FPE

Policy Paper

Beneficiile tehnologiei geotermale cu buclă închisă

FPE

Structură

Rezumat executiv **2**

1. Introducere: Energia geotermală tradițională și limitele sale **3**

1.1. Definiție 3
1.2. Tehnologia utilizată în sistemul de captare a căldurii în circuit deschis 3

2. Implementarea tehnologiei sistemului cu buclă închisă **5**

2.1. Tehnologia sistemelor în buclă închisă (caracteristici tehnice) 5
2.2. Principalele beneficii și diferențe față de energia geotermală tradițională 7
2.3. Avantajele utilizării sistemelor de captare a căldurii geotermale *în circuit închis* 8
2.4. Contribuția la combaterea schimbărilor climatice 8
2.5. Exemple de proiecte pilot de succes implementate la nivel european și internațional (Geretsried - Germania, Vancouver - Canada, Fervo Energy/Google, Nevada - SUA) 9

3. Oportunități de exploatare a sistemelor de captare a căldurii în circuit închis în România **11**

3.1. Potențialul geologic al României 11
3.2. Potențialul tehnologic. Transferul de know-how din sectorul petrolului şi gazelor naturale către noua tehnologie de captare a căldurii 11
3.3. Zone relevante pentru implementarea noii tehnologii (maparea zonelor geografice relevante din țară) 13

4. Necesitatea implementării noii tehnologii **14**

5. Oportunități de actualizare a cadrului legislativ actual **15**

5.1. Elemente care lipsesc în cadrul legislativ actual 15
5.2. Recomandări de actualizare a Legii Minelor 85/2003 pentru a reflecta cerințele tehnologiei geotermale cu circuit închis 16

Concluzii **18**

Rezumat executiv

Energia geotermală este o formă de energie derivată din căldura emanată din interiorul Pământului prin roci și fluide subterane. Acest tip de energie curată, durabilă, disponibilă în permanență, este utilizată pentru a produce energie electrică și termică, care este apoi distribuită consumatorilor prin intermediul rețelelor.

Cu toate acestea, utilizarea acestui tip de energie este încă limitată în România și din cauza limitărilor semnificative pe care le prezintă sistemele convenționale (în buclă deschisă) de captare a căldurii, care necesită amplasarea în apropierea surselor de apă termală, precum și a gradienților de temperatură foarte mari. Cerința de a avea gradienți de temperatură ridicați și existența unor acvifere permeabile limitează semnificativ dezvoltarea pe scară largă a proiectelor de energie geotermală convențională, făcând din aceasta o tehnologie de nișă, potrivită doar în regiunile calde (Rybach, 2010). O altă restricție este aceea că resursele geologice de apă caldă trebuie să se afle în apropierea cererii de căldură, reprezentată de orașele cu rețele de încălzire.

Sistemele geotermale în buclă închisă (CLGS) reprezintă o soluție pentru universalizarea utilizării acestui tip de energie, inclusiv în România, o țară cu o tradiție îndelungată în explorarea operațiunilor de foraj și exploatarea a resurselor minerale, precum și cu un know-how și expertiză profundă în acest domeniu.

Tehnologia cu buclă închisă, utilizată deja în Canada, Germania și SUA, prezintă avantaje cheie semnificative în raport cu sistemul convențional (cu buclă deschisă). Printre acestea se numără absența fracturării hidraulice, posibilitatea de a exploata energia geotermală indiferent de disponibilitatea acviferelor de apă caldă din apropierea centralei de cogenerare, lipsa riscurilor legate de seismicitatea indusă, lipsa utilizării apei, absența oricăror elemente supuse coroziunii/eroziunii/depunerii și legătura directă între orașele unde există cerere și resursele de apă caldă.

În plus, tehnologia în circuit închis poate garanta o sarcină de bază permanentă (24/7) în producția de energie electrică și costuri competitive în comparație cu sursele regenerabile, acestea din urmă fiind considerate relativ limitative în ceea ce privește amprenta considerabilă a terenului și longevitatea activelor, dar și în ceea ce privește disponibilitatea sursei de producție. În plus, având în vedere amprenta la sol extrem de redusă a tehnologiei, precum și operațiunile silențioase, impactul social al operațiunilor este minim. Aplicată la scară largă și, în paralel, prin modernizarea sistemelor de distribuție a căldurii în orașe, tehnologia poate înlocui sursele actuale de căldură cu o sursă durabilă, o soluție inovatoare, eficientă din punctul de vedere a costurilor și cu disponibilitate permanentă.

Sistemul în circuit închis presupune forarea la mare adâncime și introducerea unor conducte realizate dintr-un material special, termoconductor, în sol, în apropierea stratului de rocă magmatică, unde se înregistrează temperaturi de aproximativ 300°C. Asemănător unui radiator prin care este recirculată apa, sistemul de conducte captează căldura subterană a rocilor magmatice și o aduce la suprafață sub formă de lichid fierbinte, care este apoi transformat în cadrul centralei de cogenerare atât în energie electrică, cât și în energie termică.
În acest context, se recomandă o abordare legislativă unică pentru reglementarea energiei geotermale, asociată cu Legea Minelor 85/2003 drept singurul cadru legislativ esențial adecvat pentru a reglementa acest tip distinct de resursă minerală, și nu prin alte acte legislative existente.

Din punct de vedere legislativ, utilizarea și exploatarea pe scară largă a energiei geotermale ar putea fi facilitată în România prin revizuirea actualei Legi a Minelor 85/2003, pentru a prevedea: (1) o definiție clară a energiei geotermale, inclusiv o terminologie extinsă pentru a defini în mod explicit căldura geotermală, energia geotermală și exploatarea apei geotermale printre resursele care pot fi exploatate; (2) un proces de autorizare simplificat /unic, cu criterii transparente pentru cererile investitorilor; (3) un acces facil la procedurile de autorizare și perioade rezonabile de acordare; și (4) perioade mai lungi pentru permisele de foraj acordate pentru aplicațiile geotermale.
Un aspect important care trebuie luat în considerare este faptul că investiția inițială în cazul tehnologiei în circuit închis este mult mai mare decât în cazul sistemelor convenționale de captare a căldurii, cu recuperare în timp. Cu toate acestea, eficiența costurilor operaționale pe termen lung este mai ridicată decât în cazul aplicațiilor tradiționale.

În plus, acest sector are potențialul de a genera noi locuri de muncă pe plan național, precum și de a îmbunătăți performanța generală în materie de mediu, deoarece România s-a alăturat recent eforturilor europene și mai largi de reducere a emisiilor de carbon și de creștere a cantității de energie obținută din surse regenerabile.
Guvernul și sectorul privat ar trebui să colaboreze pentru a se asigura că România beneficiază de cele mai recente aplicații disponibile pe piață și de avantajele clare prezentate de tehnologia cu circuit închis, pentru a transforma beneficiile energiei geotermale în realitate pentru o populație mai largă.

1. Introducere: Energia geotermală tradițională și limitările sale

1.1. Definiție

Energia geotermală este o formă de energie derivată din căldura emanată din interiorul Pământului prin roci și fluide subterane. Acest tip de energie este utilizat pentru a produce electricitate și căldură, care sunt apoi distribuite către consumatori prin intermediul rețelelor. Puterea instalată este utilizată în aplicații termice, dar **utilizarea acestui tip de energie este încă limitată în România.**

Energia geotermală este **o sursă de energie regenerabilă și inepuizabilă,** care poate fi utilizată în mod continuu în locurile care îndeplinesc condițiile tehnice. În ceea ce privește utilitatea energiei geotermale convenționale în clădiri, sursele geotermale aflate la o distanță de până la câteva zeci de metri pot fi utilizate pentru a încălzi sisteme mici cu ajutorul pompelor de căldură.

