Evolutsioon

# Elu areng maal

Maa vanus u 4.5 milj a. Elu teke 4-3.5milj a tagasi. Vanimad organismid **ainuraksed** – tuumata arhed ja bakterid – eeltuumsed. Anaeroobsed heterotroofid. Arenes fotosüntees ja aeroobne hingamine.

--- Esimesed **hulkraksed** (käsnad) ilmusid enne Kambriumi ajastu algust. **Kambriumi plahvatus** – tormiline hulkraksete loomade ehitustüüpide areng – kõigi tänapäeval tuntud hõimkondade varaseimad esindajad. Kujunes välja organismi ehitusplaani määravate regulatoorgeenide süsteem , mille mitmekesistumise võimalused käivitasidki vaadeldava ’plahvatuse’. Piiritleti ehitustüübid – nt ainuõõssed, ussid, limused, lülijalgsed, keelikloomad. Ajastu lõpul surid enamus lülijalgsetest.

--- **Ordoviitsiumi** ajastul elustiku mitmekesisuse taastumine uute lülijalgsetega. Esimesed maismaal levivad vetikad ja taimed. Suur surm taaskord – kliimajahenemine.

--- **Siluri** ajastul korallriffide moodustumine, esimesed kalad. Sõnajalgtaimed, lülijalgsed maal.

--- **Devoni** ajastul rüükalad ja kilpkalad. Esimesed kahepaiksed. Suur surm ☺.

--- **Karbon** soe ja niiske kliima. Mitmekesine taimestik –osjad, kollad, sõnajalad. **Kivisöelademed**. Kasvab kahep ja lülijalgsete mitmekesisus. **Roomajad**.

--- **Perm** ajastu lõpul suurim surm maailmas.

--- **Keskaegkonna** elustik erines Vanaaegkonna omast. Kasvab kalade mitmekesisus, roomajad suuremad, hiidsisalike valitsemisaeg. **Imetajad** permi ajastu lõpust, ööloomad. **Juura** ajastul **linnud**. **Õistaimed.** Mitmekesistusid putukad.

**--- Kriidi** lõpus suur väljasuremine – meteoriit Mehhiko lahes. Surid dinod ja igast merelised loomarühmad.

--- **Uusaegkonnas** imetajate kiire evolutsioon. Uusaegkonna lõpus, **neogeeni** ajastul kliima ja loomastik sarnased tänapäevastega.

# Evolutsiooni mehhanismid ja protsessid

Ei evolutsioneeru mitte üksikindiviidid, vaid indiviidide rühmad – populatsioonid ja liigid. **POPULATSIOONI GENOFOND** – **populatsiooni isendite kõigi geenide ja nende alleelide ning genoomi mittekodeerivate osade kogum**. Populatsiooni genofondis võib geenil olla 1,2 või mitu alleeli. Igas gameedis (sugurakk) igal geenil tavaliselt üks alleel (haploidsus). Võimalik genotüüpide arv populatsioonis iga geeni kohta sõltub geeni alleelide arvust: k(k+1)/2, kus k on alleelide arv. Kuna alleelide sagedus erinev, siis ka eri genotüüpide sagedus erinev.

**Eri alleelide ja genotüüpide arvulist suhet (suhtelist sagedust) nimetatakse populatsiooni geneetiliseks struktuuriks antud geeni suhtes.** UK matemaatika Godfrey Harold Hardy ja saksa arst Wilhelm Weinberg tõestasid, et pärandumisseadused populatsiooni geneetilist struktuuri ei muuda. St et teatud tingimuste kehtimise korral **läheb populatsioon kiiresti tasakaaluseisundisse, kus genotüüpide sagedus on määratud alleelide sagedusega ja need jäävad põlvkonniti muutumatuks**. Kehtib kui: 1) Populatsioon on väga suur 2) ristumised on vabad 3)mutagenees puudub 4)populatsioon on isoleeritud – puudub geenivool teistest populatsioonidest 5) puudub looduslik valik – kõik genotüübid on võrdse **kohasusega** e valikuväärtusega.

Populatsioonide geneetiline struktuur võib muutuda: 1)geenide ja kromosoomide struktuur ning arv 2) olemasolevate alleelide ja seega genotüüpide sagedus

Populatsiooni geneetilise struktuuri püsiva suunaga muutusi nimetatakse **mikroevolutsiooniks**. Hardy-Weinbergi seaduse järgi saab hinnata mikroevolutsiooni tegurite toime suunda ja intensiivsust populatsioonides. Nendeks teguriteks on mutagenees, geenivool, geneetiline triiv ja looduslik valik.

