

Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta

Katedra fyzickej geografie a geoinformatiky

Budúcnosť zemného plynu a zelená energetika

prof. RNDr. Otília Lintnerová, CSc.

*Katedra mineralógie, petrológie a ložiskovej geológie
Prírodovedecká fakulta UK v Bratislave*

TEXT K PREDNÁŠKE

2022

Realizované v rámci projektu KEGA 065UK-4/2021

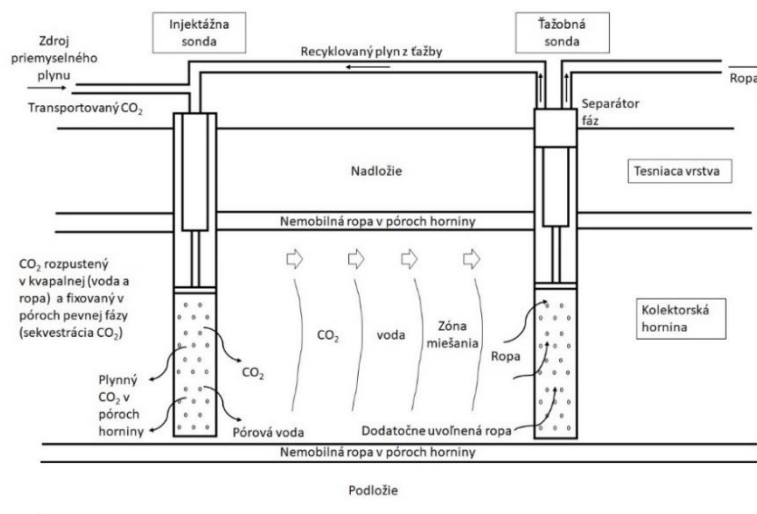
1. Čo je zemný plyn a aký zemný (prírodný) plyn využívame

Zemný, alebo prírodný plyn je fosílné palivo, ktoré tradične získavame zo samostatných ložísk plynu, alebo z ložísk ropy a zemného plynu. Vytvorili sa v geologickom prostredí a čase po termickej premene organickej hmoty a migráciou vzniknutých uhl'ovodíkov do zatesnených ložiskových štruktúr (organogénno-migračná teória vzniku ropy, pozri Lintnerová 2010). Poznatky o premene organickej hmoty umožnili definovať a využívať aj plyn uhoľných súvrství, alebo plyn, ktorý je rozptýlený v horninách – bridlicový plyn, alebo biogénny plyn, ktorý neprešiel termickou premenou. Poznatky, skúsenosti a technické inovácie umožnili vyhľadať a ťažiť tzv. „bridlicový plyn“, ktorého objemy sú mnohonásobne vyššie, ako objem plynu v tradičných-ropných ložiskách. Okrem spomenutých (neobnoviteľných) typov zemného plynu z hornín, využívame aj obnoviteľný bio-metán, ktorý aktuálne vzniká v prírode, ale najmä pomocou (bio)technológie, napríklad v čističkách odpadových vôd alebo v biogenerátoroch. Rozhodujúcu úlohu pri využívaní plynu zohrala infraštruktúra na transport plynu a technológia skvapalňovania plynu, ale aj rôzne technológie na ukladanie plynu, zatlačanie nevyužitelných prírodných, ale aj priemyselných (antropogénnych) plynov do podzemia (obr. 1). Termické a biochemické metódy ťažby metánu z uhoľných alebo uhl'ovodíkových ložísk urýchlili vývoj technológii konverzie fosílnych palív na plynové palivá, osobitne vodík (pozri napr. Nef, 2009) a v rôznej miere znížili úniky metánu z ložísk do ovzdušia.