Pentru producerea de energie electrică, operațiunile de exploatare se desfășoară la adâncimi cuprinse între 2.000 și 7.000 metri, la temperaturi de peste 150°C (geotermie în roci fierbinți).

1.2. Tehnologia utilizată în sistemul de captare a căldurii în circuit deschis *(buclă deschisă)*

Într-un sistem de captare a căldurii în *buclă deschisă,* apa subterană este direcționată de la un acvifer din apropiere către o pompă de căldură geotermală de interior. După ce apa părăsește locuința, aceasta este evacuată înapoi printr-un puț, care este situat la o distanță adecvată. De asemenea, apa poate fi direcționată către un iaz din apropiere sau către un șanț de drenaj aprobat, în funcție de reglementările locale.

În cadrul acestui sistem, bucla este formată dintr-un sistem de conducte îngropate în pământ. Aceste conducte subterane sunt umplute cu fluide care facilitează schimbul de căldură.

Într-o etapă ulterioară, pompa de căldură face schimb de căldură între aer și sistemul de buclă subterană, capturând căldura din aer sau din buclă, în funcție de nivelul de încălzire sau răcire dorit. Căldura este trimisă la pompă prin intermediul unui schimbător de căldură. Sistemul de distribuție este apoi elementul care furnizează aer încălzit sau răcit în întreaga gospodărie. Cu cât bucla subterană este mai lungă, cu atât mai mare este cantitatea de căldură care poate fi colectată. Lungimea rețelei de conducte trebuie proiectată în funcție de dimensiunea proprietății și de cantitatea de căldură necesară, astfel încât să se poată menține o temperatură confortabilă pe tot parcursul anului, indiferent de anotimp.

Este important de reținut că Pământul absoarbe aproape jumătate din energia solară pe care o primește zilnic. Pământul rămâne la o temperatură constantă chiar și în timpul iernii, ceea ce înseamnă că un sistem geotermic poate fi utilizat pe tot parcursul anului.

În cazul sistemului cu buclă deschisă, apa geotermală poate fi exploatată și prin intermediul unui sistem dublu, format din puțuri de injecție și de producție. Caracteristicile acestui sistem depind, de asemenea, de condițiile geologice specifice. Aceste condiții includ:

- Rezervoarele existente
- Fluxul de căldură
- Fluide

Trebuie remarcat faptul că acviferele sedimentare sunt definite de litologia lor, precum și de proprietățile lor termice. Aceste caracteristici pot influența transportul fluidelor și, respectiv, al căldurii, iar o înțelegere corectă a influenței acestor caracteristici este esențială pentru înțelegerea performanțelor sistemelor dublete și pentru planificarea corectă a proiectului.

O limitare semnificativă a aplicațiilor geotermale tradiționale este aceea că resursa de apă, rezervorul de apă fierbinte, trebuie să se afle în apropierea unui furnizor de încălzire urbană sau industrială. O altă limitare importantă este aceea că **sistemele geotermale convenționale funcționează numai acolo unde gradienții geotermali sunt mari.** Variația temperaturii în funcție de adâncime este cunoscută drept **gradient geotermal.**

În timp ce temperatura, presiunea, volumul, entalpia și entropia sunt proprietăți termodinamice ale unui anumit sistem, **căldura** se referă la "energia în tranzit", adică la energia care circulă datorită diferențelor de temperatură.

Entalpia este măsura conținutului de căldură (energie) al unui sistem. Resursele geotermale sunt clasificate în funcție de entalpia purtătorului de căldură, în entalpie de grad scăzut, mediu și ridicat.

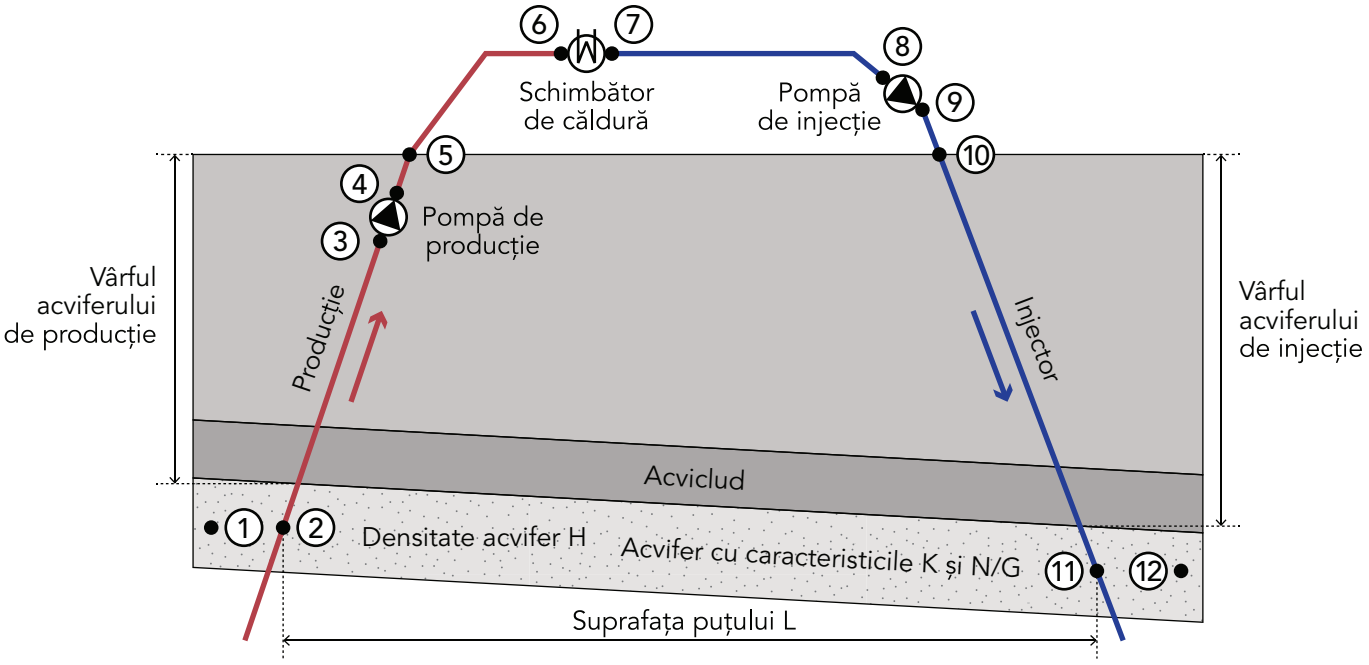
Datele obținute de la peste 45.000 de zăcăminte de petrol și gaze naturale indică beneficiile rocilor mai calde și mai puțin adânci, întrucât temperatura este strâns corelată cu datoriile (studiu Wood Mackenzie). Potrivit aceluiași studiu, zăcămintele foarte permeabile nu sunt frecvente la adâncimi mai mari, ceea ce înseamnă că gradienții geotermali peste medie sunt de obicei foarte importanți pentru zăcămintele calde și permeabile.

Astfel, cerința unor gradienți de temperatură ridicată și existența unor acvifere permeabile limitează în mod semnificativ dezvoltarea pe scară largă a energiei geotermale, ceea ce face ca tehnologia convențională (cu buclă deschisă) să fie o alegere potrivită doar în regiunile calde (Rybach, 2010).