Esmane põhjus: **mutatsioonid** –geenmutatsioonid tekitavad uusi geene ja alleele. Kromosoommutatsioonid põhjustavad muutusi geenide paiknemises ja kordsuses – võib muuta geenide avaldumist ja ühtlasi põhjustada uute geenide teket (kordistunud geenid võivad eristuda erineva funktsiooniga geenideks). Genoommutatsioonide tagajärjel muutub kromosoomide ja nendes asuvate geenide kordsus ning sellega kaasneb ka uute geenide eristumise võimalus.

Mutatsioon on kas neutraalne, kahjulik või kasulik. Kui pole dominantselt letaalne (surmav :D), siis pärandub ja moodustab teiste mutatsioonidega populatsiooni **mutatsioonilise muutlikkuse varu**. Kasulikke kõige vähem. Suhteline, olude muutudes võib kahjulik olla kasulik.

Suguliselt paljunevate organismide puhul oluline sama geeni ja teiste geenide alleelide omavaheline kombineerumine – **kombinatiivne muutlikkus**. Selle muutlikkuse potentsiaal suur aga kalduvus minna tasakaaluasendisse ja evolutsioonilisi muutusi ta ei põhjusta (hah!).

Teises populatsioonis tekkinud mutatsioonid siirduvad sisserände tagajärjel vaadeldavasse populatsiooni, võib muuta olemasolevate alleelide sagedust – **geenivool** (geenisiire). Peamine tagajärg soodsate alleelide levimine ja liigi ühtlustumine.

**Geneetiline triiv – puhtstatistilistel põhjustel võib alleelide (ja seetõttu ka genotüüpide) sagedus põlvest põlve juhuslikus suunas muutuda**. Olulisem, mida väiksem on populatsioon. Puudutab eelkõige mittekodeerivaid ja fenotüübis mitteavalduvaid osi. (geenivahemikud, pseudogeenid).

1) Vähendab geneetilist muutlikkust väikestes populatsioonides. St üks variant võib kaduma minna ulatusliku kõikumise tagajärjel. 2) Suurendab geneetilisi erinevusi liigi populatsioonide vahel.

Intensiivsust võib suurendada nt. katastroof. Kui pop. taastub, siis on teistsuguse gen. struktuuriga – **pudelikaelaefekt**. Kui väike hulk isendeid alustab uue populatsiooni, siis **rajajaefekt** e **asutajaefekt**.

Mõni tavaline alleel võib muutuda haruldaseks või hoopis kaduda, samas kui mõni haruldane geneetiline element võib juhuslikult tavaliseks saada.

# Looduslik valik

… on ainus evolutsioonitegur, mis võib pikemat aega toimida kindlas suunas, luues populatsiooni või kogu liigi isendite ehituse ja talitluse **kooskõla elukeskkonna tingimustega – kohastumuse**.

**Looduslik valik seisneb populatsiooni isendite valikulises ellujäämises ja ebavõrdses paljunemises, mis on tingitud nende geneetilistest erinevustest ja elutingimuste piiravast toimest**. Keskkonna piiravad tegurid nii biootilised kui abiootilised. Organismide sõltuvust neist tingimustest nimetas Darwin **olelusvõitluseks**. Ehksiis **individuaalsetest geneetilistest iseärasustest tulenev erinev edukus olelusvõitluses ongi looduslik valik**. Mõju populatsiooni geneetilisele struktuurile on kaudne. Isendite edukuse hindamine toimub nende fenotüübi järgi.

 **Suguline valik** – kujundab sugupooltevahelisi erinevusi. Võimalikult soodsa genotüübiga sugupartneri valik mingite vastassugupoolele omaste tunnuste järgi. Muus mõttes ebaolulised tunnused võivad areneda äärmuseni, tihti välistab ristumise võõra liigi isenditega.

Sõltuvalt valiku tingimustest ja populatsiooni genofondist võib looduslik valik avalduda kolmel viisil. Need on loodusliku valiku vormid ehk tüübid: stabiliseeriv, suunav ja lõhestav valik.