Chemické zloženie prírodného plynu je pomerne jednoduché – tvorí ho najmä metán. Fosílné plyny majú vyšší podiel uhl'ovodíkov s dlhším reťazcom (etán, propán, bután) a obsahujú aj dusík, H_2S , CO - CO_2 a inertné plyny, ktoré pochádzajú z magmatických zdrojov, alebo z premeny karbonátových a ultrabázických hornín. Prítomnosť biogénnych a ne-biogénnych plynov (molekúl uhl'ovodíkov) sa dá pomerne jednoducho identifikovať izotopovou analýzou hlavných prvkov - C a H (odkazy in Lintnerová 2010).

2. Riziká využívania zemného plynu ako energetickej suroviny.

Za posledných desať rokov sa hodnotenie tejto energetickej suroviny č. 1. v Európe významne zmenilo. Do popredia sa dostali environmentálne riziká plynu ako uhlíkového paliva. Na prelome tisícročia zemný plyn stále predstavoval **základne** východisko pre získavanie lacnej energie s relatívne nízkym rizikom znečistenia ovzdušia. Preto boli vybudované siete plynovody, ktoré pospájali kontinenty, a tak globalizovali nielen trh energetických surovín, ale celú svetovú ekonomiku. Dostupnosť bridlicového plynu znížil vplyv krajín OPECU na ceny energetických surovín a široké komerčné využitie technológie skvapaľňovania plynu a transport v cisternách (osobitne cisternovými loďami), zvýšilo flexibilitu, ale aj rovnováhu na trhu. Najvýznamnejšími exportérmi sa stali Katar a USA, ale postupne aj iné krajiny. V roku 2014 už 14 krajín sveta ponúkalo LNG (Liquid Natural Gas) v rámci svetového trhu. Význam LNG dokumentujú vybudované a stále sa rozširujúci počet LPG terminálov na odber a čerpanie skvapaľneného plynu v USA, Európe ale aj v Ázii.



Obr. 1. Zjednodušená schéma zatláčania priemyselného CO₂ do ložiska, kde sa môže viazať v pórovom systéme hornín (sekvestrácia) a zároveň zvyšovať tlak v kolektorskej hornine, a tak pomáhať tečeniu ropy v hornine smerom k ťažobnej sonde (intenzifikačná metóda ťažby).

Riziká ťažby a transportu, uskladňovania a prečerpávania plynu sú pomerne významné, ale je ich možné znižovať úpravou technológií a prísnejšími, pro-environmentálnymi normami a legislatívou. V porovnaní s objemom metánu, ktorý sa uvoľní z „obnoviteľných“ prírodných

zdrojov (rozklad biomasy - mokrade, biogénny odpad, poľnohospodárska činnosť, a/alebo geologická, najmä sopečná činnosť) je priame uvoľňovanie metánu v dôsledku ťažby a používania metánu, vrátane tvorby CO₂ energetickým zhodnocovaním, relatívne nízke (napr. podľa Global Carbon Project 2020, má cca 23 % podiele na otepľovaní). Energetické využívanie fosílnych palív vrátane zemného plynu môžeme spočítať a nahradiť obnoviteľnými zdrojmi. Tie hore spomenuté obnoviteľné zdroje skleníkových plynov môžeme kvantitatívne odhadovať, ale očividne ich nie je možné podstatne znížiť alebo ich tvorbu vylúčiť.

Proces znižovania skleníkových plynov z fosílnych energetických zdrojov môže byť principiálne riešený za prvé, nevyužívaním fosílnych uhlíkových palív (dekarbonizácia energetiky) a za druhé, zachytávaním skleníkových plynov zo spalín. Dlhodobou je známa tzv. sekvestrácia alebo recyklácia CO₂ do geologických štruktúr (obr. 1). Direct Air Capture (DAC) technológie počítajú priamym čistením vzduchu od spalín a využitím CO₂ na pestovanie rastlín alebo v iných technológiách (švajčiarsky projekt Climeworks). Riešenia však nie sú ani jednoduché a ani lacné, a ich zavedenie bolo v minulosti blokované práve obavami s možným rastu cien plynu.