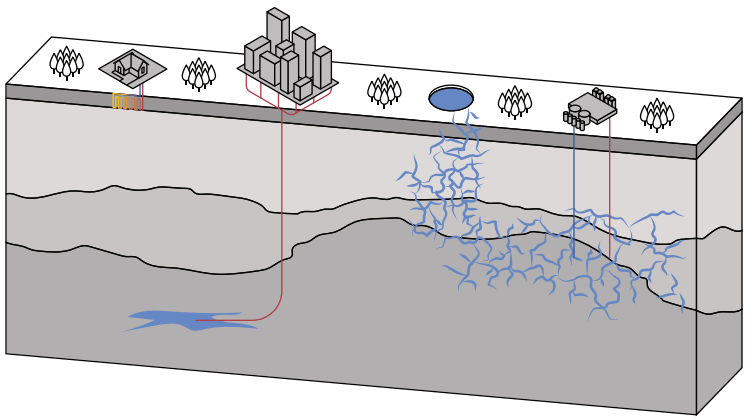
În plus, **caracteristicile zăcămintelor trebuie să se încadreze în limitele economice în ceea ce privește porozitatea, permeabilitatea** și asigurarea unor debite ridicate. În plus, merită menționat faptul că apa nu trebuie să conțină gaze sau alte elemente perturbatoare (Ca, Mg etc.).

Imaginile de mai jos ilustrează caracteristicile tehnice și componentele sistemelor convenționale *(cu circuit deschis)* de captare a căldurii.

Schimbător de căldură pentru foraj/pompe de căldură
Geotermie clasică - Sisteme duble: 1. Acvifer, 2. Rezervor fracturat



Sisteme geotermice clasice/convenționale
Sursa: eavor.com



2. Implementarea tehnologiei sistemelor cu *buclă închisă*

2.1. Tehnologia sistemelor cu circuit închis pentru captarea căldurii din subteran (caracteristici tehnice)

Captarea căldurii în circuit închis este o tehnologie nouă, dezvoltată și testată de câțiva ani în țări precum Canada, SUA și Germania, care poate contribui la diversificarea surselor de producere a căldurii la nivel național. **Sistemul a fost testat și îmbunătățit,** implicând construcția unei centrale de cogenerare de energie termică și electrică. În același timp, sistemele geotermale sunt clasificate în funcție de temperaturile de producție.

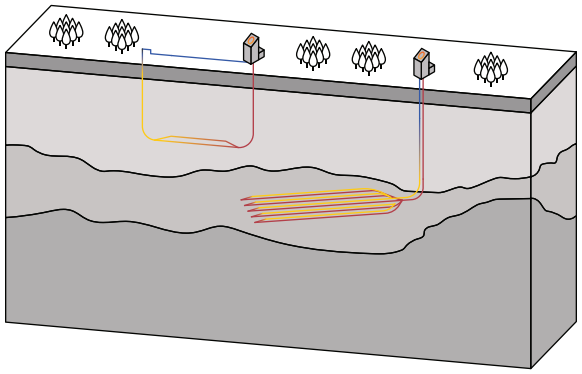
În Canada, bucla de testare este în funcțiune din 2019, în timp ce în Germania (Geretsried) operațiunile de foraj sunt încă în curs de desfășurare.

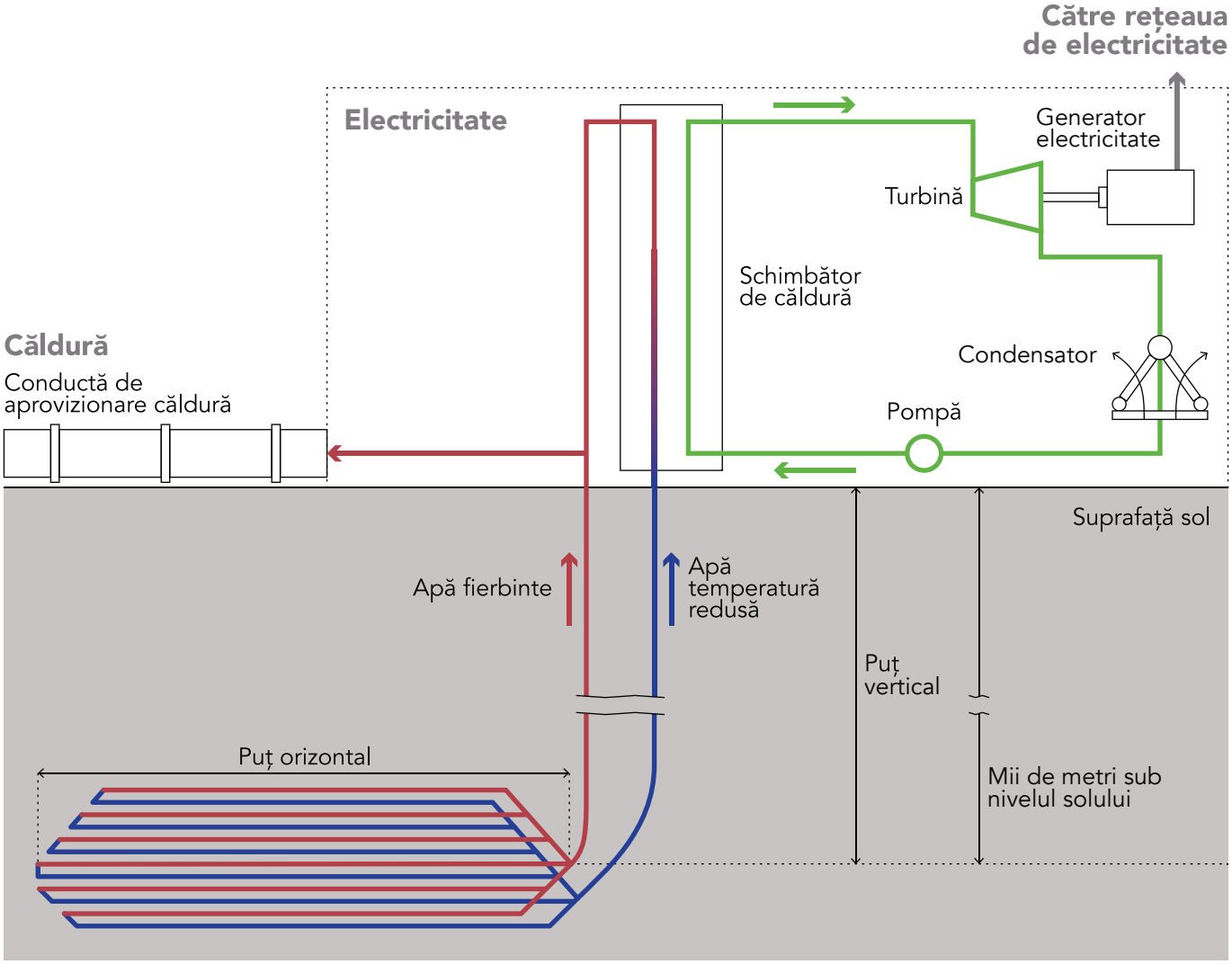
Sistemul subteran de captare a căldurii în buclă închisă presupune forarea și introducerea în sol a unor conducte realizate dintr-un material special termoconductor, la **adâncimi semnificative** (până la 7.000 de metri), în apropierea stratului de rocă magmatică, unde se înregistrează temperaturi de aproximativ 300°C. Asemănător unui radiator prin care este recirculată apa, sistemul de conducte captează căldura subterană a rocilor magmatice și o aduce la suprafață sub formă de lichid fierbinte. Acest lichid este apoi transformat în cadrul centralei de cogenerare atât în energie electrică, cât și în energie termică.

Trebuie remarcat faptul că, în cazul acestei tehnologii în circuit închis, forajele de căutare a apei sunt înlocuite de existența unui singur puț sau a mai multor puțuri conectate între ele într-o buclă închisă. Aceste instalații colectează căldura din adâncurile subterane într-o structură care poate fi comparată cu un radiator. Astfel, se elimină incertitudinea privind schimbul de fluide și existența rezervorului.

