atmosfērā izdalīto un augos atpakaļ uzņemto ogļskābās gāzes daudzumu.

Mūsdienās vairāk nekā puse pasaulē iegūtās koksnes tiek sadedzināta kā enerģētiskais resurss - malka, kokogles, šķelda. 2000. gadā cilvēce enerģētiskajām vajadzībām izmantoja 1,8 miljardus m<sup>3</sup> koksnes.

Biosfērā gada laikā „saražotā” augu biomasas enerģētiskā vērtība aptuveni 10 reizes pārsniedz cilvēces patērēto enerģijas daudzumu.

Augu biomasas izmantošanai ir jābūt sabalansētai ne vien ar tās dabisko pieaugumu, bet arī ar citiem ekosistēmu sniegtajiem pakalpojumiem (gaisa gāzu sastāva nodrošināšana, pārtikas produkti, ārstniecības līdzekļi, atpūta).

Ar ekosistēmu palīdzību enerģiju iespējams iegūt arī no atkritumproduktiem, kas rodas lauksaimniecībā, pārtikas rūpniecībā un atkritumu saimniecībā, jo arī tie galu galā satur Saules enerģiju.



**Biogāze** ir gāzveida produkts, kas rodas organiskās vielas bioloģiskā sadalīšanās procesā bezskābekļa vidē. Biogāzi iegūst no dzīvnieku mēsliem, notekūdeņiem, augu valsts produktu pārstrādes atkritumiem. **Biogāze pamatā sastāv no metāna  $\text{CH}_4$  un ogļskābās gāzes  $\text{CO}_2$ .** To izmanto kā kurināmo līdzīgi dabas gāzei gan ēku apsildīšanai, gan elektroenerģijas ražošanai, gan sašķidrinātā veidā kā biodegvielu automašīnās. Atšķirībā no dabas gāzes, tā ir pieskaitāma atjaunojamiem enerģētiskajiem resursiem un tādēļ daudzās pasaules valstīs tās ražošana tiek subsidēta.

Ļoti **bieži biogāzes ražošanas iekārtas tiek uzstādītas cūku un liellopu fermās.** Dzīvnieku mēsli tiek sajaukti ar ūdeni, sildīti un maisīti īpašās tvertnēs, kuru lielums var būt no  $1 \text{ m}^3$  mājsaimniecības vajadzībām līdz  $2000 \text{ m}^3$  nelielu uzņēmumu vai ciemu apgādei ar biogāzi.

Biodegvielas ražošanai mūsdienas plaši audzē virkni kultūraugu, tai skaitā **rapsi, soju un eļļas palmas.**

**Spirtu – etanolu,** ko var pievienot degvielai, iegūst pārstrādājot lauksaimniecības kultūraugus – graudus, kartupeļus un kukurūzu.

# Ārstniecības līdzekļi

Pirms Aleksandrs Flemings 1928. gadā atklāja antibiotiku penicilīnu – vielu, ko vidē izdala *Penicillium* ģints pelējuma sēnītes pret konkurējošiem mikroorganismiem, ik gadus no bakteriālām infekcijām un karos gūtajiem ievainojumiem mira tūkstošiem cilvēku.

**Antibiotikas** (sengrieķu *anti* – pret, *bios* – dzīvība) ir vielas, kas **nonāvē baktērijas vai nomāc to vairošanos**. Antibiotikas dabā producē dažādu mikroorganismu sugas, lai nomāktu savu konkurentu – citu mikroorganismu sugu attīstību. Ir izstrādātas speciālas tehnoloģijas šo derīgo mikroorganismu kultivēšanai rūpnieciskos apjomos un antibiotiku iegūšanai medicīnai nepieciešamajos daudzumos.

**Ārstniecībā ieviestas ap 100 dažādas antibiotikas** (streptomicīns, penicilīns, oksacilīns, tetraciklīns, amficilīns u. c.). Nepareizas antibiotiku lietošanas rezultātā (ārstniecības kursa ilguma un zāļu dozu neievērošana) daudzām slimību ierosinātājām baktērijām, piemēram, **stafilokokiem, ir izstrādājusies izturība pret konkrētām antibiotikām**, saslimšanas gadījumā tās vairs nepalīdz. Lai atrisinātu šo problēmu, zāļu ražotāji spiesti meklēt arvien jaunas antibiotikas.

Ārstniecības augu dziedinošās īpašības izskaidrojamas ar to sastāvā esošajām organiskajām vielām, to skaitā **alkaloīdiem, glikozīdiem, vitamīniem, ēteriskajām eļļām** u. c. Tieši no ārstniecības augiem iegūst daudzus vērtīgus ārstniecības līdzekļus, piemēram, **morfīnu, kodeīnu, hinīnu** u.c.

Būtu grūti atrast cilvēku, kas kaut reizi mūžā nebūtu baudījis dziedniecības kumelīšu, liepziedu, vīgriežu vai pelašķu tēju.

Daudzi augi satur mikroorganismus nomācošas vielas – **fitoncīdus**, piemēram, ķiploki un sīpoli, eikaliptu lapas, aloje u.c.

Virkne augu satur vielas, kas spēcina organisma imunitāti un palēnina šūnu novecošanās procesus, piemēram, žeņ-šeņ sakne. Bez augiem nav iedomājama arī **parfimērijas rūpniecība**. Kā nozīmīgākos šajā sakarībā jāmin rozes un lavanda. Viens grams rožu eļļas pēc vērtības līdzinās zelta cenai.

**Kopumā pasaulē medicīnā tiek izmantotas aptuveni 35 000 augu sugas.**

Vairums pasaulē ražoto medikamentu - aptuveni 80 % ir vielas, ko producē dzīvie organismi – mikroorganismi, augi un dzīvnieki.

Amazonas pamatiedzīvotāju ciltis ārstnieciskos nolūkos izmanto vismaz 1300 augu sugas. **No 150 recepšu medikamentiem, ko lieto ASV, 118 ir dabiska izcelsme, tai skaitā 74 % tiek ražoti no augiem, 18 % no sēnēm, 5 % no baktērijām un 3 % no dzīvniekiem.**

**No visiem ASV Nacionālajā Vēža institūtā reģistrētajiem augiem ar pretvēža īpašībām 70 % aug vienīgi tropiskajos lietus mežos.**

Mazāk nekā augi ārstniecības nolūkos tiek izmantoti arī dzīvnieki. Virkni vērtīgu vielu cilvēks iegūst no bitēm – bišu indi, peru pienīgu, propolisu un vasku. Plaši medicīnas preparātos tiek izmantota **čūsku inde**.



# Augsne

Kopš aizvēsturiskiem laikiem **zemkopība ir bijusi cilvēces pārtikas ražošanas pamats**.

Senās civilizācijas veidojās vietās, ko jau pati daba bija nodrošinājusi ar auglīgām augsnēm – upju ielejās un mežiem bagātos reģionos. Vēsturē aprakstīti arī gadījumi, kad senās civilizācijas pēkšņi beigušas savu eksistenci, tieši neražu un bada dēļ, ko izsauca **augšnes noplicināšanās**.

**Augsne ir dabas ķermenis** ar kārtainu struktūru, ko veido sadēdējušu minerālu un sadalīšanās procesā esošu organisko vielu maisījums, kas klāj zemi **plānā slānī**, kas satur noteiktus daudzumus gaisa un ūdens un nodrošina mehānisko atbalstu un attīstību augiem.

