

# Geovedy v našom živote

RNDr. Ján Madarás, PhD.

- vedecký pracovník, geológ - generálny riaditeľ Ústavu vied o Zemi Slovenskej akadémie vied, verejnej výskumnej inštitúcie  
- skúma regionálnu geológiu Západných Karpát, tvorí geologické mapy Slovenska a okolitých krajín - špecialista na tektonický vývoj horských celkov, tektonické zákonitosti vývoja ložísk nerastných surovín - popularizátor geológie

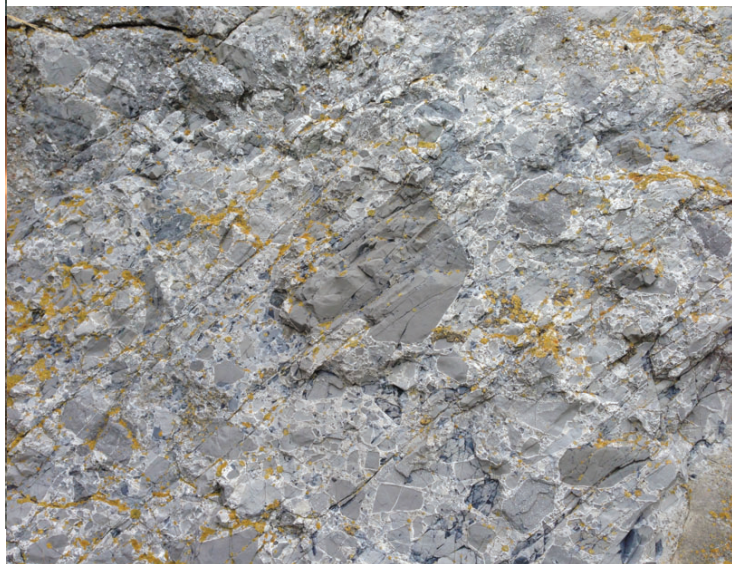
Denne sme v médiách konfrontovaní s nevyhnutnosťou práce zdravotníkov, učiteľov, ekonómov, právnikov, poľnohospodárov, štátnych úradníkov a mnohých iných profesií. Kedysi sa hovorilo heslo: „Ja som baník, kto je viac?“ Dnes by sme ho možno modifikovali do podoby „Ja som geovedec, kto je viac?“ Poviete si, toto je trúfalé. Zvlášť, keď o geovedách, či geodisciplínach, medzi ktoré môžeme zaradiť aj povrchové a podzemné činnosti získavania nerastných surovín, sa hovorí len sporadicky. Akosi sme si zvykli na samozrejmosť, že všetky profesie majú pre svoju činnosť všetko potrebné a ani len neuvažujeme nad tým, či to všetko pochádza zo zdrojov Zeme, ktoré musel niekto nájsť a vyťažiť.

Ako využívame vedy o Zemi v každodennom živote? Skúsime si predstaviť deň s výsledkami geovedného bádania a potom premýšľajme, či by sme v modernej dobe mohli žiť bez jej vedeckých a aplikovaných výsledkov.

## Mizerný betón ako vstupenka na slobodu

Možno si spomínate na dve kľúčové scény z filmu „Vykúpenie z väznice Shawshank“, kultového amerického filmu z roku 1994. Vedomosti z geológie pomohli dvom odsúdencom znovu nájsť zdanlivo beznádejne stratený zmysel života, boli vstupenkou na slobodu.

Prvou bola scéna, ako odsúdenec, mladý bankár Andy Dufresne (herec Tim Robbins), ktorého koníčkou od mladosti bola geológia, si pre všetkých spoluväzňov celkom nelogicky prial zadovážiť od spoluväzňa Ellisa „Reda“ Reddinga (hral ho Morgan Freeman) geologické kladivko. Aj kladivko je „kultové“. Neuvedieme jeho značku, ale aj v dnešnej dobe praktický geológ bez tohto kusa kaleného odolného železa v nylonovej rúčke by bol akoby bez jednej ruky a jedného oka. Ďalším prianím Andyho bol veľký plagát hereckej divy, tanečnice a „bohyne lásky“ Rity Hayworthovej. To už bolo logické prianie medzi múrmi väzenskej cely, ale odbočili by sme od témy...