Imaginea de mai jos ilustrează caracteristicile tehnice ale noilor sisteme de captare a căldurii în circuit închis.

Sisteme geotermice noi




Către rețeaua de electricitate
Electricitate
Generator electricitate
Turbină
Schimbător de căldură
Condensator
Pompă
Căldură
Conductă de aprovizionare căldură
Suprafață sol
Apă fierbinte
Apă temperatură redusă
Puț vertical
Puț orizontal
Mii de metri sub nivelul solului

2.2. Principalele beneficii și diferențe față de energia geotermală tradițională

Sistemul cu circuit închis diferă de energia geotermală tradițională în mai multe moduri. **Captarea în buclă închisă nu utilizează resurse naturale, deoarece nu extrage apă fierbinte (geotermală) din subteran.** De asemenea, tehnologia în circuit închis nu necesită dispozitive de pompare, deoarece lichidul fierbinte este returnat la suprafață prin termosifon natural.

Trebuie remarcat faptul că această **nouă tehnologie nu utilizează fracturarea hidraulică,** astfel încât nu există niciun risc de seismicitate indusă. De asemenea, nu se eliberează dioxid de carbon sau gaze cu efect de seră, iar **costurile de exploatare sunt mai eficiente** decât în cazul sistemelor geotermale tradiționale. Pe de altă parte, **investiția inițială în acest caz este mult mai semnificativă decât în cazul sistemelor convenționale** *(cu buclă deschisă)* de captare a căldurii, recuperarea investiției având loc în timp.
În același timp, **energia geotermală tradițională nu a fost niciodată scalabilă la nivel global, spre deosebire de sistemele subterane de captare a căldurii în circuit închis.**

Tabelul de mai jos ilustrează diferențele și caracteristicile cheie ale sistemelor convenționale de captare a căldurii și ale noii tehnologii (cu buclă închisă).

Descriere	**Geotermie clasică**		**Sistem geotermal îmbunătățit**	**Sistem geotermal avansat**
	Sistem etanș Doublet	Sistem de fractură Doublet		
Tipul de sistem	Deschis		Deschis	Închis
Fluxul de apă	Apa curge printr-un rezervor, cu schimb de fluide între sistem și rezervor			Apa circulă separat de rezervor, cu un schimb de fluide minim sau deloc
Modul de încălzire	Convecție termică		Convecție termică	Convecție termică
Geologie	Rezervor permeabil	Rezervor permeabil fracturat	Rezervor rezistent la apă	Rezervor rezistent la apă
Adâncime	Depinde de geologie și de gradientul geotermal (2,5 km - 5 km)			
Seismicitate indusă	Redusă	Medie	Ridicată	Neglijabilă
Dificultăți operaționale	Detragere, cădere de debit, avarierea pompei		Este necesară fracturarea hidraulică regulată	Pierderea fluidului de lucru și prăbușirea puțului
Nevoia de pompă	De la	De la	De la	Nu, din cauza efectului termosifon
Scăderea randamentului termic în timp	Constant			Scădere mică în timp
Scalabilitate	Redusă		Redusă	Medie
Costurile implicate	Cheltuieli de capital reduse, cheltuieli operaționale ridicate		Cheltuieli de capital medii, cheltuieli de exploatare ridicate	Cheltuieli de capital ridicate, cheltuieli operaționale eficiente

2.3. Avantajele utilizării sistemelor de captare a căldurii geotermale în circuit închis

Tehnologia de captare a căldurii în buclă închisă poate fi implementată în orice zonă subterană cu temperaturi ridicate. Pentru o țară precum România, caracterizată de o tradiție îndelungată în ceea ce privește operațiunile de foraj în industria petrolului și a gazelor naturale, implementarea noii tehnologii în circuit închis reprezintă o oportunitate reală de a utiliza expertiza și cunoștințele locale deja aplicate în sectorul petrolier.

Utilizarea acestei tehnologii reprezintă o oportunitate de a furniza în mod sustenabil energie termică pentru industrie, dar și pentru orașele din România, în special pentru cele situate în zone cu temperaturi subterane ridicate. **Energia termică geotermală** poate fi o soluție optimă pentru **furnizarea de energie termică în România la prețuri mai competitive,** fără aplicarea de subvenții la prețul final, în special în zonele cu condiții geologice propice. Astfel, **sistemul în circuit închis poate genera electricitate la scară industrială** sau suficientă căldură pentru a încălzi echivalentul a 16.000 de locuințe cu o singură instalație. Temperaturile de producție cuprinse între 45° și 150° C sunt capabile să genereze aplicații de utilizare a căldurii sau chiar electricitate cu entalpie scăzută (75°C), în timp ce temperaturile de producție mai mici de 45° pot fi utilizate pentru încălzire, cu ajutorul unei pompe de căldură.

Electricitatea care poate fi produsă prin noua tehnologie în circuit închis ar putea aduce pe piață până la 25 TWh pe an, înlocuind astfel necesarul de consum din importuri. În timp, această resursă poate înlocui energia electrică produsă din combustibili fosili (cărbune, produse petroliere sau gaze naturale), având în vedere tendința europeană și internațională, precum și angajamentele recente ale României în cadrul Strategiei pe termen lung pentru reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră.

În același timp, tehnologia poate garanta o sarcină de bază permanentă (24 de ore pe zi, 7 zile pe săptămână) în producția de energie electrică și costuri competitive în comparație cu sursele regenerabile, acestea din urmă fiind considerate relativ limitative în ceea ce privește amprenta considerabilă a terenului și longevitatea activelor, dar și în ceea ce privește disponibilitatea sursei de generare. În plus, având în vedere **amprenta extrem de mică a tehnologiei asupra terenului,** precum și operațiunile silențioase, impactul social al operațiunilor este minim, potrivit experților.

Astfel, tehnologia poate înlocui sursele actuale de căldură cu o sursă durabilă, cu costuri de producție eficiente și disponibilitate permanentă.

2.4. Contribuția la combaterea schimbărilor climatice

Proiectele geotermale cu circuit închis contribuie în mod semnificativ la atenuarea schimbărilor climatice, oferind o sursă de energie durabilă și cu emisii reduse. Spre deosebire de combustibilii fosili tradiționali, aceste sisteme generează căldură și electricitate cu **emisii minime de carbon.** Ele utilizează o buclă subterană închisă pentru a extrage energia termică, reducând utilizarea terenurilor și impactul asupra mediului. Spre deosebire de alte surse de energie regenerabilă care depind de condițiile meteorologice (de exemplu, intermitența energiei solare, eoliene și hidroenergetice), această sursă de energie regenerabilă este, de asemenea, **constantă și fiabilă,** ceea ce o face ideală pentru tranziția energetică.

Prin înlocuirea surselor de energie cu utilizare intensivă a carbonului și a surselor regenerabile nesigure, sistemele geotermale în circuit închis contribuie la **reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră,** ceea ce reprezintă un factor esențial în combaterea schimbărilor climatice, **fără a consuma resursele limitate ale planetei.** Aceste sisteme evită consumul de apă și potențialele probleme de contaminare a apelor subterane asociate metodelor geotermale tradiționale. Furnizând o sursă de energie stabilă și curată, acestea contribuie la tranziția către un viitor energetic durabil și cu emisii reduse de dioxid de carbon, crucial în lupta împotriva schimbărilor climatice. Aprovizionarea continuă cu energie și tehnologia, care minimizează impactul la suprafață și reduce emisiile de gaze cu efect de seră, fac din sistemele cu circuit închis candidatul ideal pentru a aborda răspunsuri pragmatice la schimbările climatice, mai ales în comparație cu alte surse de energie care reprezintă o parte fundamentală a mixului energetic.