Senajiem cilvēkiem izpratne par augsnes auglību aprobežojās ar augiem nepieciešamā mitruma uzturēšanu. Zemju apūdeņošanas paņēmieni bija zināmi jau senajām civilizācijām. Taču viņi vēl neizprata būtiskāko augsnes auglību nodrošinošo faktoru – **barības elementu un organisko vielu nozīmi augsnē**. Viņi nesaprata to, ka **līdz ar ievāktu ražu, zemkopis aiznes no lauka arī augu barības elementus** un kā šo barības elementu daudzums augsnē nebūt nav bezgalīgs.

Senajā Eiropā un līdz pat mūsdienām tropiskās joslas zemēs izplatīta **uguns-līdumu zemkopība**.

Izšķir **makroelementus** - slāpekli (N), fosforu (P), kāliju (K) un kalciju (Ca), sēru (S), magniju (Mg), kuri augos ietilpst relatīvi lielos daudzumos un **mikroelementus**, kas tajos ir mazāk nekā tūkstošdaļas procenta, taču bez kuriem augi nīkuļo vai attīstās kroplīgās formās. Par mikroelementiem uzskata dzelzi (Fe), mangānu (Mn), varu (Cu), cinku (Zn), molibdenu (Mo), kobaltu (Co), niķeli (Ni), hromu (Cr), vanādiu (V), hlору (Cl), boru (B), jodu (I), fluoru (F) u. c. ķīmiskos elementus.

**Augiem ir kaitīgs gan barības elementu trūkums, gan atsevišķu elementu pārbagātība augsnē**. Barības elementu saturam augsnē ir jābūt noteiktās proporcijās.

# Augsne

Līdumu zemkopība deva apmierinošus rezultātus mērenajā klimata joslā, kur ekoloģiskā vielu aprīte notiek samērā lēni un augsnē ir lielas organisko vielu un barības elementu rezerves. Tropos vielu aprīte ir ļoti intensīva – atmirušās augu daļas un dzīvnieku līķi tiek ātri mineralizēti, barības elementus tūlīt pat uzņem augu saknes, bet lieka organiskā viela augsnē tikpat kā neuzkrājas. **Ierīkojot plantācijas tropu mežiem atkarotajās teritorijās, labvēlīgais efekts uz kultūraugiem parasti ir īslaicīgs.** Jau pēc pāris gadiem augsne ir noplicināta, zaudē struktūru un to viegli izskalo lietūs gāzes, izveidojot zemē dziļas erozijas vagas. Lauks kļūst lauksaimniecībai nederīgs un nepieciešams jauns līdums.

Augsnes veidošanās process ilgst simtiem, tūkstošiem gadu. Tas sākas uz kailiem, nedzīviem iežiem – cilmiežiem, dažkārt uz purvu nogulumiem. **Augsnes cilmiezis ir augsnes veidošanās minerālais pamats.** No cilmieža minerāliem un ķīmiskā sastāva ir atkarīgas augsnes ķīmiskās un fizikālās īpašības. Tomēr **nedzīvs cilmiezis – tā vēl nav augsne.**

Augsnes veidošanās nav iedomājama bez mikroorganismu, augu un dzīvnieku līdzdalības. **Mikroorganismi un augu saknes ne tikai uzņem no augsnes barības vielas un ūdeni, bet arī izdala ārējā vidē vielas, kas ķīmiski mijiedarbojas ar iežiem, tos šķīdinot un pārveidojot.** Dzīvie organismi nemitīgi aug, vairojas un atmirst. Atliekas patērē un sasmalcina augsnē dzīvojoši kukaiņi, ērces un tārpi. Tie bagātina augsni ar saviem ekskrementiem un aktivizē mikroorganismu darbību.

**Humuss jeb trūdi ir bioķīmisko procesu rezultātā labi sadalījušās augu un dzīvnieku atliekas, kuru izcelsmi vairs vizuāli nav iespējams identificēt.** Tas veido tumšu, labi sadalījušos organisko vielu masu, kuras sastāvā ietilpst humusvielas – bioloģiski noturīgi lielmolekulāri savienojumi, kas veidojas ķīmiski mijiedarbojoties atmirušo organismu sadalīšanās produktiem, mikroorganismu izdalītajām vielām un augsnes neorganiskajām vielām.

# Augsne



- Augsnes veidošanā būtiska nozīme ir klimatam. Mitrā klimatā lietus ūdeņi ieskalo šķīstošās vielas no augsnes virskārtas tās dziļumā un tālāk gruntsūdeņos.
- Sausā klimatā augsnei no virspuses žūstot, gruntsūdeņi pa šaurām augsnes spraugām kā pa kapilāriem paceļas augšup un iztvaiko, virspusē atstājot ūdenī izšķīdušos sāļus. Tādējādi **mitrā klimatā augsnes izskalojas, bet sausā klimatā sasāļojas**. Ūdenim un tajā izšķīdušajām vielām filtrējoties cauri augsnei, tā iegūst **slāņainu struktūru**.
- **Augsnes virsējais slānis jeb horizonts ir tumšākā krāsā, jo tas satur vairāk organisko vielu.**
- Augsnes virsējā slānī koncentrēti arī augu barības elementi, visintensīvāk notiek dzīvības procesi. Ieži, augu un dzīvnieku atliekas, humuss, mikroorganismi, augu saknes un augsnes dzīvnieki - tie ir augsnes ekosistēmas komponenti, kas mijiedarbojoties **nodrošina cilvēka eksistencei vitāli svarīgo ekosistēmu pakalpojumu – uztur gan savvaļas augus un dzīvniekus, gan kultūraugus un mājdzīvniekus visā to sugu un šķirņu daudzveidībā.**

# Augsne

Laika posmā no 1950. līdz 1980. gadam kultivēto zemju platības pasaulē palielinājās vairāk nekā visa 18. gs. laikā un 19. gs. pirmajā pusē. Salīdzinot ar zemkopības pirmsākumiem, civilizācijas attīstības gaitā cilvēku prasības pret augsni kā eksistences nodrošinātāju mūsdienās ir nesamērīgi pieaugušas. **Cilvēks vairs nesamierinās ar to, ko augsne spēj sniegt dabiskā ceļā, bet dažādiem līdzekļiem cenšas piespiest augsni dot aizvien vairāk un vairāk viņam nepieciešamās biomasas.** Lai iznīcinātu kultūraugu konkurentus – savvaļas augus, ko cilvēks dēvē par nezālēm, tiek pielietoti dažādi augsnes virskārtas apstrādes paņēmieni un ķīmiskas vielas – herbicīdi (lat. *herba* – zāle).

**Herbicīdi ir ķīmiskas vielas, kas kavē auga augšanu, vai to iznīcina.** Herbicīdus izsmidzina uz augu lāpām, caur kurām tie nonāk auga organismā un iedarbojas uz tā vielmaiņas procesiem. Parasti lauksaimniecībā pielieto selektīvos herbicīdus, kas iznīcina piemēram divdiģļlapu nezāles, atstājot neskartus viendīgiļapjus – labību, vai otrādi – iznīcina viendīgiļlapju nezāles, piemēram vārpatu, un neiedarbojas uz divdiģļlapjiem, piemēram bietēm. Neselektīvos herbicīdus parasti izmanto krūmu iznīcināšanai.

**Virskārtas apvēršana, arot augsnes, ekosistēmai nozīmē katastrofu.** Tas gan daļēji iznīcina savvaļas augāju, uzirdina to un izceļ virspusē dziļāk ieskalotos augu barības elementus, taču sausā klimata apstākļos var novest pie augsnes degradācijas vēja erozijas dēļ.

Lai augsne ražotu sausa un karsta klimata apstākļos, sējumiem un stādījumiem ir nepieciešama **mākslīga apūdeņošana**, kas tiek nodrošināta, pievadot laukiem ūdeni no upēm vai akām pa īpašām drenāžas sistēmām. Taču, ja apūdeņošanai izmantotajos ūdeņos ir augsta sāļu koncentrācija, ūdeņiem iztvaikojot, **sāļi pamazām uzkrājas augsnes virsējā slānī** un tā kļūst nederīga lauksaimniecībai.