**Stabiliseeriv valik – kinnistab ja kaitseb väljakujunenud kohastumusi**. Populatsiooni kohastumuslike tunnuste kinnistamine. Kohastumusi kahjustavate mutatsioonide kõrvaldamine, tunnuseid stabiliseerivate regulatoorsete geenide toetus. Peamine valikuvorm. Võib kujuneda ka püsiv mitmekesisus, kui säilivad mingi geeni 2 või enamgi alleeli, millest igaüks annab eelise mingi ühe teguri suhtes.

**Suunav valik – seisneb tavalisest vormist mingil viisil erinevate isendite eelispaljunemises**. Kas kvalitatiivne (teistsugune tunnusevariant) või kvantitatiivne (suurus, kiirus, vastupidavus, taiplikkus jms). Siis kui elutingimuste kindlasuunaline muutumine või populatsiooni asumine uude keskkonda. Tingimuste püsimisel geno- ja fenotüüp asenduvad uutega, tekivad uued kohastumused. Sisalikud ja vaalad vette, tumedad liblikad tööstuspiirkondades.

**Lõhestav valik** – **kahe keskmisest erinevate tunnustega isendirühma eelispaljunemine võrreldes nende hübriididega**. Siis kui populatsiooni asuala jaotub elutingimustelt erinevateks piirkondadeks. Neis piirkondades kujunenud erisugused olelusvõitluse suhted teiste liikidega ja mõnevõrra erinevad kohastumused. Hübriidid vähenenud kohasusega mõlema piirkonna tingimuste suhtes. Võib eristuda uus liik. Teguriks võivad olla ka sesoonsed muutused elutingimustes (nt. paaritumise aastaaeg).

# Kohastumine

Populatsiooni ja liigi isenditele ühiseid pärilikke omadusi ja tunnuseid, mis soodustavad nende eluvõimet ja paljunemist, nimetatakse **kohastumusteks** e **adaptatsioonideks**. **Kohustumusi loob, muudab ja säilitab looduslik valik**. Päriliku muutlikkuse mitmekesisusest kujundab valik populatsioonile omased kasulikud tunnused kooskõlas elukeskkonna tingimustega – **kohastumiseks**. Kohastumine toimub põlvkondade vahetumise käigus, viib kindlasuunaliste pöördumatute muutusteni genofondis.

Iga indiviid võib elu kestel sobituda elutingimuste muutustega päriliku reaktsiooninormi piires – **kohanemine**. Naha pigmentatsiooni muutumine, pupillide avardumine ja ahenemine, lihasmassi suuruse muutumine.

**Kohastumine** **on bioevolutsiooni peamine protsess**. Eriti äärmuslikud näited bakteritel, kes elavad nii ookeanide süvikutes kui kõrgmäestikes. **Kohastumused avalduvad organismide sise- ja välisehituses, füsioloogias, käitumises, paljunemises ja muudes organismidele omastes eluavaldustes.** Võib eristada kohastumusi keskkonna biootiliste ja abiootiliste teguritega. Suurem osa kohastumusi omased paljudele liikidele – kas päritud ühistelt eellastelt või iseseisva kohastumisega.

NÄITED: **Kõrbetaimedel** sügav juurestik vee hankimiseks, lihakad lehed või varred veevarude kogumiseks või vastupidi, vee aurumist piiravad kitsad ja nahkjad lehed ning vahajad kattekoed. Päeval õhulõhed suletud, CO2 kogutakse öösel.

**--Liblikõielistel** lämmastikutarvet rahuldava kohastumusena kujunenud sümbioos lämmastikku siduvate mügarbakteritega. **Lindudel** eesjäsemete areng tiibadeks, kerged toruluud, sulestik, kahekordne hingamine. Öölindudel suured ja valgustundlikud silmad, veelindudel ujulestad, veekindel sulestik. **Imetajatel** kohastumused loodete organismisiseseks arenguks ja toitmiseks piimaga. **Inimesel** mitmeid iseärasusi püstikäimisele kohastumisest. Paljudel loomadel on **varjevärvus**  või  **varjekuju**, mis muudab nad keskkonna taustal märkamatuks. Aastaajaline karv/sulgkatte värvi muutus. Selle vastand on **hoiatusvärvus** (herilane, lepatriinu). **Mimikri** – sarnasus teise liigiga (kägu raudkulli sarnane).