Energia geotermală este evidențiată în cea mai recentă versiune a **Planului Național Integrat în domeniul Energiei și Schimbărilor Climatice** (PNIESC), ca fiind o tehnologie modernă bazată pe surse de energie regenerabilă, cu emisii scăzute sau chiar zero emisii. Potrivit planului, România beneficiază de mai multe surse de resurse geotermale, care pot fi folosite pentru producerea de energie electrică, dar și pentru încălzirea zonelor rezidențiale.

Energia geotermală este, de asemenea, menționată în **Strategia pe termen lung a României pentru reducerea emisiilor** ca instrument care poate sprijini implementarea mai multor tipuri de intervenții care răspund obiectivelor naționale. Printre aceste obiective se numără dezvoltarea în continuare și investițiile în sectorul agroalimentar care vizează producerea de energie din surse regenerabile, contribuind în același timp la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră (GES).

2.5. Exemple de proiecte pilot de succes implementate la nivel european și internațional (Vancouver - Canada, Geretsried - Germania, Fervo Energy/Google, Nevada - SUA

Studiu de caz Vancouver

Proiectul geotermal cu buclă închisă din Vancouver, Canada, a fost caracterizat ca fiind una dintre cele mai inovatoare abordări contemporane ale energiei durabile. Acesta este eficient și ecologic, reducând semnificativ amprenta de carbon în comparație cu sursele alternative de energie tradiționale disponibile în Canada.

Creative Energy, lider în domeniul soluțiilor energetice de cartier, colaborează cu Eavor Technologies, o companie geotermală globală cu sediul în Canada, pentru a integra Eavor-Loop™, o tehnologie geotermală cu circuit închis, în sistemul energetic din centrul orașului Vancouver. Proiectul, care face parte din planul pe termen lung al Creative Energy de a se transforma într-o companie de utilități cu zero emisii de carbon, are drept scop revitalizarea și decarbonizarea centralei de aburi din centrul orașului, alimentată cu gaze naturale. Integrarea ar reduce emisiile de gaze cu efect de seră ale orașului Vancouver cu aproximativ 30.000 de tone anual, contribuind semnificativ la obiectivul de zero emisii al Canadei. Eavor a primit recent un grant substanțial din partea Fondului de Dezvoltare al Canadei, subliniind potențialul proiectului ca model de decarbonizare urbană.

Unul dintre proiectele cheie actuale include decarbonizarea centralei de aburi din centrul orașului Vancouver, care în prezent depinde de cazanele alimentate cu gaze naturale dintr-o centrală, producând căldură care este distribuită către clienții finali sub formă de abur printr-o rețea de conducte subterane.

O dată finalizat, acest proiect va fi una dintre cele mai mari inițiative de schimbare a combustibilului termic din America de Nord și va oferi o infrastructură de energie regenerabilă în centrul orașului Vancouver. Ca parte a planurilor sale de decarbonizare suplimentară a sistemului, Creative Energy își elaborează în prezent planul de resurse pe termen lung. Acest plan propune o strategie de transformare a sistemului într-o companie de utilități fără emisii de carbon, inclusiv transformarea sistemului de distribuție din abur în apă caldă pentru a se adapta la tehnologiile curate.

Studiu de caz Geretsried

Proiectul Eavor din Geretsried, Germania, prima centrală electrică la scară comercială a companiei, a fost posibil datorită unui grant de 91,6 milioane de euro din partea Fondului de Inovare al UE[1]. În prezent, proiectul este în curs de construcție la Geretsried, în sudul Germaniei. Centrala este construită pe același amplasament care fusese selectat anterior pentru un proiect geotermal tradițional, abandonat ulterior, întrucât nu fusese identificat un rezervor adecvat.

Având în vedere că sistemul Eavor-Loop nu are nevoie de o sursă de apă caldă, echipa care a lucrat la noul proiect a putut folosi chiar și instalațiile din inițiativa anterioară. Noul amplasament al instalației va include două puțuri verticale conectate pe orizontală. Odată ce acest circuit închis va fi pus în funcțiune, un fluid special va fi pus în circulație prin el pentru a colecta căldura din subteran. Printr-un efect asemănător unui radiator, diferența de densitate dintre fluidul cald și cel rece din sistem aduce căldura la suprafață, iar căldura astfel obținută poate fi transportată în rețeaua locală de încălzire sau transformată în energie electrică.

La Geretsried, **Eavor Deutschland** a finalizat până în prezent primele două foraje verticale și a ajuns la o adâncime de 4.500 m. Compania a reușit, de asemenea, să realizeze devierea, curba spre planul orizontal, și continuă în prezent să foreze pe orizontală. În același timp, se construiește în prezent și centrala care va produce energie electrică. Inițial, se va produce electricitate, iar ulterior se va produce și căldură.

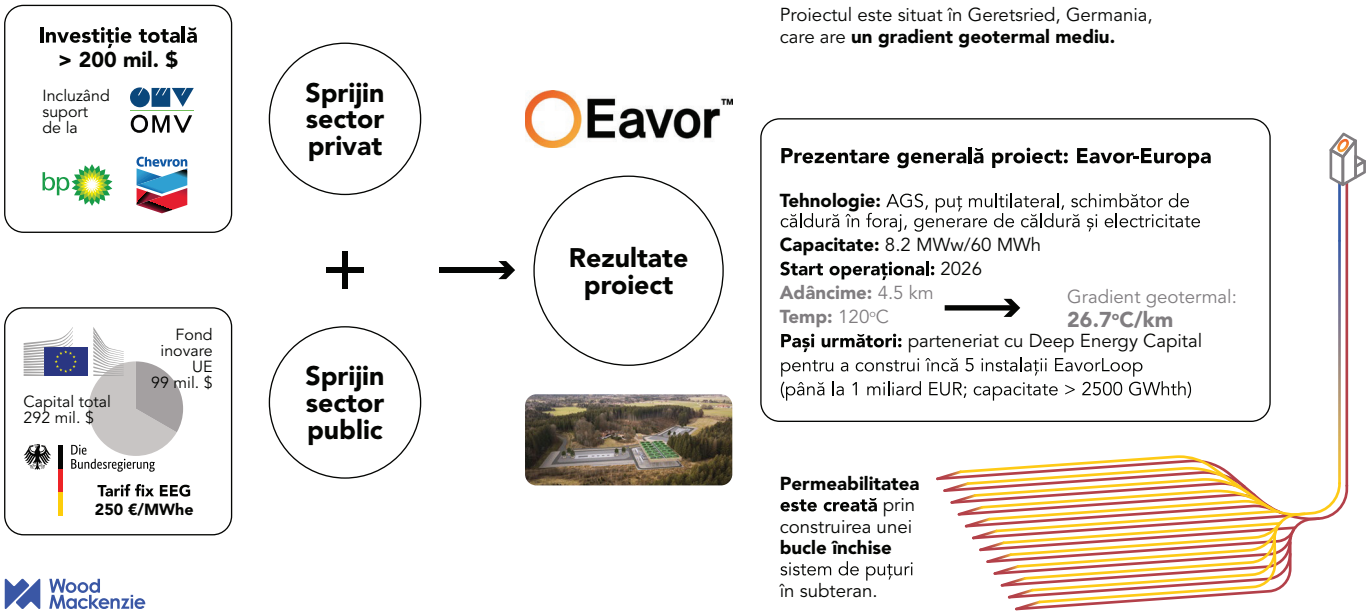
Se preconizează că uzina de la Geretsried va fi pe deplin operațională de la sfârșitul anului 2026. În timpul ciclului său inițial de viață de 30 de ani, **se așteaptă ca centrala să producă aproape 65 MW de energie termică și peste 8 MW de energie electrică.** Având în vedere că doar 1MW poate alimenta între 400 și 900 de gospodării pe an, se așteaptă ca această centrală să contribuie semnificativ la ecologizarea rețelelor locale de încălzire și de electricitate, **evitând eliberarea** în atmosferă a **aproximativ 45.000 de tone de CO_2 anual.** Această cifră este echivalentă cu emisiile produse de încălzirea a peste 10.000 de locuințe cu un cazan pe gaz timp de un an.