**Zemkopības pirmsākumos tieši augšņu sasāļošanās bija viens no seno civilizāciju iznīkšanas cēloņiem un zemju pārvēršanās tuksnešos.** Diemžēl arī mūsdienās pārtuksnešošanās process turpinās un ik gadus tā rezultātā zūd aptuveni 200 000 km<sup>2</sup> lauksaimniecībā izmantojamo zemju.

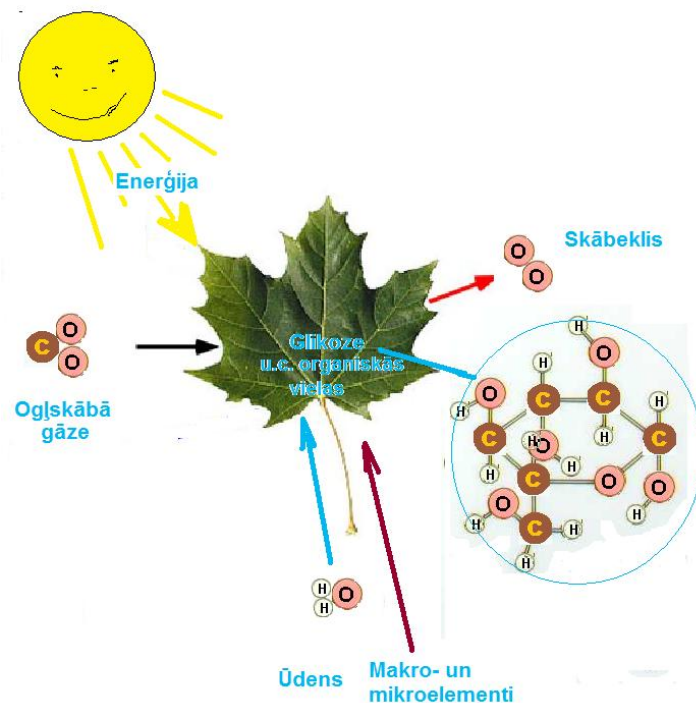
## Augu audzēšana hidroponikā



Hidroponikas ir augu audzēšana **nevis augsnē bet ar augu barības vielām piesātinātā šķīdumā**. Lai augu saknes varētu to noturēt vertikāli, kā hidroponiku cieto **substrātu** izmanto rupjas plastikāta vai keramikas granulas, kur saknes augot nostiprinās. Hidroponikas dod iespēju **ļoti precīzi dozēt** augiem nepieciešamo barības vielu koncentrāciju ūdens šķīdumā.

Hidroponikas metodei ir arī savi trūkumi. **Pat nelielas novirzes barības šķīduma ķīmiskajā sastāvā var izsaukt augu bojāeju vai ražas zudumus**. Augsne uz savu daļiņu virsmas absorbē augiem toksiskās vielas, bet hidroponikas to nespēj. Hidroponiku kultūras var **viegli invadēt augu slimības izraisošas baktērijas un sēnes**, kas dabiskajā augsnē atrodas nemitīgā citu mikroorganismu kontrolē.

Rezultātā hidroponiku kultūrās audzētas ražas **pašizmaksa ir daudz augstāka** nekā ražai, kas izaudzēta uz lauka. Hidroponiku kapitālās izmaksas ir aptuveni 70 000 USD par hektāru, kas daudzkārt pārsniedz izmaksas audzējot augus augsnē, kur daļu rūpju par ražu uzņemas augsnes ekosistēma.



Fotosinēze ir process, kurā saules starojuma enerģijas ietekmē augos no vienkāršu ķīmisku vielu molekulām -- ogļskābās gāzes  $\text{CO}_2$  un ūdens  $\text{H}_2\text{O}$  tiek sintezētas sarežģītu organisko vielu (cukuru, cietes) molekulas un atmosfērā kā šī procesa galaprodukts izdalās brīvs skābeklis.

Cilvēkam līdz šim vēl nav izdevies konstruēt tehniskas sistēmas, kas efektivitātes ziņā spētu līdzināties zaļajiem augiem. Vienas tonnas biomasas sintēzei zaļie augi no atmosfēras uzņem aptuveni 2 t  $\text{CO}_2$  un izdala 1,5 t  $\text{O}_2$ .

**Viens vidēja lieluma lapu koks gada laikā saražo skābekļa daudzumu, kāds nepieciešams divu cilvēku elpošanas nodrošināšanai.**

# Skābeklis

ASV zinātnieki aprēķinājuši, ka valsts piepilsētu meži vien gadā producē 67 miljonus tonnu skābekļa, kas ir pietiekami, lai nodrošinātu elpošanu aptuveni **2/3** ASV iedzīvotāju.

**Rūpnieciski saražota skābekļa cena ir aptuveni 0,21 USD par 1 kg.**

Japānas un Lielbritānijas lielpilsētās pastāv skābekļa bāri, kuros ir uzstādīti skābekļa automāti.

Porcija tīra gaisa, kas satur 40% skābekļa maksā 6 USD. **Cilvēks vidēji gadā patērē 260 kg skābekļa.** Ja tas elpošanai būtu jāiegādājas veikalā, līdzīgi kā šodien iegādājamies dzeramo ūdeni, elpošanas nodrošināšanai gadā būtu jāizdod ne mazāk kā **100 USD.**

**Ekosistēmas šo pakalpojumu nodrošina par brīvu.**

Aprēķināts, ka zaļie augi ik gadus biosfērā ievada  **$2,9 \times 10^{13}$  t skābekļa**. Lielāko daļu 73-87 % producē aļģes pasaules okeānā, pārējo - sauszemes ekosistēmas. **Braucot automašīnā ar ātrumu 50 km/h, vienā stundā tiek patērēts vairāk nekā 22 kg O<sub>2</sub>.** Tikpat daudz skābekļa elpojot patērētu ~1500 velosipēdisti, ja automašīnas vietā izmantotu savu spēku.

Skābekļa saturs ir ievērojami svārstījies dažādos planētas vēstures periodos. Piemēram, Permas perioda sākumā pirms 290-248 milj. gadu tas sasniedzis pat **35 %**, bet pirms 248-208 milj. gadiem Triasā noslīdējis līdz **13-14 %**. Terciāra periodā pirms 65 milj. gadu O<sub>2</sub> saturs elpojamajā gaisā bijis **26 %**, bet tad pamazām samazinājies līdz mūsdienu līmenim **21%.**

Skābekļa koncentrācija ir pakļauta arī ievērojamām vietējām svārstībām, ko ietekmē tā patēriņa apjomi un veģetācijas spējas skābekli atjaunot. Pētījumi ASV Alabamas štatā parādīja svārstības 19-22 % robežās, bet Āzijas valstu lielpilsētās skābekļa koncentrācijas var kristies pat līdz kritiskajai robežai **14-15 %.**

Šādos apstākļos tiek nopietni ietekmēta cilvēku veselība un palielinās nāves gadījumu skaits. Mehiko šī iemesla dēļ pēdējos 10 gados ik gadu gājuši bojā 5000 – 15 000 cilvēku.

# Mikroklimata regulācija

Tveicīgā vasaras dienā nekas nespēj nodrošināt labāku patvērumu no karstajiem Saules stariem kā liela koka lapotne. Tur, kur koku nav, cilvēks ir spiests iegādāties vismaz saulesargu, vai ieguldīt naudu nojumes vai ēkas celtniecībā. **Koki paēnu nodrošina par velti.** Mežā karstā laikā temperatūra ir caurmērā par 10 °C zemāka nekā atklātā vietā.