Loomade **käitumiskohastumuste** näidetest kiskjate saagitabamisviisid, lindude ränne, järglashoole, tedremäng (käitumiskohastumus, mis võimaldab emastel parimaid isaseid valida).

--Kohastumused ei ole täiuslikud. 1) Loodusliku valiku materjaliks on juhusliku iseloomuga mutatsioonid ja nende kombinatsioonid. 2) Keskkonnas mitmesuguseid, tihti vastandliku toimega ökoloogilisi tegureid. Kompromisslahendus. NT kaelkirjakul halb kohastumus joomiseks, isashirvedel sarved kakluseks 3) Keskkonnatingimused pole püsivad, muutuvad tihti ebaregulaarselt NT soojal talvel süüakse valge kasukaga jänes kohe ära

--Osa kohastumusi on **kasulikud isendirühmale** (perele, karjale jms), kuid ohustavad üksikisendeid. NT mesilased surevad torke tagajärjel. Lisaks organismidevahelistest suhetest **vastastikuse kohastumise**  vajadus. Kui saaklooma- või peremeeslik omandab mingi kaitsekohastumuse, võib kiskja või parasiit selle omapoolse kohastumusega üle trumbata. „kohastumisvõidujooks“

# Liigiteke

**Liik on bioloogilise mitmekesisuse põhiüksus.** Liigiteke on kohastumise kõrval teine oluline evolutsiooniline protsess. Liigiteket käsitatakse ka **üleminekuna mikroevolutsioonilt makroevolutsioonile**.

--- **Liik on looduslike populatsioonide rühm, mille isendid kas tegelikult või potentsiaalselt ristuvad omavahel**. See on nn **bioloogiline liigimääratlus**. Ainult suguliselt sigivatel organismidel ja mitte alati. Sugutult sigivate jaoks **morfoloogiline** e **tüpoloogiline liigimääratlus** – **liik on populatsioon või populatsioonide rühm, mis oluliste anatoomiliste tunnuste poolest erineb teistest populatsioonidest.** Kui erinevad peavad tunnused olema on süstemaatiku maitse küsimus. Otsustamise teeb raskeks liikidesisene individuaalne ja populatsiooniline muutlikkus. Liigi levila ehk **areaal** on tavaliselt ühtne kuid mitte alati. Liigi kõik populatsioonid pärinevad ühisest eellasest.

--- Kui levilad on üksteisest ruumiliselt eraldatud kas suure vahemaaga või mingite ökoloogiliste tõketega (mäestik,veekogu,maismaa,kõrb), siis liigid ei satu kokku – **geograafiline isolatsioon**. Kattuvate või piirnevate levilatega liikidel kohastumused, mis soodustavad ristumist liigikaaslastega ja takistavad võõrastega ristumist või on hübriidid eluvõimetud või sigimatud. **Ristumisbarjäär** e **bioloogiline isolatsioon** – **liigi bioloogilised iseärasused (ökoloogilised, käitumuslikud, biokeemilised, geneetilised), mis takistavad edukat ristamist teiste liikidega.**

--- … avaldub **ökoloogilise** eraldatusena, **ajalise** isolatsioonina (sigimine erinevatel aegadel), **signaaltunnustena** (väliskuju, värvusmuster, lõhnaained) ja **seksuaalkäitumisena** (sh häälitsused, pulmatantsud ja -mängud). Vahel ka **sugurakkude biokeemiline sobimatus**. Nt. õistaimedel võõra liigi tolmutera idanemine emakasuudmel sageli pärsitud. Vahel avaldub alles pärast viljastumist : **hübriidid on eluvõimetud või viljatud**. Tuleneb genoomide sobimatusest – nt kromosoomide arvu erinevus.

--- Suguliselt sigivate organismide puhul peamine liigitekke tüüp **erimaine**  e **allopatriline** e geograafiline **liigiteke**. Populatsiooni sees ei saa tekkida uut liiki. **Liigiteke saab alata populatsioonide sattumisest geograafilisse isolatsiooni**. Geoloogilised või ökoloogilised muutused.

--- Liigi arvukuse tõusu korral rändavad osad välja ning heidikud moodustavad **isolaadi**. Võivad ka juhuslikult sattuda eraldatud elupaika. Uues elupaigas võivad ökoloogilised (biol. ja abioloogilised) erineda endistest. Kui eraldunud pop. väike, on tema **geneetiline struktuur kohe alguses teistsugune ja vaesem juba ainuüksi geneetilise triivi tõttu**. Enamasti heidikud surevad ☺.