Aj príroda si vie vytvoriť betón. Vápencová brekcia (spojenie ostrohranných úlomkov hornín na brale Devínskeho hradu vznikla v strednej jure, pred viac než 170 miliónmi rokov. Podobné horniny sa dobývali na výrobu cementu v Štupave v lome Prepadlé za Borinkou. Foto: J. Madarás

Andy si všimol to, čo nik pred ním. Že steny jeho cely, ba vlastne celej väznice boli z nekvalitného betónu. Nevie, či stavitelia rozkradli cement a primiešali viac piesku, ako bolo vhodné, ale bol to fakt. Andy celé roky kladivkom hĺbil tunel na slobodu. Drvinu vynášal po troškách vo vreckách a nenápadne rozsypal po prašnom vychádzkovom dvore väznice, farebne totožným s vyťaženým mizerným betónom. Plagát Rity slúžil na zakrytie otvoru za vytúženou slobodou...

Druhou scénou bolo poučenie Reda, že keď ho prepustia na slobodu, tak má hľadať vo vidieckom múriku kameň, ktorý tam geologicky nepatrí. Medzi svetlými vápencovými blokmi bolo vložené čierne vulkanické sklo - obsidián. A za ním skrýša, ktorú mal Red nájsť.

## Začíname deň s geológiou

Dobré ráno! Prebúdame sa v dome, ktorý je postavený z tehál, betónu, ocelevej výstuže, omietky. Ranné slnko k nám preniká cez veľké elegantné okno zo sklenených tabúľ.

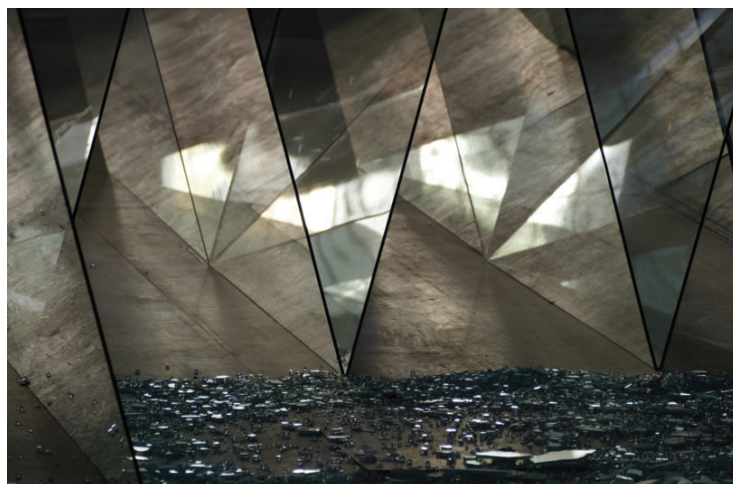
Tehla je z vypálenej hliny. Nie všade je hlina vhodná na pálenie tehál. Vyžaduje si špecifické ílové zloženie, čistotu ílu bez nežiaducich prímiesí, aby sa rovnomerne a pevne vypálila. Najlepšie tehle vznikali pod úpäťm hôr, kde horniny boli už dokonale rozpadnuté, vytriedené, preplavené, oddelené od drobných úlomkov a piesku. Alebo v "hrabníkoch" – otvorených jamách v ílovitých usadeninách dávneho mora alebo jazera. Najšť dobrý hrabník bol kumšť.

Betón. Najpoužívanejší je cementový. Cement, ako jeho hlavná zložka, sa pripravuje pálením vápence s ílom, alebo pieskom, ktorý je zdrojom kremíka. Nie každý vápenec sa hodí na pálenie vápna, alebo výrobu cementu. Portlandský cement je top. K Bratislave najbližšia cementáreň je v Rohožníku. V blízkom okruhu je vápencový lom, ložiská ílu a piesok zo Záhoria. Geologická stavba Malých Karpát a Viedenskej panvy k nám bola priateľivá. Podobne ako v ďalších veľkých lomoch na základnú horninu výroby cementu a vápna na Považí, v Slovenskom kráse.

Vápenná omietka. V slovenských pohoriach budovaných karbonátovými horninami dodnes nájdeme v lesoch lievikovité útvary (nemýľme si ich s krasovými závrťmi), tzv. vápenné jamy. Mnohé obce mali aj svoje vápenky. Čistý vápenec sa vypálil na nehasené vápno, to sa potom zalialo vodou a po búrlivej reakcii vzniklo neutrálne mazľavé vápno. Po zmiešaní s pieskom sme mali omietku alebo spojivovú maltu.