Koku lapotnes aizkavē augsnes izžūšanu. Mežs ievērojami nobremzē vēju. Ja vēja ātrums 2 m virs koku galotnēm sasniedz 3 - 4 m/s, tad egļu audzes iekšienē tas samazinās vairāk nekā divas reizes.

**Vēja erozija ir parādība, kad vēja darbības rezultātā no augiem neapsegta, saulē izžuvušas augsnes virskārtas tiek aizpūstas organisko vielu kā arī smalko minerālvielu daļiņas kā rezultātā augsne kļūst neauglīga.**

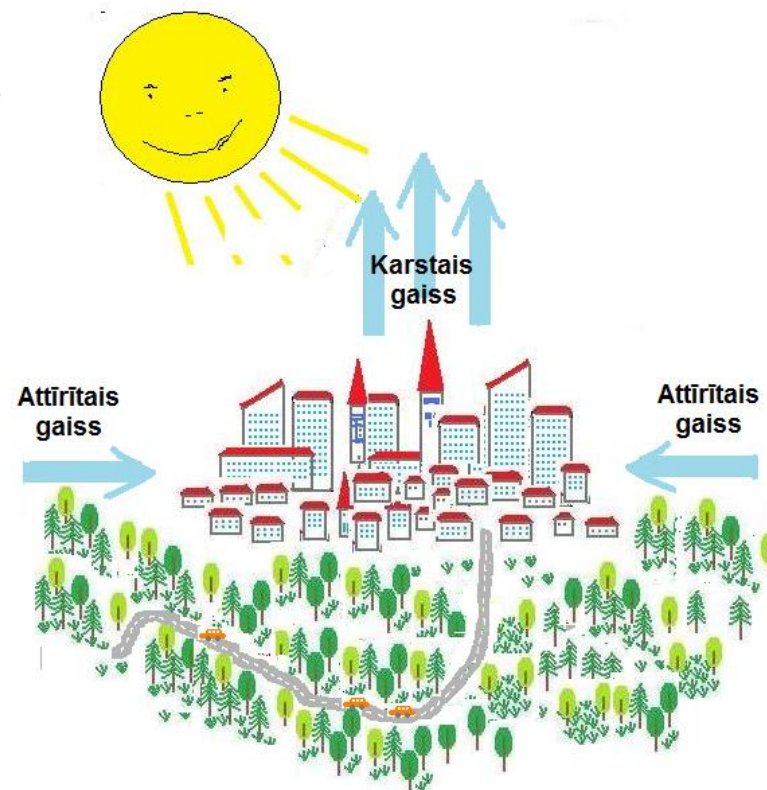
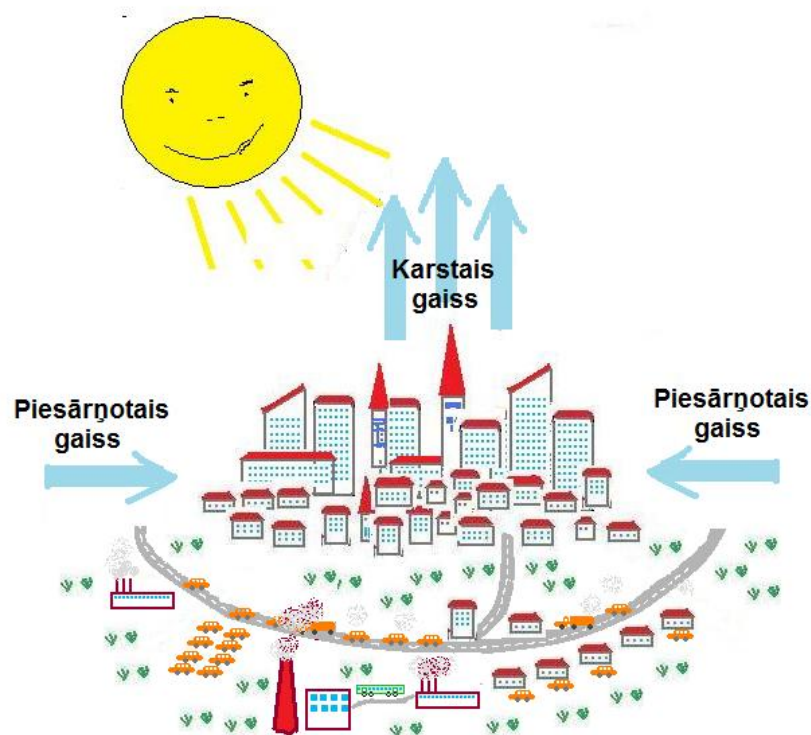
Būtiska nozīme kokaugiem ir **lielpilsētas mikroklimata regulācijā**. Vasaras saulē pilsētas teritorija uzkarst ievērojami vairāk nekā tai pieguļošās neapbūvētās lauku teritorijas. Asfalts, ēku sienas, jumti un bruģis, sakarstot saulē, uzkarstē arī gaisu.

Siltajam gaisam paceļoties augšup virs pilsētas, rodas **vilkmes efekts – gaiss ar zemāku temperatūru no perifērijas plūst uz pilsētas centru.**

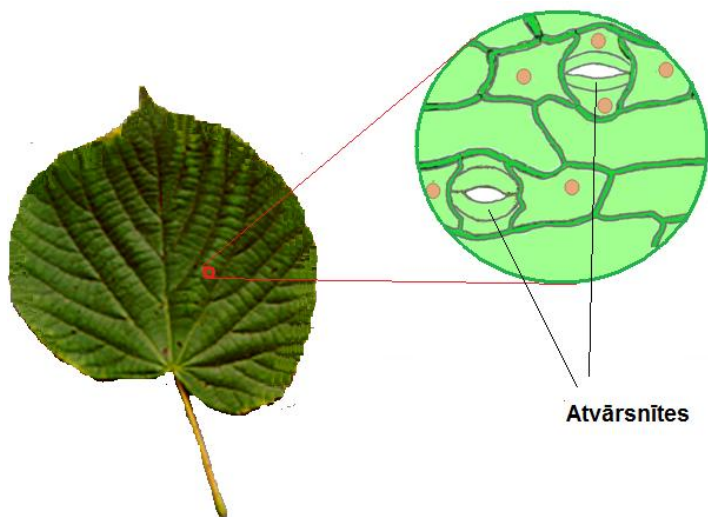
Ja ap pilsētu izvietoti mežu masīvi, tie darbojas līdzīgi gāzmaskas respiratoram - „nofiltrē” putekļus, uzņem ogļskābo gāzi un bagātina pilsētā ieplūstošo gaisu ar skābekli. Tādēļ, lai uzlabotu dzīves kvalitāti pilsētā, plānojot tās apbūvi, ir būtiski **saglabāt piepilsētas mežus** kur vien tas iespējams, lai tie varētu nodrošināt šo cilvēkam tik būtisko ekoloģisko pakalpojumu – **attīrīt elpošanai nepieciešamo gaisu.**

**Pilsētas centrā gaisa attīrīšanas funkciju veic arī parki un ielu apstādījumi.** Šeit augošie koki uz savu neskaitāmo lapu virsmām absorbē putekļus, uzņem ogļskābo gāzi un bagātina gaisu ar skābekli.

# Piepilsētas meži pilda pilsētā no perifērijas ieplūstošā gaisa attīrīšanas funkcijas



# Ekosistēmu loma noteces regulācijā



**Ūdens dabā ir pakļauts nepārtrauktam riņķojumam.** Tas nokļūst atmosfērā iztvaikojot gan no ūdenstilpju virsmas, gan no augsnes un augiem. Augi ūdeni uzsūc ar saknēm no augsnes, bet izvada atmosfērā caur lapām (**transpirācija**), kuru virsmā ir mikroskopiskas atveres – atvārsnītes, kas lielā skaitā izvietotas lapu virsmā.