3. Nízko uhlíková energetika a nová taxonómia energetických surovín

EP

Klimatická kríza a dekarbonizácia energetiky - to sú asi hlavné výzvy v Európskej politike. Prijatie politiky „Green deal EU“ (zelená dohoda - COM(2019)640) pre Európu bol vlastne len logický dôsledok demokratického vývoja, rastúcej životnej úrovni (vrátane verejného zdravia), vzdelanostnej úrovni, technologického pokroku, environmentálneho povedomia a toku informácií, ale najmä otvoreného globálneho trhu s energiami a surovinami v posledných desaťročiach. V „zelenej dohode sa (automatiky) predpokladá, že tento trend sa nezastaví, pretože je vlastne podmienkou dosiahnutia zelenej dohody v Európe, ale aj vo svete. Svetové ekonomické a klimatické fóra, panely a pod. deklarujú, že klimatické zmeny (kríza, ohrozenie) nás tlačia do riešení a je potrebné sa rozhodnúť **hneď**. To znamená, začať hneď ak chceme v horizonte do roku 2050 dosiahnuť cieľ - nulový prírastok skleníkových plynov v atmosfére. Cesta k cieľu vedie cez zníženie energetickej náročnosti všetkých technológií a používanie obnoviteľných zdrojov energie – zelených, udržateľných a neuhlíkových palív.

V rámci dohody EU stanovila niekoľko čiastkových cieľov, ktoré sa dajú a **musia** kontrolovať. Európska komisia v decembri 2021 (po viac ako roku!) predložila návrh taxonómie

udržateľných palív, v ktorom zemný plyn a jadrová energetika sú predstavené ako prechodné udržateľné (zelené) energetické palivá, aj keď obmedzeniami, napríklad :

Nové plynové elektrárne budú v súlade s „taxonómiou“ len v prípade, že nahradia existujúcu uhoľnú elektráreň a zároveň musia byť dokončené do 31. 12. 2030. Nové plynové zariadenia musia byť tiež navrhnuté tak, aby boli od 31. 12. 2035 **schopné fungovať** na obnoviteľné alebo nízko-uhlíkové palivá, tak aby počas svojho životného cyklu prispeli k „zníženiu emisií aspoň o 55 percent“. Priame emisie musia byť nižšie ako 270 g CO_{2e}/kWh a nesmú prekročiť v priemere 550 kg CO_{2e}/kW za 20 rokov.

V prípade jadrových elektrární musia nové elektrárne získať stavebné povolenie do roku 2045 a predložiť podrobné plány, ako do roku 2050 vybudujú úložisko pre **vysokoaktívny** odpad. „Tento prísľub na zariadenie na likvidáciu vysokoaktívneho odpadu podlieha smernici o nakladaní s jadrovým odpadom a členské štáty ho musia schváliť a predložiť na schválenie Komisii,“ Významná zmena sa týka jadrového paliva odolného voči haváriám, ktoré musí byť dostupné „od roku 2025“, aby jadrové projekty získali EÚ značku pre **udržateľné** investície.. Avšak, podľa Foratom „odolné palivá“ sú iba v štádiu výskumu. (skrátene Euroaktív.sk, J. Jenčová a i., Taxonómia palív v EU, Konečný návrh – február 2022, tiež tam - história prijímania legislatívy).