Kým sa nezateplovali domy polystyrénom, alebo ekologicky vhodnejšou minerálnou vlnou z expanzovaného roztaveného čadiča, v mnohých slovenských obciach a mestách boli módne hrubé brizolitové omietky. Do vápenej omietky sa primiešal drvený dolomit. Je podobný vápencu, ale obsahuje aj horčík. Dolomit sa na rozdiel od vápence síce nepáli na vápno, ale dobre sa drví na malé úlomky, dobre sa viaže s vápnom a tieto omietky sa používali na vonkajšie fasády. Elegantné a hlavne sto percentne ekologické, prírodné.

Železná (oceľová) výstuž. Betón je skvelý umelý kameň, ktorý poznali už Rimania. Je pevný, tvrdý (ak sme nerozkradli cement), ale krehký. Stavbári už pred viac ako sto rokmi objavili železobetón. Všimnite si výstavbu nových výškových budov v našich mestách, alebo stavby diaľničných mostov. Všade uvidíte dôkladnú spleť oceľových prútov, ktoré sa zalievajú betónom. Stavba tak získa odolnosť, pružnosť. Železo sa dobre znáša s betónom, ak je dôsledne zaliate, nekoroduje. Ak použijete málo železa, alebo ho ukradneme, ako sa stalo napr. na novostavbách v tureckom Izmite, tak je veľmi zle. Príde silné zemetrasenie a stavby sa zrúti. Izmitské zemetrasenie z roku 1999 je vážnym varovaním pre developerov a staveb-



Umelecká inštalácia sklenených tabúľ výstavy Dalibora Baču "Definitívne nedokončené" v žilinskej synagóge v roku 2018. Foto: J. Madarás

níkov, aby stávali podľa noriem a nekradli. Železo však treba v prírode nájsť: vyťažiť železnú rudu, vytaviť z nej železo. Práca pre geológov, baníkov a hutníkov.

Sklo je výrobkom modernej doby. Dnes ho máme všade, niekde až priveľa. Navrhujeme a stavíme moderné železobetónovo-sklené stavby, niekedy s architektonickým vkusom, ale často v štýle "ako by ich jedna mater mala". Metropola bez sklobetónu akoby sa nerátala. Čo sme ubrali v počte recyklovateľných, či vratných sklenených fliaš, to sme pridali na okenných a fasádnych sklách. Sklo je jedným z najpoužívanejších prírodných materiálov ostatných 100 až 150 rokov. Čím ideme ďalej do minulosti, tým bolo sklo vzácnejšie, okenné tabuľky menšie, menej priesvitné.

Na sklo potrebujeme okrem veľmi čistého kremečitého piesku živcov zo žulových hornín, ktorý obsahuje sodík, draslík a vápnik. Vyrobiť kvalitné sklo je umenie. Sklárske huty sme mali najmä v oblasti Slovenského rudohoria (Zlatno, Poltár, Utekáč), kde bolo možné zabezpečiť živcovú surovinu a čistý žilný kremeň, alebo pod Bielymi Karpatmi (Lednické Rovne), kde bol kremeň z pieskovcov Bielych Karpát. Svetovou veľmocou vo výrobe skla však boli Čechy, kde kombináciu kremeň-živcov mali a majú na mnohých miestach.

### Ranná toaleta

Prebudili sme sa, ideme do kúpeľne. Obkladačky, WC misa, umývadlo. Glazovaná keramika, porcelán. Opäť kremík (kremeň), živce, kaolín. Len v inej podobe ako sklo. Sme moderní, máme "talianske" obkladačky, "francúzsku" keramiku, možno "českú". Už žiadne Kerko Lučenec. Možno Novoker, možno trochu slovenské... Ale podstatou je, že sme opäť pri geológii. Primárna surovina nepustí. Aj keď je z Číny, aj tam musel byť na začiatku geológ, aby objavil, bilančne posúdil a podľa požadovanej kvality odporučal ložisko suroviny na ťažbu.