**Transpirācijas rezultātā atmosfērā izvadītā ūdens daudzums ievērojami pārsniedz pat iztvaikošanu no ūdens virsmas.**

Atmosfērā ūdens tvaiki kondensējas, veidojot mākoņus un ūdens atgriežas uz zemes nokrišņu – sniega vai lietus, retāk krusas veidā.

Daļa nokrišņu ūdens iesūcas augsnē, bet daļa aiztek pa augsnes virsmu, veidojot virszemes noteci.

Pie vājas infiltrācijas ilgstošu un spēcīgu lietavu laikā virszemes noteces apjomi strauji pieaug. Rezultātā pārplūst upes un reljefa pazeminājumi. **Plūdi** ik gadus pasaulē rada miljoniem lielus zaudējumus.



**Reģioni ar augstu mežainības pakāpi intensīvu lietavu laikā parasti daudz retāk cieš no plūdiem kā apdzīvotas vietas, kur meži izcirsti, augsnes virsma sablīvēta un lielās platībās klāta ar asfaltu vai bruģi.**

Visbīstamākā situācija veidojas kalnu rajonos, uz kuru nogāzēm izcirsti meži. Šeit samitrinātā augsnes virskārta var izveidot noslīdeņus un dubļu lavīnas, kas nereti aprok veselus ciemus ar visiem iedzīvotājiem. Kalnu mežus zināmā mērā var uzskatīt par ielejās dzīvojošo cilvēku dzīvības sargiem.

Meži kalpo ne vien kā reģionāla līmeņa noteces regulatori, bet arī kā **klimata regulatori**. Krievu zinātnieki Viktors Gorškovs un Anastasija Makarjeva izvirzījuši hipotēzi, saskaņā ar kuru mežu ekosistēmas darbojas kā grandiozi biotiskie sūkņi.

Meža ekosistēmām ir būtiska nozīme arī ogļskābās gāzes daudzuma regulācijā planētas atmosfērā. Meži klāj 30 % no planētas sauszemes un satur vairāk nekā 300 Gt no gaisa absorbētā oglekļa, kas ir uz pusi vairāk nekā pašreizējais kopējais oglekļa daudzums atmosfērā.

Lai nodrošinātu planētas meža ekosistēmu kā klimata regulatora pakalpojumus, mūsdienās nepieciešamas arī **pārtraukt mežu izciršanu un palielināt to platības**.

Līdz pat pagājušā gadsimta vidum pasaulē, tai skaitā arī Eiropā bija novērojama strauja mežu platību samazināšanās. Šobrīd ir iezīmējusies pozitīva tendence.

**2007. gadā pasaulē iestādīts vairāk nekā miljards koku.** Tostarp daudzās nabadzīgajās tropu joslas valstīs, piemēram Indonēzijā, Brazīlijā un Filipīnās straujā mežu izciršana turpinās.

# Atbalsta pakalpojumi - apputeksnēšana

Evolūcijas gaitā starp daudziem ziedaugiem un kukaiņiem ir izveidojušās savstarpēji izdevīgas attiecības – mutuālisms. Kukaiņi – bites, tauriņi, mušas, vaboles u. c. barojas ar nektāru un ziedputekšņiem.

**Mutuālisms ir starpsugu attiecību forma, no kuras labumu gūst abas sugas, taču starp šīm sugām nepastāv cieša fiziska saistība, katra no tām dzīvo un vairojas atsevišķi.** Daudzām augu sugām, lai veidotos sēklas, ir **obligāti nepieciešams, lai to ziedi tiktu apaugļoti ar ziedputekšņiem no cita sugas indivīda.** Kukaiņi, barojoties ar nektāru, apmeklē simtiem ziedu.

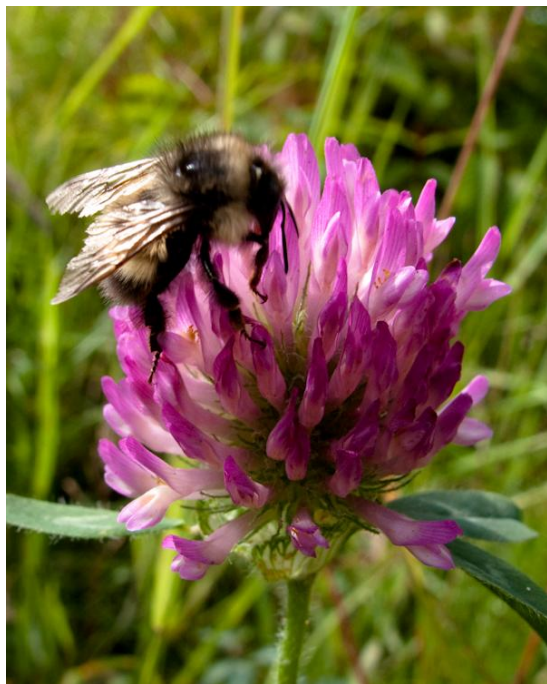
**Parastā medus bite sava izlidojuma laikā var apmeklēt 500 - 1000 ziedu, bet dienā bite veic 10-15 šādus izlidojumus, bet bišu saimē aktīvo nektāra vācēju skaits sasniedz vairākus tūkstošus.**

Parasti kukaiņu skaits ir pietiekams, tādēļ augu apputeksnēšana dabā ir nodrošināta. Savvaļā augošajām entomofilajām ziedaugu sugām apputeksnētāji kukaiņi ir būtiski nepieciešami, lai nodrošinātu šo sugu vairošanos un izplatību.

Ļoti nopietnas problēmas rodas gadījumos, ja netiek apputeksnēti lauksaimniecības augi. Lielākā daļa (76 %) cilvēka izmantoto pārtikas augu ražība ir atkarīga no apputeksnētājiem kukaiņiem. **No Eiropā kultivētajām augu šķirnēm 84 % ir atkarīgi no apputeksnētājiem kukaiņiem.** ASV medus bites, apputeksnējot dažādas laukaugu kultūras, kopumā ik gadus nodrošina ražu, kuras vērtība ir vairāk nekā **14 miljardi USD.**

Ja ekosistēma šo pakalpojumu vairs nespēj veikt, **augļkoku apputeksnēšanā tiek iesaistīts cilvēks** – liels skaits meiteņu augļkoku ziedēšanas laikā apstaigā augļudārzus un ar īpašām slotiņām rūpīgi apstrādā katru ziedošo koka zaru.

# Apputeksnēšana



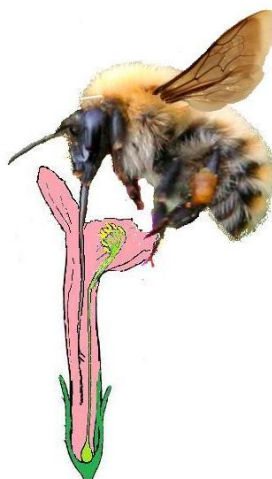
Vēl pagājušā gadsimta vidū Eiropā problēmas radīja sarkanā āboliņa sēklu ražas kritums. Izrādījās, ka cēlonis ir kameņu skaita samazināšanās. **Kamenes ir vienīgie kukaiņi, kuru snukīša garums ir pietiekams, lai varētu iegūt nektāru no sarkanā āboliņa stobrveidīgā ziedkausa dibena.**

Mājas bites to paveikt nespēj, tādēļ sarkanā āboliņa laukus gandrīz nemaz neapmeklē. Kameņu skaita samazināšanās bija saistīta ar intensīvajai lauksaimniecībai raksturīgo **lauku palielināšanas** tendenci. Rezultātā lielās platībās izzuda neapstrādātas ežas un pļaviņas – biotopi, kādos kamenes veido savas ligzdas.