K tomuto návrhu, ako **ústupku** voči zemnému plynu, prispela asi aj pandémia COVID-19, ktorá už v roku 2020 prakticky ochromila európsku, ale aj svetovú ekonomiku. Potvrdila sa neočakávaná zraniteľnosť svetového trhu a celej ekonomiky. V kovid-období sa prejavil a stále prejavuje nedostatok produktov a tovarov v dôsledku zastavenia alebo nepravidelnej výroby, ako aj spomalenia transportu produktov do Európy. Ďalšou príčinou miernejšej formulácii **asi** bol aj „**Environmentálny samit**“ v Glasgowe v lete 2021, ktorý viac menej len potvrdil, že cesta k „zelenej planéte“ nebude tak priamočiara a určite ju nebude diktovať len Európa, resp. USA a Európa („západ“). Okrem menej demokratických a nedemokratických krajín (napríklad s viac ako miliardou obyvateľov) a iných rozvojových (alebo chudobných?) krajín z rôznych častí sveta, to signalizovali aj samotné, nielen postkomunistické, krajiny EU, vrátane Slovenska. Zhoda nastala len ohľadom nepoužívania uhlia v energetike. Napríklad Čína sa zaviazala, že nebude budovať alebo investovať do uhoľných zariadení v zahraničí, teda mimo vlastného územia. Európa tiež len potvrdila, že dovoz uhlia, ale najmä dovoz ruského plynu nie je možné ukončiť pred rokom 2030, lebo ho nie je čím nahradiť. V čase konania samitu sa ešte zdalo reálne, že sa otvorí plynovod Nord Stream 2. Reálne sa predpokladalo, že postupné nahradzovanie zemného plynu a využitie existujúcej plynárenskej infraštruktúry môže postupne uľahčiť prechod od neekologických fosílnych palív (fosílného metánu) k bioplynu

a najmä k neuhlíkovému plynu – vodíku. Aj postoj Slovenska bol jasný – plynárenská infraštruktúra je kľúčom k dekarbonizácii.

4. Zemný plyn nahradíme vodíkom

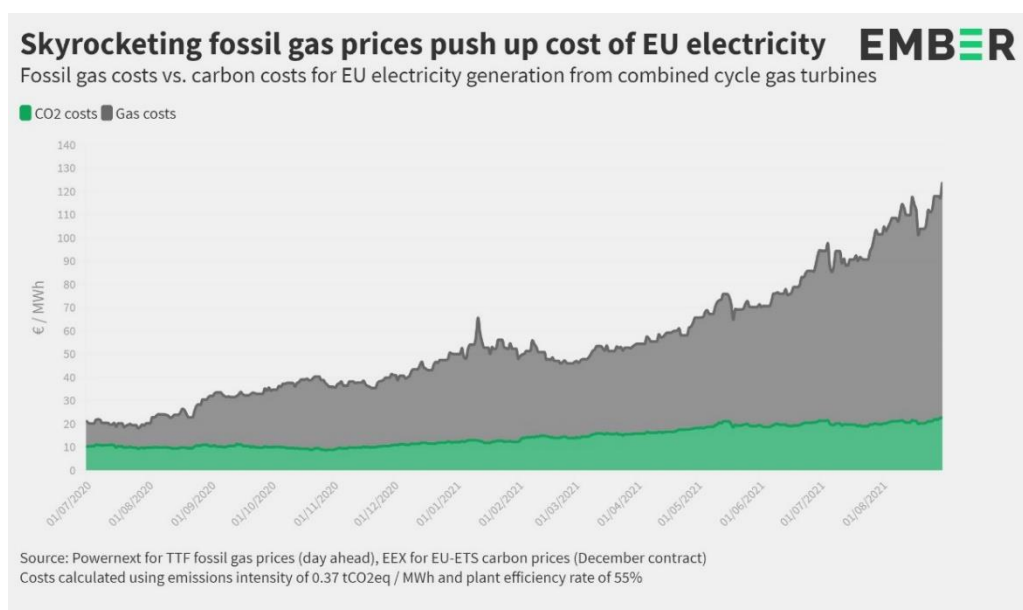
Dlhodobu sa diskutuje o vodíku, ako o náhrade za fosílnu palivú (napr. Nef 2009). Okrem elektrických automobilov sa v Európe objavili a začali realizovať projekty vodíkových aut a vlakov na prepravu materiálov a tovarov, s perspektívou pre lodnú vodíkovú dopravu. Aj u nás sa v 2015 sformovala Národná vodíková asociácia Slovenska, podporovateľov a výrobcov udržateľných vodíkových technológií, ktorí reagovala na vývoj v iných častiach Európy a vo svete. Ministerstvo hospodárstva deklarovalo využitie vodíka z fosílného metánu, prípadne z jadrových elektrární (modrý alebo sivý vodík) alebo zeleného vodíka z biomasy a z vody. Slovenská národná vodíková stratégia počíta s vodíkom ako „s komoditou budúcej vyspelej ekonomiky“. Uprednostniť by sa mal najmä tzv. nízko-uhlíkový modrý vodík vyrábaný zo zemného plynu, ale pri výrobe ktorého **sa emisie CO₂ zachytávajú a uskladňujú**. Environmentálni aktivisti sa však stále obávajú, že investície potečú do podpory plynu, jadra, či spaľovania biomasy a budú chýbať pri podpore skutočne obnoviteľných zdrojov energie, akými sú solárna, veterná a geotermálna energia. Reagujú samozrejme kriticky aj na návrh taxonómie, ktorá vraj bola ovplyvnená politickým lobingom na úkor vedeckých a environmentálnych argumentov. Východisko vidia v šetrení energie, čím sa zníži potrebný objem vyrobenej energie, a tak sa aj ľahšie nahradí energiou z obnoviteľných zdrojov.