Dunajské štrky a piesky sú dôležitým kolektorom a filtrom pre obrovské zásoby pitnej vody pod Žitným ostrovom. Vodárenský ostrov Sihof, Bratislava. Foto: J. Madarás

Umývame sa. Z krásnej, lesklej pochrómovanej vodovodnej batérie nám tečie voda. Triviálna samozrejmosť. Obyčajná voda, ale zdravotne nezávadná. Niekedy ju cítiť chlór, ale je to pitná voda. Tá najkvalitnejšia pochádza z podzemia. Slovensko je v zásobách pitnej vody svetová veľmoc. Alebo aspoň európska. Máme Žitný ostrov. Predstavme si vaňu po okraj zasypanú štrkom a pieskom a potom zaliatu vodou, ktorá tam presakuje z mohutného Dunaja. Geológovia a hydrológovia vypočítali, že táto žitnoostrovská vaňa obsahuje vo svojej štrkopieskovej výplni (v hrúbke od pár metrov pri Devíne až po takmer 600 m pri Gabčíkove) okolo 15 miliárd metrov kubických prefiltrovanej pitnej dunajskej vody. To je ako 42 priehrad objemu Liptovskej Mary! Len vodný zdroj Šamorín by bol schopný pitnou vodou zásobovať celé Slovensko! Veríme, že naše poznatky o podzemnej vode bude brať vážne aj štát a skutočne ochráni pitnú vodu.

### Energia zo zásob Zeme

Máme chuť na voňavú kávu. Lenže kávovar na zohriatie vody potrebuje energiu. Energiiu zo zásob Zeme. Niekoľko storočí bolo jej hlavným zdrojom uhlie. V priaznivých geologických pomeroch, ak sa vyskytovalo nehlboko pod zemou, ťažilo sa a stále ťaží v obrovských povrchových lomoch. Je to najmä mladšie - tretohorné hnedé uhlie a lignit. Staršie - prvohorné čierne uhlie má vyšší obsah uhlíka, vyššiu výhrevnosť, menej škodlivých prímiesí, ale je drahšie a náročnejšie sa dobýva aj v hĺbke kilometer pod povrchom. Vnútro ložísk nerastných surovín skúmajú geológovia a geofyzici. Aký je

priebeh uhoľných slojov, ako sú porušené sieťou puklín a zlomov. Banskí geológovia a geotechnici určujú bilančné a nebilančné zásoby, geologické, banskotechnické a ekonomické ukazovatele a fosilnú energiu môžeme začať využívať.



Povrchová ťažba hnedého uhlia - lignitu. Aby sme sa dostali k hrubým slojom uhlia, je potrebné odstrániť desiatky až stovky metrov nadložných hornín. Ložisko Bogatynia - Turów v južnom Poľsku. Ročná ťažba predstavuje 10 - 11 mil. ton. Foto: J. Madarás

Poviete si, uhlie je ekologickým škodcom. Jeho spaľovaním človek emituje obrovské množstvo skleníkových plynov, najmä oxidu uhličitého, ale v dôsledku prítomnosti síry v uhlí aj vypúšťaním oxidu siričitého a ďalších škodlivín napríklad jedovatého arzénu. Energia z uhlia sa postupne eliminuje, ale hlad po nej je potrebné nahradiť.

V 20. storočí sme objavili ohromné množstvo energie štípnou reakciou uránu. Najprv jej hrozivú formu vo forme atómových bômb, ale aj jej rozumnú formu štípenia v jadrových reaktoroch elektrární. Uránovú rudu je potrebné nájsť v hĺbinách Zeme, vyťažiť, koncentrovať urán na energetické použitie. Aj tu existujú riziká, ale energia z jadra je a ešte dlho bude nenahraditeľná.

Vodu na kávu si môžeme zohriať aj na zemnom plyne, ktorého ložiská objavili geológovia a geofyzici. Ak má podzemná štruktúra vhodné parametre, tak vyťaženej plynové ložisko môže slúžiť opakovane ako podzemný zásobník plynu, čím je veľmi efektívne využité prírodné prostredie. Záhorie síce v porovnaní s inými ložiskami zemného plynu vo svete neponúka veľké ťažiteľné zásoby, ale má v podzemí priaznivé štruktúry na uchovávanie plynu, ktorý k nám prúdi nepretržite plynovodmi. V ostatnej dobe sa situácia skomplikovala, toky plynu sa v dôsledku vojnového konfliktu na Ukrajine musia diverzifikovať, ale siete plynovodov z pevných železných rúr a podzemné zásobníky naďalej plnia svoje dôležité úlohy.

Chceme byť ekologickí, využívať "zelenú, čistú" energiu. Núka sa využitie vetra, lenže rotory vrtúľ potrebujú silné elektromagnety, vyrobené z kovov vzácných zemín. Ich vzácnosť je v malom množstve, v ktorom sa vyskytujú v horninách. Preto ich treba vyťažiť veľmi veľa, aby sme získali potrebné



Ťažba ropy na Záhorí. Ložisko Dúbrava 45 medzi Jakubovom a Lábom. Foto: J. Madarás

množstvá kovov. Aj snečné kolektory potrebujú sklo, kovy. Opäť sme pri zdrojoch Zeme skúmaných geovedcami.