Lai piesaistītu kamenes lauksaimniecības platībām, izstrādātas metodes to **komerciālai pavairošanai**. Šobrīd tās audzē vairākās pasaules valstīs, to skaitā ES, ASV, Kanādā un Izraēlā.

2004. gadā pasaulē tika pārdots vairāk nekā miljons komerciāli audzēto kameņu koloniju. Tās izmanto tomātu, zemeņu, pupu, avokado, kivi u.c. kultūraugu apputeksnēšanā.

**Vienas kameņu ligzdas tirgus cena ir 100 USD, vienas kamenes cena ir 2 USD.** Lai nodrošinātu tomātu apputeksnēšanu lielā siltumnīcā nepieciešamas tajā ievietot vismaz 3 kameņu ligzdas.



# Organisko atlieku noārdīšana

Jebkurš atmiris organisms, vai tas būtu augs, dzīvnieks vai cilvēks nonāk ekosistēmas trofiskās ķēdes noslēgumā blokā, kur tas kļūst par barību mikroorganismiem un augsnes dzīvniekiem.

Ik gadus uz Zemes tiek „saražots” aptuveni 130 miljardi tonnu atmirušās organiskās vielas, tai skaitā augu nobiras un saknes, dzīvnieku līķi un ekskrementi. No šiem atkritumiem ap 30 % ir radušies cilvēka darbības rezultātā. Mērenās joslas mežu ekosistēmās gada laikā uz augsnes virsmas nobirst 1 - 5 t atmirušo lapu. Ja visa šī organiskās vielas masa netiktu noārdīta, Zeme īsā laikā pārklātos ar metriem biezu atlieku slāni.

**Dānijas ganību augsnēs veiktajos pētījumos konstatēts, ka vienā kvadrātmetrā augsnes dzīvo aptuveni 50 000 sīkslieku un slieku, 50 000 augsnes ērcu un kukaiņu un ap 12 miljoni nematožu. Baktēriju un sēņu ir vēl daudz vairāk. Viena tējkarote auglīgas augsnes satur vairāk nekā 30 000 augsnes vienšūņu, 50 000 augsnes aļģu, 400 000 mikroskopisko sēņu un vairākus miljardus baktēriju šūnu.**

Šie neredzamie organismu miljoni veic neatsveramu pakalpojumu cilvēkam, **attīrot vidi no dažādiem bioloģiskas izcelsmes atkritumiem un vienlaikus atgriežot augsnē augiem nepieciešamās barības vielas.**

Augu daļas pamatā sastāv no celulozes un lignīna, tāpēc tās sadalās lēni. **Mērenās joslas mežos nobirusi lapa pilnībā sadalās apmēram 2 - 3 gados, skuju 4-5 gados, bet nokritušu koka stumbru vai celmu augsnes organismi pārstrādā tikai 10-20 gados.** Tropu lietus mežā nobiru un koksnes sadalīšanās notiek ievērojami ātrāk; dažu mēnešu laikā tur to ļoti efektīvi paveic termīti.

Savi „atkritumi” ekosistēmai nekad nav radījuši problēmas.

# Saprotrofi

Saprotrofi ir baktērijas, sēnes un augsnes dzīvnieki, kas barības vielas un enerģiju saviem dzīvības procesiem saņem, patērējot atmirušu organismu atliekas. Saprotrofus iedala **saprozajos un saprofāgos**. Saprozoji ir mikroskopiski viensūnas dzīvnieki un dažas sēnes, kas augsnes ūdenī izkliedētās organisko un neorganisko vielu daļiņas uzņem tieši caur sava organisma šūnu virsmu, jo tiem nav speciālas mutes atveres.

Saprofāgi ir augsnes dzīvnieki, kuriem ir mutes atvere, piemēram, sliekas, mitrenes, tūkstoškāji, un kas organisko vielu daļiņas norij. Daudziem saprofāgiem, piemēram, tūkstoškājiem ir labi attīstīti žokļi, ar kuriem tie spēj sagrauzt atmirušu organismu daļas, piemēram, nobirušas lapas.

**Saprofāgi augsnē ir uzskatāmi par augēdāju ekvivalentiem virszemē.**

Atšķirība ir tikai tā, ka saprofāgi patērē atmirušus augus, bet augēdāji – dzīvus. Tāpat kā augēdājiem, arī augsnes saprofāgiem uzglūn dažādi plēsēji – augsnē dzīvojošas plēsīgas vaboles, ērces, simtkāji un zirnekļi. Tādējādi augsnē veidojas paralēla ekoloģiskā barības ķēde, ko sauc par **detrita barības ķēdi**.

**Augsnes baktērijas un sēnes** ir mikroskopiski organismi, kas apdzīvo augsnes ūdeni starp augsnes daļiņām vai ūdens plēvītes uz augsnes daļiņu virsmas. Sevišķi daudz baktēriju un sēņu koncentrējas ap augu saknēm, kur notiek aktīva vielu apmaiņa ar augsni un vidē ir daudz barības vielu.

**Baktēriju skaits var sasniegt 3 miljardus vienā gramā augsnes**, bet to sugu skaits var būt pāris tūkstoši.

# Antropogēnie atkritumi



Cilvēka radītie atkritumi, kuri bieži vien papildina dabiski radušos un rada ekosistēmai papildus slodzi. Diemžēl ne visi cilvēka radītie atkritumi ir ekoloģiski noārdāmi. Kokvilnas lupatas ekosistēma spēj sadalīt 1-5 mēnešos, papīru – 2-5 mēnešos, novalkātas vilnas zeķes – 1-5 gados, vecus ādas apavus – 25-40 gadu laikā. Savukārt neilona auduma lupatas varētu augsnē uzglabāties turpat 30-40 gadu, alumīnija konservu kārbas – 80-100 gadu, bet stikla un plastmasas pudeles varētu gaidīt sabrūkam ne ātrāk kā miljonu gadu laikā un nevis bioloģisku, bet tīri fizikālu un ķīmisku procesu, piemēram oksidēšanās vai korozijas rezultātā.

Tomēr daudzu savu pārtika un sadzīves atkritumu pārstrādi cilvēks var uzticēt ekosistēmai. Jau izsenis dārzkopības un pārtikas atkritumu utilizēšanai tiek izmantota kompostēšanas metode. Daudzās pasaules valstīs ļoti populāri ir nelieli pārtikas atkritumu pārstrādes reaktori, kuros atliekas sadala mikroorganismi. Kompostējot atkritumus sakārto tā, lai tiem būtu nodrošināta gaisa piekļuve un mērens mitruma daudzums. Augsnes dzīvnieki un mikroorganismi kompostā parasti ieviešas paši.