1 https://climate.ec.europa.eu/news-your-voice/news/eavorloop-story-harnessing-earths-energy-greener-transition-2023-11-06_en.

În plus, deoarece sistemul în circuit închis nu necesită energie pentru a funcționa, emisiile de gaze cu efect de seră ale instalației în timpul etapei de funcționare vor fi aproape de zero. La scară locală, este de remarcat faptul că se așteaptă ca proiectul să genereze **4.000 de locuri de muncă în Geretsried și în zonele învecinate.**

Odată ce proiectul Geretsried se va dovedi a fi operațional, Eavor va invita alți dezvoltatori de energie să ia în considerare implementarea acestei tehnologii în cadrul propriilor lor inițiative.

Proiecte pilot cu noile tehnologii
Studiu de caz: Eavor



Studiu de caz Nevada

În Statele Unite, Fervo Energy a încheiat un parteneriat cu Google pentru a dezvolta un proiect geotermal similar cu buclă închisă în Nevada. Acest proiect are ca scop furnizarea de energie curată și regenerabilă pentru centrele de date ale Google, prezentând o investiție semnificativă în tehnologii energetice durabile din partea unei mari companii de tehnologie. Ambele proiecte sunt exemple ale modului în care sistemele geotermale în circuit închis sunt utilizate pentru a avansa soluțiile de energie regenerabilă în America de Nord.

Google a reușit să integreze cu succes energia electrică fără emisii de carbon provenită dintr-un proiect geotermal avansat realizat de Fervo Energy în Nevada pentru a-și alimenta centrele de date. Această etapă importantă demonstrează potențialul energiei geotermale de a contribui semnificativ la soluțiile privind schimbările climatice. Proiectul utilizează tehnici de foraj inovatoare și sisteme cu circuit închis, marcând un pas important în dezvoltarea tehnologiei geotermale. Succesul Fervo lasă loc pentru proiecte mai mari, subliniind rolul energiei geotermale ca sursă de energie fiabilă și curată pentru atingerea obiectivelor de energie fără emisii de carbon 24/7.

În luna noiembrie a anului trecut, Google a anunțat că proiectul de energie geotermală de 3.5 MW dezvoltat împreună cu Fervo Energy în Nevada a început să livreze, oficial, energie către rețeaua locală, care alimentează și centrele de date ale Google din Nevada. Instalația de energie geotermală din Nevada este o inițiativă de sistem geotermal îmbunătățit la scară largă. La sfârșitul anului 2023, Fervo a anunțat[2] rezultate de succes după forare și stimulare, sistemul de tip dublet fiind capabil să susțină o producție de energie electrică de 3.5 MW cu un debit de 63 L/s la temperaturi ridicate.

Google consideră că energia geotermală este o componentă importantă pentru a-și atinge obiectivul de a obține o **aprovizionare cu energie electrică fără emisii de carbon în cadrul operațiunilor** și centrelor de date până în 2030. Compania a anunțat, de asemenea, un nou parteneriat cu Project InnerSpace, cu scopul de a aborda provocările critice cu care se confruntă dezvoltarea geotermală, inclusiv dezvoltarea unui instrument de cartografiere și evaluare a resurselor geotermale la nivel mondial.

2 https://www.thinkgeoenergy.com/fervo-and-google-geothermal-power-facility-starts-grid-supply/, noiembrie 2023.

3. Oportunități de exploatare a sistemelor de captare a căldurii în circuit închis în România

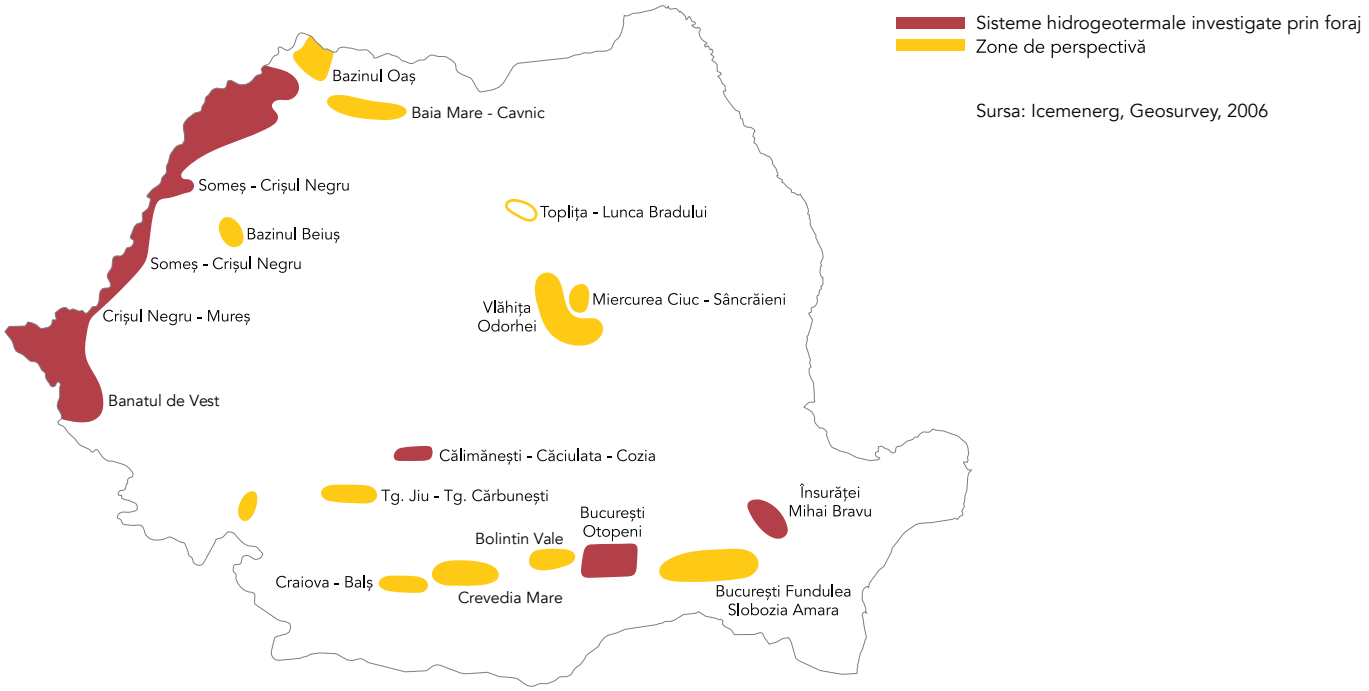
3.1. Potențialul geologic al României

Explorarea resurselor geotermale a început în România în anii 1960. Peste 250 de foraje efectuate la adâncimi cuprinse între 800 și 3.500 de metri au indicat prezența resurselor geotermale de entalpie joasă (40-120°C). Echiparea și exploatarea experimentală a peste 100 de foraje în ultimii 25 de ani a permis evaluarea căldurii exploatabile din aceste resurse geotermale.

România se află printre primele cinci țări europene cu potențial de energie geotermală, în prezent fiind efectuate explorări în 24 de situri. Cu toate acestea, România dispune de un număr mult mai mare de surse subterane de ape geotermale.