### Kozmetika z minerálov

Umývame si zuby, dámy sa skrášľujú makepom. Dôležitou zložkou kozmetiky je mastenec. Má široké použitie aj v iných produktoch. Aj mastenec treba ťažiť. Nedá sa recyklovať a opätovne využiť. Veľké mastencové ložisko európskeho významu, s vysokou kvalitou suroviny objavili v Slovenskom rudohorí pri Gemerskej Polome geológovia...

### Aby nám nepáchla domácnosť a neznečistili sme životné prostredie

Máme domáceho miláčika, mačičku. Tá potrebuje svoje miestečko s podstielkou zo zeolitu. Zeolit má vynikajúce vlastnosti, jeho štruktúra prijme nielen tekutinu, ale pohltí aj pachy. Zeolit sa úspešne používa aj na likvidáciu ekologických ropných havárií, environmentálnych záťaží z koktailu organických a anorganických látok, lebo tiež ich dôkladne naviaže do minerálnej štruktúry. Zeolit je produktom rozpadu a minerálneho rozkladu sopečných hornín. Na odstraňovanie ropných produktov z vôd sa používa vapex, ktorý sa vyrába tiež z produktu rozpadu vulkanických hornín – perlitu. 1 m<sup>3</sup> vapexu pohltí 250 až 400 litrov nafty...



Poloha zelených ílových minerálov - zeolitov, ktoré vznikli rozkladom vulkanických hornín. Los Azulejos, Gran Canaria. Foto: J. Madarás

### Pohyb bez ropy?

Odchádzame do práce. Nemáme to šťastie, že môžeme prejsť pár ulíc peši a sme tam. Použijeme dopravný prostriedok. Energiu na pohyb získava motor spaľovaním benzínu alebo nafty, ktoré sa vyrábajú z ropy. Nezabudnime ani na olej. Inak by sme motor zadreli. Ropa hýbe svetom. Jej ložiská, podobne ako pri zemnom plyne, sú strategickými prioritami krajín. Kvôli rope sa vedú vojny, určujú politické záujmy. Kto by si len spomenul na geológov a geofyzikov, ktorí stáli na začiatku? Ropa bude zdrojom energie ešte veľmi dlho.

Žeby spaľovacie motory nahradili elektroautá? Možno, ale len čiastočne. Hlavnou surovinou na výrobu batérií je lítium. Stáva sa podobne ako ropa a zemný plyn strategickou surovinou. Lítium je v zemskej kôre v ťažiteľných množstvách nahromadené len na niektorých miestach. Je neporovnateľne menej rozšírené ako iné kovy, o uhlí a rope ani nehovoriac. Otázka je nielen ekologicky prijateľná recyklácia a likvidácia batérií, ale aj zdroje výroby elektrickej energie na ich nabíjanie. Aj keď v budúcnosti nahradíme lítium napr. všade dostupným sodíkom (slaná morská voda), výroba elektrickej energie neklesne.

Momentálne nie je spásou ani vodíkový pohon motorov. Výroba vodíka elektrolytickým štiepením vody, alebo získavaním zo vzduchu je energeticky mimoriadne náročná.

### Z čoho sa skladá bežný automobil a spotrebná elektronika?

Čo sa nezmení okrem zdroja energie na pohon áut, lietadiel, lodí, je masívne použitie kovov, plastov, gumy, tesnení (z ropy, síry, mastenca, grafitu), pigmentov farieb. Na výrobu automobilu strednej triedy je napríklad potrebných 693 kg železa, ktoré sa získava z 1386 kg železnej rudy, 77 kg hliníka zo 400 kg bauxitu, 5 kg medi z 854 kg chalkopyritu, 11 kg zinku z 515 kg sfaleritovej rudy, 11 kg olova z 1377 kg galenitu. Používa sa aj striebro, zlato, molybdén, volfrám, platina, chróm, nikel, titán, horčík, vzácne zemiňy... Nie všetko je možné recyklovať, je potrebná aj nová surovina. Preto je

veľmi naivné myslieť si, že elektroautomobily alebo motory na zemný plyn či vodík spasia svet.