--- Et heidikud ei sureks, peab **olemasolev genofond ja lisanduvad mutatsioonid andma looduslikule valikule piisavalt materjali uute kohastumuste loomiseks**. Võidakse klassifitseerida uueks teisendiks või alamliigiks. Liigiteke on slow as hell – 10k a lahus olnud põhjapõdrad ikka alles alamliik.

--- Kui heidikud naasevadtm siis kas 1) **Alamliikide** tasemele eristunud populatsioonid ristuvad edukalt ja sulavad aja jooksul tavaliselt kokku. 2) On tekkinud **ristumist välistav bioloogilise isolatsiooni tegur**, jätkavad iseseisvate liikidena 3) **Osaline bioloogiline isolatsioon**, peamiselt just **viljastumisjärgne sobimatus**. Ristumine piiratud, hübriidid arengupuudega, alanenud viljakusega või steriilsed. Ristuvate isendite geenid lähevad kaotsi, toimib **lõhestav valik**, kujundades kummalgi vormil selliseid geneetilisi tunnuseid, mis **väldivad eri liikide isendite ristumist**. Nii jõuab liigiline eristumine lõpule.

!!--- **Erimaise** e **allopatrilise liigitekke teguriteks on populatsioonide geograafiline eraldatus, mutatsioonid, geneetiline triiv ja looduslik valik. Keskseks protsessiks on kohastumine ökoloogiliste tingimustega.**

--- Võimalik ka **samamaine**  e **sümpatriline** liigiteke. Kui liigi levila (e areaal) on ökoloogiliselt liigendunud, võib konkurentsi survel tekkida kaks alampopulatsiooni (nt niidu- ja metsapopulatsioon), võivad mutatsioonide kinnistumise ja erisuunalise kohastumise tagajärjel tekkida ristumisbarjäär. Iseviljastuvatel või vegetatiivselt paljunevatel taimedel on uue, suguliselt isoleeritud liigi teke võimalik isegi üksikisendi genoommutatsioonist tingitud **polüploidiseerumise** tagajärjel.

# Makroevolutsioon

**Makroevolutsiooniks ehk suurevolutsiooniks nimetatakse liigist kõrgemate taksonite teket ja arengut.** 3-2.5 miljardit a tagasi eristus kolm haru – bakterid, arhed, eukarüoodid. Viimane loomahõimkond – sammalloomad tekkis 480 m a tagasi, taimehõimkond – õistaimed 100 m a tagasi.

**Makroevolutsioon seisneb erinevate organismitüüpide tekkes ja nende pikaajalises eraldi evolutsioneerumises.** Eristatakse 3 protsessi: 1) **mitmekesistumine** 2) **täiustumine** 3) **väljasuremine**.

---**Mitmekesistumine** peamine makroevolutsiooni protsess. Aluseks kohastumine üha uute elupaikade ja ökoloogiliste tingimustega. Vanemliikide hargnemine uuteks, üksteisest üha erinevamateks liikideks nimetatakse **liigiliseks mitmekesistumiseks** e **divergentsiks**. Vahel võib üks lähteliik panna aluse mitmele uuele liigile kui uues elupaigas ökoloogilised tingimused mitmekesised ning konkurentsi survel hõivavad eri pop eri ökonišše ja eristuvad iseseisvateks liikideks – **adaptiivne radiatsioon**. Nt Darwini vindid.

--- Mõnikord võivad liigitekke käigus uue liigi genofondis kinnistuda **mutatsioonid, mis muudavad olulisel määral organismi ehitusplaani ja eluviisi** ning avavad täiesti uut laadi kohastumisvõimalused. **Selline liik võib panna aluse uuele evolutsioonisuunale ja olla rajajaks uuele kõrgtaksonile** – sugukonnale, seltsile, klassile, hõimkonnale.

--- **Divergentsi ulatus sõltub uue organismitüübi geneetilise regulatsioonisüsteemi plastilisusest ja organismi anatoomilistest võimalustest**. Eukarüootidest neli riiki -> taimed, loomad, protistid, seened. Uute organismitüüpide teke ja nende divergeerumine loob **uusi ökosüsteeme** ning avab uusi kohastumisvõimalusi teistele organismidele.