Najvýznamnejšie oblasti pre využitie vodíka sú podľa slovenskej stratégie doprava a neskôr aj energetika a služby. Spotreba by mala byť pokrytá prevažne z domácich zdrojov, no ministerstvo hospodárstva v krátkodobom horizonte ráta s jeho dovozom. Pôvodne sa uvažovalo o Ukrajine a Rusku, čo vzhľadom na aktuálnu situáciu už nie je reálne. (Jenčová, Tisová | EURACTIV.sk, apríl 2022).

5. Vzdáme sa zelenej dohody (energetiky) v dôsledku vojny na Ukrajine?

Všetky **oficiálne** ohlasy a komentáre odborníkov – analytikov k tejto téme hovoria, že určite nie. Avšak už minimálne rok pred vojnou na Ukrajine sa ceny plynu enormne zvýšili, čo ovplyvnilo aj cenu elektriny a ceny ostatných produktov a tovarov, vrátane potravín. Graf (obr. 2) hovorí o raketovom raste ceny elektriny počas 2020-2021. Podľa „enviro-politikov“ rastúce ceny plynu v 2020-2021 len dokumentujú, že sa **malo začať s zelenými energiami** omnoho skôr. Menej konfrontačne znie názor analytika, že zelená dohoda bola sformulovaná ako **dlhodobý cieľ zbavenia sa závislosti na fosílnych palivách, ale aj závislosti na ich dovoze z krajín**, ktoré ich môžu využiť ako politickú, nátlakovú zbraň (pozri [Hudec](#) | [EURACTIV.sk](#), aktualizované 5. 3. 2022).

Sankcie voči Rusku nastavujú **nové pravidlá**, čo sa asi prejaví aj väčšou voľnosťou pri uplatňovaní taxonómie udržateľných palív (ktoré ešte musia krajiny schváliť). Niektoré krajiny sa možno vrátia k uhliu, alebo prehodnotia svoj odklon od jadrovej energetiky. Na programe dňa je **znižovať závislosť na dovoze palív z Ruska**. Stále však platí, že väčší podiel obnoviteľných zdrojov a znižovanie fosílnych palív sú hlavné ciele ďalšieho udržateľného vývoja, a tak aj v súlade so zelenou dohodou. Odklon od ruského plynu (a ropy) by tak mohol zásadne urýchliť zavádzanie neuhlíkových palív. Uvažuje sa však aj o dovoze LPG (Liquid Petroleum Gas) a alternatívnych plynov ako je bio-metán a vodík.