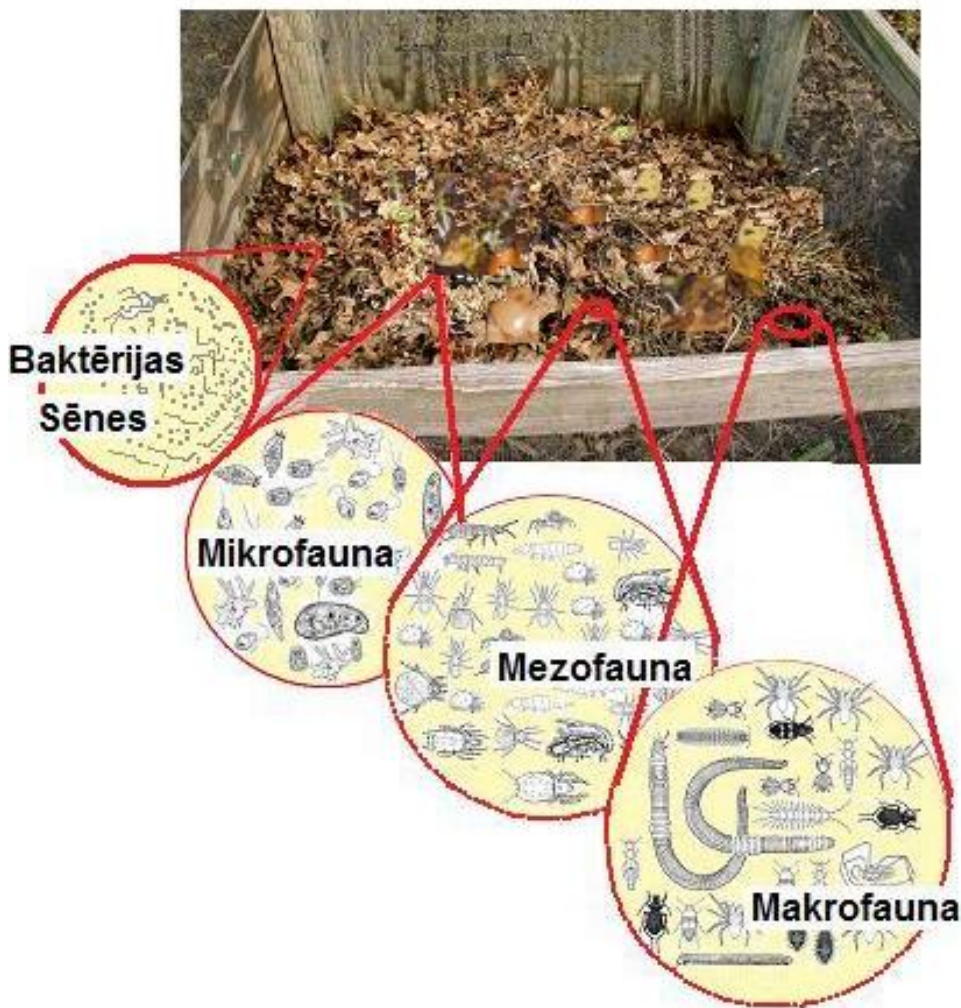
Mikroorganismi un to sporas ir visur. Potenciālie noārdītāji ir uz koku lapām, kamēr tās vēl atrodas kokos. Taču noārdīšanas uzsākšanos ļoti ievērojami paātrina mēslu vai veca komposta pievienošana kaudzei. Kompostos ar lauksaimniecības dzīvnieku – govju vai zirgu mēsliem īsā laikā savairojas milzīgs daudzums baktēriju un sēņu, kas uzsāk organisko atlieku bioķīmisko noārdīšanu. To dzīvības procesos izdalās tāds siltuma daudzums, ka kompostkaudze uzkarst. Augstajā temperatūrā aiziet bojā parazītu, tai skaitā cērmju oļiņas kā arī slimību ierosinātāji.

Kad augsnes dzīvnieki un mikroorganismi savu darbu ir padarījuši, organisko atlieku kaudze ir pārvērtusies viendabīgā tumšā masā – humusā. Process ilgst aptuveni 1-2 gadus. Lai iegūtu kvalitatīvāku humusu kompostēšanā tiek izmantotas īpašas slieku šķirnes - Kalifornijas sliekas, kas izceļas ar augstu „darba ražīgumu”.



**Kompostēšanas  
minireaktori**

# Organisko atlieku noārdīšana



Organisko atlieku noārdīšanu veic augsnes organismu komplekss.

Augsnes baktērijas un sēnes veic biokīmisko sadalīšanu, izdalot vidē fermentus.

Augsnes fauna pamatā veic organisko atlieku mehānisku sasmalcināšanu un bagātina augsni ar saviem ekskrementiem.

Augsnes faunu iedala trīs grupās pēc ķermeņa izmēriem – mikrofaunā, mezofaunā un makrofaunā.

## Nemateriālie pakalpojumi - cilvēka garīgo vajadzību apmierināšana



Faraonu kapeņu pētnieki bija pārsteigti piramīdu iekšienē blakus augstdzimušo ēģiptiešu mūmijām atrodot tūkstošiem iebalzamētu kaķu mūmiju.

Kaķis senajā Ēģiptē tika uzskatīts par svētu dzīvnieku. Par tā tīšu vai pat nejaušu nogalināšanu draudēja nāvessods.





# Augi un dzīvnieki

Civilizētajos eiropiešos neizpratni varētu radīt indiešu iecietība un cieņa, ko tie izrāda svētajām govīm, kas neviena netraucētas klīst pa lielpilsētu ielām, taču arī mēs neesam brīvi brīvi no arhaismiem, piemēram, baltā stārķa veidolā.

Ar šo garkājaino putnu ir saistīti vesela ticējumu buķete un lai gan vairums mūsdienu izglītoto cilvēku tos uztver kā joku, viņi labprāt atvēl stārķim ligzdu veidošanai gan māju jumtus gan elektrolīniju stabus ! Par stārķa ligzdas izpostīšanu nāves sods gan nedraud, taču pamatīgs sabiedrības nosodījums gan.

Mūsdienās daudzās pasaules valstīs joprojām tiek cienīti un godā turēti gan dažādu sugu dzīvnieki, gan augi. No augiem īpašā statusā ir koki, piemēram, ozoli, olīvkoki, platānas, ābeles, egles u.c.

Ziemassvētku eglītes dedzināšanas tradīcija kas radās 13. gadsimtā, un ko pēc vēsturnieku domām, esot iedibinājuši tirgotāji, kas piederēja Melngalvju brālībai, kopš tā laika izplatījusies pa visu pasauli.

# Cilvēks un Daba

**Civilizācija ir attīstījusies ciešā kontaktā ar dabas vidi.** Katrai tautai, atkarībā no tā, kādā dabas reģionā notikusi tās veidošanās un attīstība, vietējo ekosistēmu īpatnības atstājušas neizdzēšamu zīmogu cilvēku psiholoģijā, valodā, reliģijā, ticējumos, folklorā un parašās.

**Ekosistēmas mežu, lauku un ūdeņu ainavu veidolā tieši ietekmē kultūru un mākslu, izpaužas caur sarakstīto grāmatu saturu, žurnāliem, filmām, fotogrāfiju, telotājmākslu, mūziku, deju, nacionālajiem simboliem, modi, arhitektūru un pat reklāmu.**

Mūsdienās industrializācija, intensīvās lauksaimniecības attīstība un urbanizācija ir radījušas tiešus draudus ekosistēmām. **Ekonomiskās attīstības vārdā tiek iznīcinātas un degradētas neskaitāmas dabas ainavu teritorijas ar augstu estētisko vērtību, jo pēdējo naudas izteiksmē ir visgrūtāk pamatot.**

Pasaulē veiktie pētījumi ir parādījuši, ka **degradēta, neestētiska vide graužoši iedarbojas uz cilvēka psihi.** Šāda vide pavairo stresu un izraisa ar to saistītas saslimšanas. Kāda eksperimenta dalībniekiem, lika izšķirties starp fotogrāfijām, kas ataino dabisko un urbāno ainavu. Gandrīz visi eksperimenta dalībnieki deva priekšroku dabiskajai ainavai.