--- Ühtede organismide mitmekesistumise ja leviku võib teha võimalikuks teiste organismirühmade **väljasuremine**. Mitmekesistumine võib mõnikord viia divergentsile näiliselt vastupidistele muutustele – **konvergentsile** -> eri päritolu organismide sarnastumine kohastumisel ühesuguste elutingimustega. Tavaliselt piirdub väliste tunnustega – nt delfiinid. Organismide kuju või organite sarnasust, mille põhjuseks on ainult ühine funktsioon, nimetatakse **analoogiliseks**, erinevalt ühisest eellastelt päritud ja ehitusplaanilt sarnastest, **homoloogilistest elunditest**. Viimased võivad vägagi erinevaks divergeeruda.

--- **Evolutsiooniliseks progressiks ehk täiustumiseks nimetatakse uute, senisest keerukama ehituse ja eluviisiga organismitüüpide teket ja edasist arengut.** Prokarüootide evolutsioonis peamised geneetiline ja metaboolne täiustumine. Suurimad geneetilise koodi väljakujunemine, fotosünteesi ja aeroobse metabolismi teke. Suureks täiustumiseks elu evolutsioonis oli **eukarüootse rakutüübi** kujunemine. Geneetiline kood päriti otse, kuid fotosüntees ja aeroobne hingamine kõrvalt „kodustades“ vastavad bakterid ja muutes need rakuorganellideks kloroplastide ja mitokondrite näol. Sellist evolutsioonilist täiustumist organismide liitumise teel nimetatakse **sümbiogeneesiks**. Suureks täiustuseks oli hulkraksete organismide teke ainuraksetest eukarüootidest. Järkjärgulise täiustumis-tendentsi näited : peaaju suurenemine, käitumise keerustumine selgroogsete evolutsioonis. Eriliseks näiteks peetakse kahejalgse, mõtleva ja kõneleva inimese teket.

--- **Keerukama ehitusega organismitüüp võimaldab paremini kasutada keskkonda, asustada uusi elupaiku ja vähendada sõltuvust keskkonnatingimuste kõikumisest.** Hulkraksed said maale minna, kestadega ja toiduvarudega muna võimaldas paljunemise sõltumata veekeskkonnast. Püsisoojasuse tõttu sõltumatus temperatuurist. Imetajate loote arenemine vähendas hukkumisi, muutis paljunemise ökonoomsemaks. Peaaju areng viis mõtlemis- ja kõnevõimega ning tehnoloogiat loova inimese kujunemiseni.

--- **Täiustumine on uutele ökoloogilistele tingimustele kohastumise kaasnähtus, kuid mitte paratamatu protsess.** Ehitusplaani ja eluviisi keerustumise käsitamine evolutsioonilise täiustumisena inimkeskne. Kui võtta standardiks kohastumisvõime ja jätkusuutlikkus muutlikus keskkonnas, siis bacteria and bugs ftw! Vahel kohastumisel tehituse lihtsustumine e **evolutsiooniline regress**. Näiteks parasiidid, kellel ainult sigimiselundkond.

--- **Suured evolutsioonilised muutused saavad alguse mõne liigi üksikisendite geneetilisest muutumisest**. Mikroevolutsioonilised muutused seisnevad peamiselt uute alleelide tekkes ja levikus. Makroevolutsiooni aluseks on **uute geenide teke** ja olemasolevate  **geenide aktiivsuse regulatsiooni muutmine**. Võib olla seotud kromosoom- ja genoommutatsioonidega. Uute geenide teke algab tavaliselt geeni kordistumisest -> mutatsiooni tõttu muutumine. See protsess võib aja jooksul korduda.

--- Struktuurgeenid püsivamad, sagedamini muutused regulatoorgeenides. Üldine ehitusplaan homeobox-geenides ehk HOX geenides, esineb kõigil, kuid arv evolutsioonis kasvanud. Ontegeneesi käik sõltub sellest, **millises areneva organismi osas, millal, kui kaua ja millise intensiivsusega eri geenid avalduvad. Kõik need geneetilised muutused läbivad loomulikult loodusliku valiku ja on kohastumusliku tähendusega.**

--- **Väljasuremine on evolutsiooniprotsessi tähtis osa**. 99% kõigist liikidest välja surnud. Liigi keskmine eluiga 2-10 miljonit aastat. Pidevalt toimub **fooniline väljasuremine** – liik lihtsalt hääbub konkurentsis teiste liikidega või abiootiliste tingimuste muutumise tõttu. Toimunud ka **massilisi väljasuremisi** – lühikese ajavahemiku jooksul on kadunud enamik senistest liikidest, terved perekonnad, sugukonnad ja seltsid. Väiksemad, keskmised ja suured väljasuremised.