Peste 250 de puțuri săpate la adâncimi cuprinse între 800 și 3.500 de metri au indicat existența unor resurse geotermale cu entalpie scăzută (40 - 120°C). Cu toate acestea, pentru adâncimi mai mari, în jurul valorii de 4.500 de metri, gradientul ridicat de temperatură a fost confirmat de puțuri realizate în cursul operațiunilor de căutare de hidrocarburi.

Sistemele geotermale din România



3.2. Potențialul tehnologic. Transferul de know-how din sectorul național al petrolului și gazelor naturale către noua tehnologie de captare a căldurii

România are o tradiție îndelungată în domeniul explorării petrolului și gazelor, precum și o expertiză profundă în acest domeniu. Aceste elemente reprezintă o oportunitate pentru transferul de know-how din sectorul național al petrolului și gazelor naturale în vederea dezvoltării unor metode durabile de utilizare a energiei geotermale pentru încălzirea locuințelor și, eventual, pe termen lung, pentru utilizare în industrie.

Companiile de petrol și gaze care operează pe piața românească au capacitatea necesară pentru a asigura transferul de tehnologie de foraj pentru implementarea și utilizarea tehnologiei cu circuit închis.

Începând cu 2018, fluidele de foraj sintetice cu emulsie inversă au fost utilizate din ce în ce mai mult, în special în puțuri mai adânci de 2.000 m, ceea ce a dus la reducerea timpului de foraj și la reducerea problemelor de lipire diferențială și de instabilitate a sondei.

În 2018 și 2019, au fost forate trei sonde de explorare HPTP, atingând adâncimi de până la 5.600 m măsurate, aceste sonde necesitând echipamente specifice și personal experimentat pentru a efectua operațiunile în condiții de siguranță. Utilizarea echipamentelor de acoperire a permis reducerea timpului de retur și de circulație.

Utilizarea intensivă a motoarelor de adâncime a avut un impact asupra creșterii vitezei de forare și a reducerii riscului de ratare a țintei. Reducerea intervalului de timp dintre intenția de foraj și data efectivă de începere a forajului a condus la soluția forajului "cluster" al unui grup de 2-3 sonde forate simultan. Au fost luate în considerare, de asemenea, forajul orizontal și cel cu înclinație mare. Astfel, în 2018 și 2019, în câmpul Vața au fost forate 25 de sonde înclinate cu adâncimi cuprinse între 881 și 1.308 m. O altă inițiativă de reducere a timpului dintre planul de foraj și data efectivă de începere a forajului a fost adoptarea unei soluții software integrate în sprijinul procesului de digitalizare și care reduce drastic timpul și sarcina legată de proiectare și managementul proiectului.

Toate acestea au făcut posibile rezultate notabile, cum ar fi: +3.000 m forați cu o sondă PDC de 6 inci (I9A- Swan West), respectiv cu cel mai mare număr de trepte instalate pentru o stimulare de înaltă presiune (HP), respectiv s12 trepte.

În ceea ce privește forajul legat de sectorul geotermal, sistemul de captare a căldurii subterane cu circuit închis este utilizat din 2019. În prezent, tehnologia a fost testată și îmbunătățită, ceea ce implică construirea unei centrale de cogenerare a energiei termice și electrice. Din punct de vedere tehnic, sistemul subteran de captare a căldurii în circuit închis necesită forarea a două găuri de foraj verticale paralele în subteran, cu adâncimi care variază de la o zonă la alta, în funcție de localizarea stratului de rocă magmatică din scoarța terestră. Găurile de foraj sunt concepu te pentru a găzdui două conducte realizate dintr-un material special, care este termoconductor, dar rezistent atât la presiune, cât și la temperaturi ridicate.

În punctul în care găurile de foraj și conductele ajung la stratul de rocă magmatică, acestea se vor devia la un unghi de 160 de grade, moment în care conductele se vor ramifica. Ramificațiile se vor uni în stratul de rocă magmatică până la o adâncime maximă de 7.000 de metri. Una dintre cele două conducte va transfera apa de joasă temperatu ră de la centrala de cogenerare în subteran. Lichidul utilizat va circula printr-un sistem special de conducte situat în stratul de rocă magmatică, o zonă în care temperaturile solului sunt foarte ridicate (aproximativ 300°C). Datori tă materialului din care sunt realizate conductele, lichidul va capta căldura emisă de roca magmatică și se va încălzi, fiind ridicat la suprafață prin cea de-a doua conductă, care va aduce lichidul încălzit la suprafață. Lichidul ajunge la suprafață prin intermediul termosifonului natural, deoarece lichidul fierbinte are o greutate specifică care îi permite să urce prin conducta de ieșire.

Lichidul fierbinte este apoi transformat în centrala de cogenerare atât în energie electrică, cât și în căldură. Lichidul fierbinte utilizat pentru producerea de energie electrică și termică, odată răcit, poate fi returnat în sol pentru a fi recirculat și reîncălzit. Sistemul geotermal în circuit închis (CLGS) se bazează pe transferul de căldură prin conducție, fără a necesita un acvifer permeabil. **CLGS nu utilizează apă, nici fracturare hidraulică** și nici nu are elemente supuse coroziunii/eroziunii/depunerii, nu necesită eliminarea fluidelor, nu necesită metale rare și ocupă o suprafață relativ mică (Toews, Riddell, Vany și Schwartz, 2020).

Principalul dezavantaj al CLGS este limitarea ratei de transfer de căldură prin roca fierbinte, care este un proces fizic lent. Suprafața de foraj necesară în contact cu roca fierbinte trebuie să fie foarte mare pentru a evita acest dezavantaj și pentru a face proiectul economic. Forajul sistemelor geotermale multilaterale cu buclă închisă (MCLGS), în care o sondă este conectată cu mai multe sonde laterale pentru acumularea de căldură, este o metodă de a crea o zonă de contact suficient de mare. În același timp, în acest sistem, în timpul acestor operațiuni se acordă o atenție deosebită protecției mediului. Serviciile privind fluidele de foraj sunt combinate cu gestionarea deșeurilor de foraj. Aditivii de neutralizare, echipamentele de procesare și condițiile de transport către depozitele de deșeuri aprobate sunt doar câteva dintre modalitățile de reducere a impactului asupra mediului, în conformitate cu legislația în vigoare.

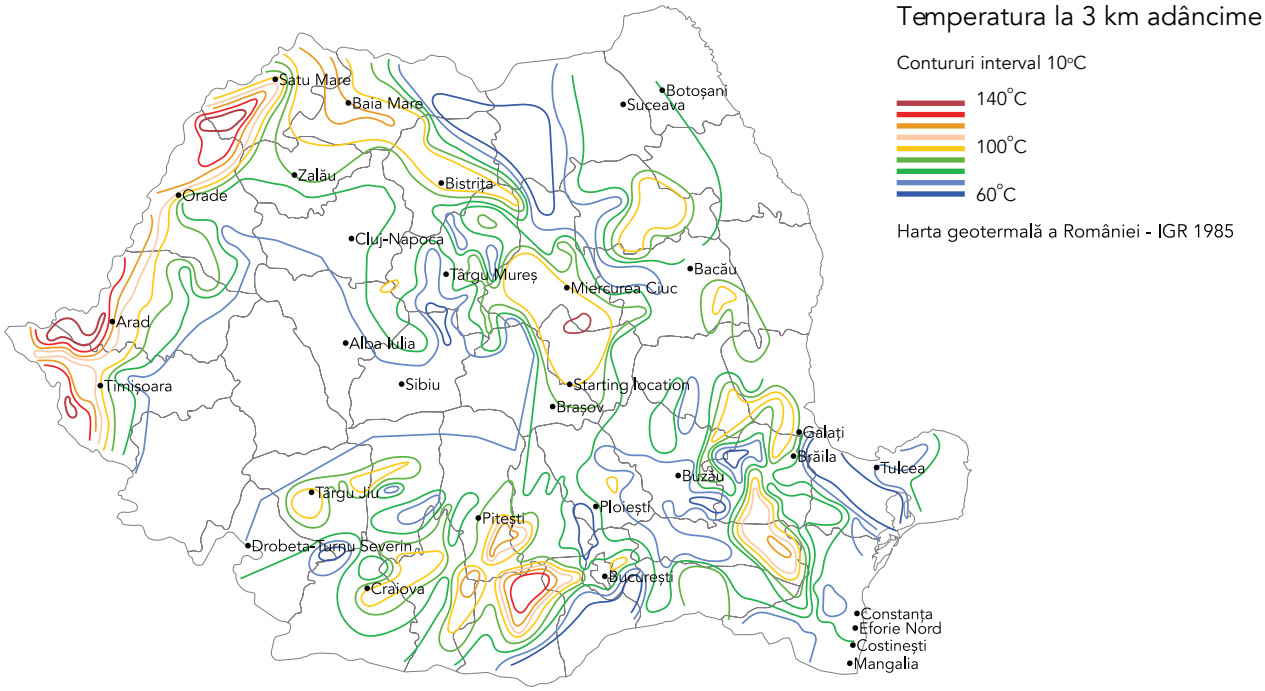
3.3. Zone relevante pentru implementarea noii tehnologii (cartografierea zonelor geografice relevante din țară)