Cilvēka dabas mīlestība ir izskaidrojama ar adaptīvajiem ģenētiskajiem mehānismiem, kas liek intuitīvi meklēt tādu vidi, kura ir labvēlīga veselībai. **Lauku vide tiek asociēta ar lielāku labumu veselībai nekā pilsētvide.** Izvēloties no dažādiem piedāvātajiem dabiskās ainavas attēlu variantiem, cilvēki parasti izvēlējās tos, kuros nebija degradācijas pazīmju – bojāti vai nokaltuši koki, izkaltusi zeme. Tas norāda, ka **cilvēka estētiskās kvalitātes korelē ar ekoloģiskajām kvalitātēm.**

Par to cik lielā mērā **mūsdienu cilvēks vēlas izrauties dabā no pilsētvides**, liecina tādu jomu kā lauku tūrisma, ekotūrisma un putnu vērošanas popularitātes pieaugums attīstīto valstu iedzīvotāju vidū.

**Ekotūrisms** pēdējos desmit gados ir kļuvis īpaši populārs eiropiešu vidū, kuri dodas uz attāliem pasaules reģioniem ar augstu bioloģisko daudzveidību, nebīstoties par iespējamām veselības apdraudējumiem un pilsētvidē ierastā komforta un pārtikas trūkumu.

# Cik maksā ekosistēma ?

Cilvēkam arvien ir bijis raksturīgi nenovērtēt to, kas tam pieder. Kad vācu tūristi apturēja autobusu un aizgrābtībā vēroja un fotografēja stārķus, kas uz vienas kājas stāvēja savās ligzdās, latviešu zemnieki smaidot noskatījās viņos kā mazliet jukušos.

Ja stārķis katru pavasari atlido un apmetas mūsu jumta korē, tas ir pats par sevi saprotams. Satraukums mūs pārņemtu tad, ja tas kādu gadu pēkšņi vairs neatgrieztos.

Pētījumi liecina, ka lielpilsētu iedzīvotāji daudz augstāk novērtē dabiskās ainavas vērtību nekā lauku iedzīvotāji. Var prognozēt, ka līdz ar urbanizācijas paplašināšanos cilvēku tieksme pēc dabiskās vides aizvien vairāk pieaugs. Šie procesi novedīs pie paradoksālas situācijas, kad lielākā daļa pasaules iedzīvotāju būs koncentrēti lielpilsētās, un tai pat laikā sapņos par neskarto dabu, kuras patiesībā sen vairs nebūs. **Tad iestāsies brīdis, kad cilvēce īsti sapratīs, cik maksā eksosistēmas, jo tās vajadzēs restaurēt gluži kā senās pils vai mākslas darbus.**

Līdzšinējā pieredze ekosistēmu restaurācijā liecina par to, ka šis pasākums ir ne vien sarežģīts, bet arī dārgs. Piemēram, Dānijā Skjernas upes mitrzemju restaurācijas projektā, lai atjaunotu agrāk nosusinātas mitrzemes 2200 ha platībā, tika ieguldīti ~ 34 milj. EUR.

Seišelu salu projekts paredz 14 no šajā arhipelāgā ietilpstošo salu ekosistēmu restaurāciju, lai saglabātu unikālo vietējo zīdītāju un putnu faunu. Lai to realizētu plānotas veģetācijas struktūras izmaiņas un invazīvo sugu izskaušana. Projekta aptuvenās izmaksas atkarībā no salas lieluma tika lēstas uz 450 - 2600 USD par 1 ha.

Taču minēto pasākumu realizācija neietver pilnīgu ekosistēmas atjaunošanu, bet tikai „pielabošanu”, kad ar lielāko daļu no ekosistēmas elementiem, tai skaitā, mikroorganismiem, kukaiņiem un augiem nekādas manipulācijas veiktas netiek. Sugu nomaīņa attiecas tikai uz ierobežotu skaitu mērķobjektu, piemēram abinieku un dažū augu sēklu ieviešanu atjaunotajās mitrzemēs vai agresīvu skudru sugu un žurku izskaušanu okeāna salās.

# Cik maksā ekosistēma ?

Cilvēka eksistenci nodrošinošu mākslīgi veidotu ekosistēmu izveidošanas izmaksas ir daudz lielākas. Šāds uzdevums tika nosprausts unikālajā eksperimentā „**Biosfēra-2**”, kas tika realizēts ASV. Eksperimenta laikā 8 brīvprātīgie divus gadus dzīvoja no ārpasaules izolētā īpašas konstrukcijas celtnē – Zemes modelī, kur elpojamā gaisa un dzeramā ūdens sastāvu, kā arī pārtikas resursus nodrošināja miniatūras ekosistēmas – 1900 m<sup>2</sup> tropu meža, 1300 m<sup>2</sup> savannas, 1400 m<sup>2</sup> piekrastes tuksneša, 450 m<sup>2</sup> mangrovu audzes, 850 m<sup>2</sup> okeāna ar koraļļu rifu, kā arī 2500 m<sup>2</sup> lauksaimniecības platības augu un dzīvnieku audzēšanai pārtikai.

Kopā ar eksperimenta dalībniekiem paredzētajām dzīvojamajām telpām un laboratorijām būves aizņemtā kopplatība bija divarpus futbola laukumu lielumā 12 700 m<sup>2</sup>. **Eksperimenta kopējās izmaksas bija 200 milj. USD.**

Problēmas, kas radās eksperimenta gaitā, parādīja, cik nepilnīgas ir mūsu līdzšinējās zināšanas par ekosistēmu funkcionēšanu. „**Biosfēra-2**” tā arī nespēja divu gadu garumā nodrošināt Zemes modeļa iemītniekiem normālus eksistences apstākļus. Eksperimenta laikā radās daudz problēmsituāciju, kad skābekļa saturs gaisā samazinājās līdz kritiskajam līmenim – 14 %, kad bija novērojamas lielas oglekļa dioksīda un slāpekļa oksīda svārstības, kas reizēm sasniedza cilvēka dzīvībai bīstamu līmeni. **Eksperimenta laikā aizgāja bojā 19-25 mugurkaulnieku sugas, tai skaitā putni un zīdītāji, kā arī visi apputeksnētāji, kuriem vajadzēja nodrošināt augļu un sēklu ienākšanos mākslīgi veidotajās ekosistēmās.** Vienlaikus savairojās agresīvi vītenaugi, aļģes, skudras, prusaki un sienāži. Biosfēras moduļa iemītnieku pūles nespēja nodrošināt šīs sistēmas ilgtspējību pat divu gadu garumā.

Tādējādi līdzšinējie mēģinājumi uzbūvēt telpiski norobežotus ekosistēmu moduljus, kas spētu nodrošināt ilgstošu cilvēka eksistenci ir izrādījušies neveiksmīgi. Tas parāda, ka cilvēka līdzšinējās zināšanas par ekosistēmu struktūru un funkcijām ir ļoti nepilnīgas.

**Maksimālās piesardzības princips** pieprasa novērtēt iespējamās plānotās cilvēka darbības nelabvēlīgās sekas attiecībā uz vidi un cilvēka veselību pirms tās ir iestājušās. Pat tajā gadījumā, ja šīs sekas nav iespējams prognozēt nepietiekamas zinātniskās informācijas dēļ, bet sākotnējie dati liecina, ka pastāv varbūtība, ka tās tomēr varētu iestāties, no plānotajām darbībām ir jāatsakās.

**Veicot darbības, kas kaut kādā mērā varētu ietekmēt vidi vai cilvēka veselību, tās ir jāplāno soli pa solim, katrā solī rūpīgi pārbaudot izraisītās sekas.** Tiklīdz pārbaudes rezultāti rada aizdomas par iespējamām negatīvām sekām, tālākā darbība ir jāpartrauc.