--- Suurim, Permi ajastu lõpus – 50% sugukondadest, 96% liikidest. Globaalsed väljasuremised (15-20% sugukondadest, 70-80% liikidest) Ordiviitsiumi, Devoni, Triiase ja Kriidi lõpus. Põhjusteks meteoriit (Kriit), globaalne kliima jahenemine (Ordiviitsium) ja teised tegurid, mis on vaieldavad (hah). Ökosüsteemi liigirikkus taastub 5-15 m aasta jooksul.

# Eluslooduse süsteem

Aristoteles jagas taimedeks ja loomadeks (loomad liikumisvõimelised ja „aistiv hing“ on neil).

--- Teaduslik **süstemaatika** – teadusharu, mis tegeleb elusolendite rühmitamise ehk klassifitseerimisega – 17. sajandil. John Ray lõi **loomuliku süsteemi**, mis kajastaks jumalikku korda – ehituslike tunnuste järgi võrdlemine. Ühe- ja kaheidulehelised taimed. **Liigimääratlus** – sarnase ehitusega isendid, kes ei erine üksteisest rohkem kui ühe vanempaari järglased. Praegu mitmekesisem natuke.

--- Põhivend on siiski Karl von Linné – „Looduse süsteem“. Liigid tulid koondada taksonitesse süsteemi ülestikustes järkudes ehk **kategooriates**. **Takson** on ühte süstemaatika kategooriasse kuuluvate organismide rühm, nt. mingi liik, selts, klass jm. See on **hierarhiline süsteem**.

**Riik – hõimkond – klass – selts – sugukond – perekond – liik**. Eesliited ülem-, alam-. Liikide nimetamise jaoks **binaarne nomenklatuur.** Esimene sõna perekond, teine liik. **Ladinakeelse liiginime perekonna-osa kirjutatakse alati suure tähega.** Tavaliselt järgneb esmakirjeldaja nimi või rahvusvaheliselt tunnustatud lühend. L. on Linné. Liigist kõrgemate taksonite nimetused ühesõnalised.

--- Paljudes keeltes tuntud taksonitele *teaduslik rahvakeelne nimi****.*** Animalia -> loomad*.* Kui liigis eristatakse alamliike, kasutatakse **trinaarset** (kolmeosalist) nomenklatuuri. Ka Linné taotles loomulikku süsteemi, kuid jäi suuresti **kunstlikuks**. Failis vetikate, samblate, samblike ,sõnajalgade, seente, käsnade, korallidega jne. Ikkagi kaks riiki, loomad ja taimed (nuub).

--- 19.sajandil areng 1)mikroskoopia täiustumine 2) evolutsiooniteooria juurdumine. Loomuliku süsteemi ideaaliks sai **organismide rühmitamine põlvnemissuguluse ehk fülogeneetiliste suhete järgi**. Fülogenees – evolutsiooniline päritolu.

--- Ernst Haeckel – protistid, Herbert Copeland – bakterid, Robert Whittaker – seened. Carl Woese’i uurimused rDNA võrdluse kohta -> hüpotees, et elu arengu algperioodil toimus lahknemine kolme harru ehk **domeeni**. Bakterid ja arhed säilitasid prokarüootse rakutüübi, kolmas arenes aga sümbiogeneesi kaudu eukarüootseks. Domeen – **ülemriik** e impeerium. Kaks prokarüootset ja neli eukarüootset riiki. Aga protiste tahetakse veel rohkematekski riikideks jagada (paras tulevastele õpilaspõlvedele!!!!!!).

# Inimese põlvnemine

Death is imminent ☹. IGATAHES, Darwin väitis, et **inimene põlvneb vaheastmete kaudu Aafrika inimahvidega – šimpansi ja gorillaga – ühistest eellastest.** Rohkelt paleontoloogilisi, biogeograafilisi ja geneetilisi tõendeid.