Obr. 2. Raketový rast cien od 1.7. 2020 do 1. 8. 2021 (Geist, EURACTIV.sk, 11. 2. 2022)

V spojitosti s trvaním vojny na Ukrajine a zelenou stratégiou Európy sa asi bude objavovať viac protikladov a paradoxov, ekonomických, environmentálnych, ale aj sociálnych a politických. Je potrebné počítať s tým, že ekonomické obmedzenia – sankcie voči Rusku budú dlhodobo negatívne ovplyvňovať ekonomiku všetkých krajín, čo sa môže prejsť vo väčšej závislosti na surovinách, a tak aj na **možnostiach zavádzať** (drahé) zelené technológie resp. presadenie investícií na úkor relatívneho poklesu životnej úrovne obyvateľstva, aj vo vyspelých krajinách. Nehovoriac o tom, že ak vieme vypočítať, koľko emisií produkujú tepelné elektrárne, budeme (chcieť ??) vedieť **koľko emisií produkuje vojna a celkový nárast zbrojenia** v Európe?

6. Zelená stratégia v Európe a vzdelávanie na Slovensku

Mohli by sme povedať, že začala to tá malá Švédka, ktorá nešla do školy, ale sa posadila na schody pred švédskym parlamentom, potom na „čistej plachetnici“ (postavenej zo

supermoderných C-materiálov) prekonala Atlantik aby navštívila OSN, a potom v Európskom parlamente povedala, že treba zmeniť „**všetko**“ (obr. 3). Nikto nečakal, že povie aj ako, ale deti zaujala. Niektoré tiež nešli do školy a raz do týždňa vyšli demonštrovať a žiadali vyhlásenie klimatickej krízy na Slovensku a v Európe. Čo sa stalo s týmto príkladom v environmentálnom vzdelávaní? Od učiteľa sa žiada najmä dobrý odhad pre individuálne a aktuálne situácie a potreby, a tiež aby tie detiská **pozitívne zaujal**. Môžeme sa zhodnúť, že sa poskytuje dostatočný priestor environmentálnej výchovy, ale asi nie sme si istý ako sa využíva, alebo ako ho využiť. (V TV a na webe najčastejšie zbierame odpad, sadíme stromčeky a ľutujeme ryby, vtáky a chrobáky a pod., že asi „skoro“ vyhynú). A ako vysvetliť, prečo sa Európska únia nevzdáva zelenej stratégii, aj keď sa sociálna situácia zhoršuje a asi musíme začať zbrojiť?. Zhoršené ekonomické podmienky môžu zmeniť takmer **všetko**, najmä vzťahy v spoločnosti, alebo medzi štátmi (resp. aj u nás doma, v rodine). Na jednej strane, malá Švédka určite za nič nemôže, ale na druhej strane, aby sme neboli prekvapení, čo všetko vedia a nevedia naše, najmä dospievajúce, deti. Tak len dúfam, že im pomôžeme veci správne pochopiť.



Obr. 3. Greta Thunberg, 2018, Twitter.

7. Pohľad na ropný priemysel cez prírodovedné a geologické vzdelávanie

U cca 26 rokov vyučujem geológiu fosílnych palív. Pomaly končím, ale ešte ma zastihlo, že sa tvoria/obnovujú nové bakalárske a magisterské programy. Okrem toho učím aj predmet „Environmentálne vplyvy ťažby nerastných surovín na životné prostredie“. Veľmi často využívam uhlie a uhl'ovodíky ako príklady negatívnych dopadov na prostredie. Áno, hodí sa to veľmi dobre a môžem dokumentovať globálne, regionálne a lokálne riziká ťažby fosílnych palív. Ich ťažba s obrovským nárastom prekonala objem iných (rudy a nerudy) surovín, ktoré ľudstvo doteraz vy-ťažilo (okrem stavebných surovín, tie nikto nepočítal). Zároveň,