Bežný život si uľahčujeme čoraz väčším použitím elektroniky. Počítač, mobilný telefón, televízor, rádio, pračka, chladnička, umývačka riadu, sporák, mikrovlnka, žehlička, vysávač... Desiatky, stovky produktov v každodennom používaní. Každý vyrobený z rudných a nerudných nerastných surovín, ktoré bolo potrebné nájsť, vyťažiť, spracovať. S použitím energie z prírodných zdrojov. Autá aj spotrebiče nám uľahčujú život a robia ho komfortným. Ešte pred 150 rokmi sme nič z toho nepoznali, využívali sme len zlomok energie a surovín. Viete si predstaviť budúci civilizačný pokrok bez tohto všetkého?

### Plasty z ropy

Už takmer 100 rokov žijeme v dobe plastovej a 30 rokov v dobe superplastovej. Našťastie sa plasty vyrobené z ropy dajú mnohonásobne recyklovať, ale aj tak nás doslova zaplavili. V ostatnej dobe produkujeme malú časť plastov z uhľovodíkov na rastlinnej báze. Ani tu však ropu vo veľkej miere ešte dlho nenahradíme.

### V čom si uložíme naše "rezervy"?

Finančné prebytky môžeme investovať do zlatých tehličiek, mincí, šperkov, drahých kameňov. Do vzácnych produktov našej Zeme. Vzácnych aj preto, že ich je málo, alebo je náročné ich získať. Platinové sítka v štátnych hmotných rezervách nemusia byť len zdrojom nekvalitných obchodov. Platinu potrebujeme pri zložitých chemických katalytických výrobných procesoch. Diamanty sa neligujú len v šperkoch. Sú použité aj v píľach a leštiaciach pastách, ktoré vyrobí elegantnú leštenú dlažbu z kvalitných dekoračných kameňov v bankách a nákupných centrách.

### Potrebujeme geológov a geofyzikov?

V texte sme sa zamerne sústredili len na tú časť geovied, ktorá nás sprevádza v bežnom živote. Na získavanie zdrojov zo Zeme, na ktoré sa mnohí v súčasnej environmentálnej dobe pozerajú s dešpektom. Na zdroje, bez ktorých si súčasný pohodlný život ale nevieme predstaviť. Nespomenuli sme každodennú prácu praktických geológov pri výstavbe ciest, razení tunelov, zakladaní veľkých stavieb, hĺbení vrtov na termálnu vodu, geotermálnu energiu... Nespomenuli sme geofyzikov pri hlbinnom štúdiu štruktúr Zeme nielen pre vedecké poznanie, ale v aplikovanej podobe pri vyhľadávaní nových uhľovodíkových zdrojov – najmä ropy a zemného plynu a iných nerastných surovín.

Vedeckí geológovia a geofyzici sú aj kronikármi Zeme. Od jej vzniku pred vyše 4,5 miliardami rokov, cez vývoj kontinentov, oceánov, pohorí, nížin, riek, jazier, vývoja života, premien anorganického a organického sveta. Sú aj internistami Zeme, čoraz podrobnejšie poznajú jej vnútro, fungovanie prírodných fyzikálnych zákonov. Bez dôkladného poznania prírodných procesov by sme nemali zdroje Zeme, ktoré využívame, ale ani návod, ako byť ohľaduplní k planéte a možnosti, ako udržateľne zabezpečiť prežitie ľudského druhu.

### Prežije nás Zem?

Nevytvárajme si dlhodobú ružovú predstavu, že človek bude na Zemi už navždy. Sme predátori, vedúce skameneliny. To sú také organizmy v geologickom zázname, ktoré sa v geologicky krátkom čase rozšírili vo veľkom množstve po celej planéte, ale v krátkom čase sa aj stratili a vo vrstvách zanechali stopy, ktoré umožňujú na mnohých lokalitách korelovať rovnaký časový záznam. O niekoľko miliónov rokov aj po človeku ostane vrstvička kovov, skla, betónu, plastov. Izotopy rádioaktívnych prvkov, vďaka nerozumnému použitiu a povrchovým skúškam jadrových zbraní sa v identifikovateľných vrstvičkách hromadia po celej Zemi zhruba od roku 1950. To je už hmatateľný geochemický výsledok činnosti človeka, nie prírody. Možno nás nahradia iné vyspelé organizmy, ktoré túto vrstvu nazvú antropocénom. Dobou človeka. Dúfajme, že Zem nás prežije. Aspoň takto to vidia geovedci...