--- Inimene esikloomaliste e **primaatide** seltsis ülemsugukonda inimlaadsed. Inimlaste hulka kuulub terve rida väljasurnud liike ja nüüdisinimene ehk **arukas inimene** (Homo sapiens). Sarnasus inimahvidega avaldub kehaehituses, füsioloogias, käitumises, sigimises ja haigustes (vana hea HIV). Suur sarnasus kromosoomistikus ja geenides. Inimese ja šimpansi genoomi üldine nukleotiidijärjestus erineb ca 1,6%. Valkude aminohappeline järjestus erineb <1%.

--- Lahknemine 5-7 m a tagasi. Esimesed inimlased olid lõunaahvid e **australopiteegid**. Haha, niggers were short, aga vähemalt käisid kahel jalal. Kahte laadi erinevused nende ja inimahvide vahel – **lõualuude lühenemine koos kihvade taandarenguga ja püstikäimise kujunemine**. Kehaluustik nt vaagna ja jäsemete luud on selgelt inimlaadsete tunnustega. Lihatoidu osakaalu suurenemine, püstise liikumise kinnistumine. 3.6 m a tagasi jalajäljed püstikäivast olendist. Aju suurenemine 2.5-2 m a tagasi.

--- Australopiteekide evolutsioon lahknes 2 suunda: 1) **Siredad**  australopiteegid väiksemad 1.2-1.5m, peenete luude väikeste hammastega. 2) **Robustsed** australopiteegid hilisemad, massiivsed luud, suured hambad, tugevad mälumislihased (vintske taimtoit). Me oleme ikka siredad.

--- Homo habilis – **osav inimene**. Homo erectus – **püstine inimene**. (algselt püstine ahvinimene). Vanim mitte-aafrika leid 1.8 m a tagasi Gruusia. Püstine inimene pikima eksisteerimisajaga inimlane – üle 1.5 m a. Euroopas arenes temast **neandertali inimene**. Jässakas keha, tugev lihastik, suurem ajukolju. Kohastumine jääaja tingimustele.

--- **Aruka inimese** Homo spaiens esimene pop tekkis teatud vaheastme kaudu Aafrika püstisest inimesest kusagil lõunapool Saharat u 250-200 tuhat a tagasi. Kolju ümber, kõrge laubaga, nõrkade kulmumõigastega, arenenud lõuatsiga, väikesed hambad. Tööriistad muutusid mitmekesisemaks ja paremini töödelduks, graveeringud. Nendest pärinevad nüüdisinimese kõik pop Maal. 100 k a tagasi nüüdisinimese 1. väljaränne Aafrikast. 2. 70-60 k a tagasi. Ida-aasiasse 50k a, euroopasse 45-40 k a.

--- Nüüdisinimese tunnustega vanimaid fossiilseid skelette leiti esmakordselt Prantsusmaalt Cro-Magnoni koopast -> **kromanjoonlased** , 40k a vanad. 50-40k a tagasi nüüdisinimese arengus kultuuriline muutus – **hilispaleoliitikumi kultuurirevolutsioon**. Hakkas ilmuma kunst ☺.

--- Inimeste evolutsiooni tähtsaimad muutused on seotud kahejalgsuse ja omnivoorsuse kujunemisega ning sotsiaalsete suhete täiustumisega mõistelise infovahetuse arengus (lõpptulemuseks inimkeel kõnes ja kirjas). On arvatud, et **puieahvide** mõnede populatsioonide kohastumine avamaastiku tingimustega viiski kahejalgsuse tekkeni. **Artikuleeritud kõne** juba 500k a tagasi??!

--- **Sotsiaalne evolutsioon** tähendab inimühiskonna ja tema kultuuride, tsivilisatsioonide, riikluse ja tehnoloogiate ajaloolist arengut ning selle käigus omandatud kogemuste ja teadmiste uuenduslikku kuhjumist järglaspõlvkondades. Eellaspõlvkondades omandatud kogemuste, teadmiste ja tehnoloogiate edasiandmist järglaspõlvkondadele ühiskondliku kommunikatsiooni vahenditega nimetatakse **sotsiaalseks** e kultuuriliseks **pärilikkuseks**. => ajaloo teke. Info levik nii vertikaalne kui horisontaalne.

--- Nüüdisaegne inimese evolutsioon seisneb peamiselt inimkonna ühtlustumises. Geenivool inimpopulatsioonide vahel pole kunagi olnud nii vaba ja ulatuslik kui praegu. Kui see tendents jätkub, kujuneb välja üleilmne inimtüüp, kellel puuduvad nii rassi- kui ka rahvustunnused.