vyhľadávaním ropy sa získali informácie o geologickej stavbe Zeme, vývoji oceánov, biologickej evolúcii a klimatických podmienkach na Zemi v ďaleko väčšom rozsahu, ako pri vyhľadávaní iných surovín. Ropa sa veľmi ťažko vyhľadáva a ešte ťažšie ťaží. Zdokonalili sme preto techniky a technológie a boli do nich investované obrovské prostriedky. Mnohé z nich sa stali základom moderného sveta a jeho bohatstva. Áno vyhľadávanie a ťažba ropy a zemného plynu je stále lukratívne podnikanie a súčasne aj povolanie ako z profesionálneho, tak aj sociálneho hľadiska. Ale nič netrvá večne. Enviro-stratégie a politiky štátov, ale aj štatistiky o očakávaniach od budúceho zamestnania a perspektívnosti profesie pri voľbe štúdia neklamú. Aj v rámci podnikateľských rizík sa obava zo straty (významu) profesie objavuje na popredných miestach, čo tiež mladých ľudí odrádza. Obdobne ako o modernej ťažbe uhlia v Európe vedia ešte niečo určite Poliaci (Ukrajinci tiež), tak inde v Európe asi pomaly zabudneme aj na geológiu ropy (výrazne klesá ťažba aj v Severnom mori). Aj v USA už pred časom poklesol záujem o štúdium ložiskovej ropnej geológie, ako aj štúdium petrochémie na univerzitách na viac ako o polovicu (World Petroleum Congress). Reálne sa už prejavuje strata vedomostí, špecifických poznatkov a zručností, a to nielen v rámci geologických, ale aj pridružených profesií. Na druhej strane sa ukazuje sa, že nová európska ekonomická stratégia, ktorá predpokladá otvorený svetový trh so (stále dostupnými) surovinami, nemusí v krátkodobom alebo strednodobom horizonte fungovať. Budeme sa naozaj musieť pozrieť aj na domáce surovinové zdroje ? Ak áno, kto ich zhodnotí v „záujme štátu“ ? Niet pochýb, že boj o suroviny a energie bude prinášať mnoho nových výziev, ktoré by nás prírodovedcov (a geológov osobitne) vo vzdelávacom procese nemali prekvapiť. Je však tiež zjavné, že s tradičnou výukou geológie ďaleko nezájdeme.

Použité literatúra a informačné zdroje

Lintnerová O. 2010. *Ložiská kaustobiolitov. Uhlie a Ropa*. Bratislava, Univerzita Komenského. 118 s

Lintnerová O.. 2002. Vplyv ťažby nerastných surovín na životné prostredie. Bratislava, Univerzita Komenského, 160 s.

Hámor T., Hámor-Vidó M., , Correia V., 2020: Geology, the regulated discipline and profession in Europe IUGS: <https://doi.org/10.18814/epiugs/2020/020075>

Hudec M.: Analytik Jirušek: Zastavenie dodávok ruského plynu by sa rovnalo vyhláseniu vojny.| EURACTIV.sk, aktualizované 5. 3. 2022,

Geist R.: Drahý plyn zabrzdil odchod od uhlia, obnoviteľné zdroje sú atraktívnejšie
11. 2. 2022 EURACTIV.sk

Jenčová I. a Geist R.: Konečný verdikt Komisie: Jadro a plyn budú hrať úlohu v zelenej transformácii| EURACTIV.com, EURACTIV.sk a TASR 3.2.2022 (aktualizované 4. 2. 2022)

Jenčová I. a Tisová, T.: | Vojna na Ukrajine urýchli rozvoj vodíka, počíta s ním aj Slovensko. 11. 3. 2022 (aktualizované 15. 3. 2022) EURACTIV.sk

Jones N. september 2021, <https://www.nature.com/immersive/d41586-021-02523-5/index.html>

Nef H.J.: International overview of hydrogen and fuel cell research, *Energie* 34 (2009) 327-333

Simon F., U plans certification scheme for carbon dioxide removals EUROACTIVE.com, 17.9.2021
Global Carbon project 2020 <https://doi.org/10.5194/essd-12-1561-2020>

19 Past IPCC reports, reflecting the literature, have used a variety of approximately equivalent metrics of GMST change.

REPORT ON THE 2021 WPC GLOBAL YOUTH SURVEY, December 2021, at the 23rd World Petroleum Congress in Houston (USA).