Mai multe locații din vestul României, aproape de granița cu Ungaria, prezintă condiții geologice adecvate pentru dezvoltarea unor proiecte geotermale inovatoare și pentru aplicarea sistemelor de captare a căldurii în circuit închis.

Vestul României are un potențial neexplorat în ceea ce privește energia geotermală. Această caracteristică poate contribui la reducerea treptată a utilizării combustibililor fosili și la obținerea independenței energetice într-un context regional marcat de conflicte prelungite, care au impact și asupra pieței energetice.

Rezervele geotermale dovedite în România sunt în prezent de aproximativ 200.000 TJ în 20 de ani pentru sistemele geotermale standard. Cu toate acestea, **prin utilizarea sistemului inovator de captare a căldurii în circuit închis, România are potențialul de a dezvolta o cantitate de o mie de ori mai mare de energie geotermală pe termen lung.**

Gradienți geotermali în România



Ca parte a proiectului său geotermal de roci uscate și calde, una dintre cele mai importante companii de petrol și gaze din România colectează în prezent date de subsol în vestul României, urmând să lanseze execuția primului foraj pilot în buclă la sfârșitul anului 2025 și în primul trimestru al anului 2026.

În cadrul acestei inițiative, în primul trimestru al anului 2024, se preconizează că vor avea loc operațiuni de foraj de la 1.500 la 3.000+ metri în structurile de subsol, pentru a verifica etanșeitatea și gradientul de temperatură constantă, precum și pentru a verifica performanța burghiului.

4. Necesitatea implementării noii tehnologii

Utilizarea energiei geotermale este pe cale să devină una dintre pietrele de temelie pentru facilitarea unei tranziții sigure către utilizarea energiei nepoluante, prin dezvoltarea de proiecte locale, care pot asigura securitatea energetică a României pe termen lung.

România are o capacitate totală instalată de energie geotermală de 150 MW, iar energia produsă este utilizată pentru încălzire. În plus, după cum a evidențiat proiectul cu circuit închis implementat în Geretsried, Germania, această tehnologie are potențialul de a genera noi locuri de muncă, precum și de **a îmbunătăți performanța generală a țării în materie de mediu.**

Energia geotermală reprezintă o alternativă optimă pentru furnizarea de servicii de încălzire la **prețuri mai competitive,** în timp ce energia electrică care ar putea fi produsă prin noua tehnologie în circuit închis ar putea aduce pe piață până la 25 TWh pe an.

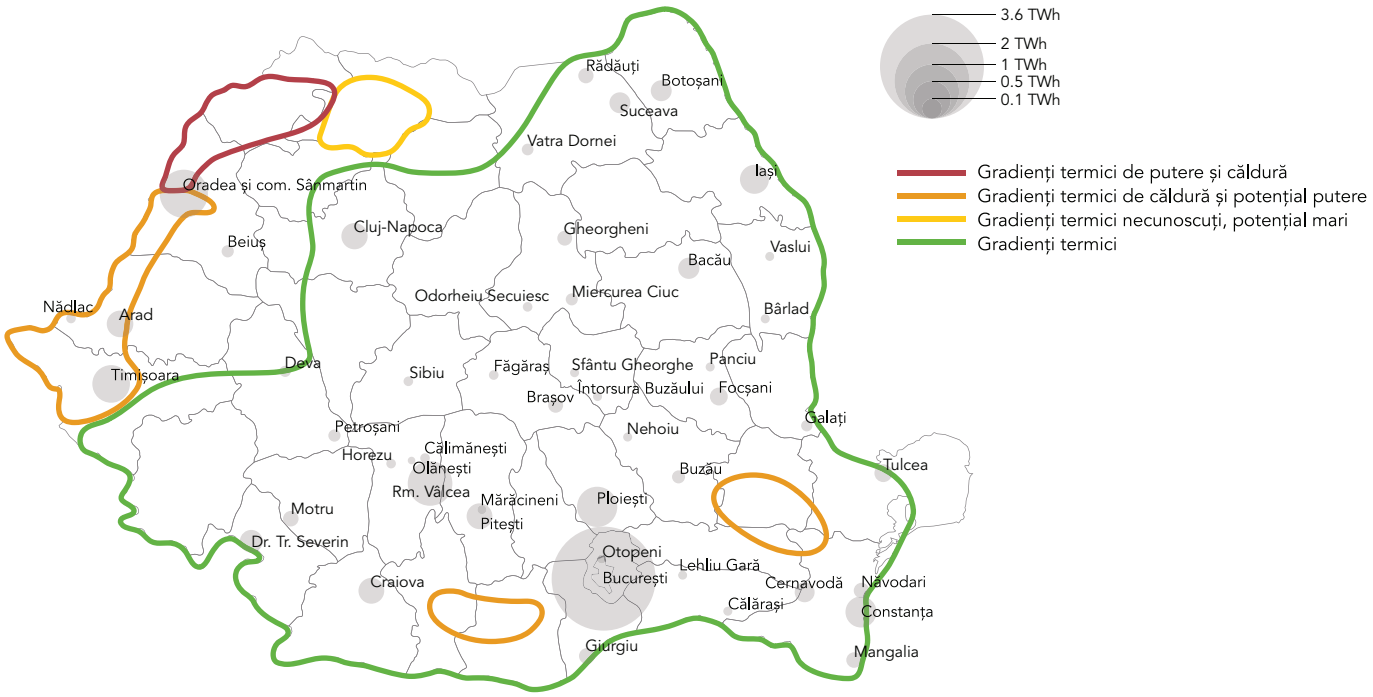
Cel mai important, forajul și dezvoltarea proiectelor de încălzire geotermală bazate pe sistemul convențional de captare a căldurii sunt costisitoare și implică mai multe riscuri operaționale. Astfel de sisteme pot fi utilizate pentru încălzirea gospodăriilor și a serelor, amplasamentele operaționale fiind localizate în județe precum Arad, Bihor, Harghita, Ilfov, Satu Mare, Timiș și Vâlcea. Operatorii acestor amplasamente beneficiază de **contracte de concesiune pe 49 de ani** pentru exploatare.

Mai multe orașe din vestul României sunt deja interesate de explorarea și utilizarea energiei geotermale pentru încălzirea zonelor rezidențiale. Printre aceste orașe se numără Timișoara, Oradea și altele.

Companiile au lansat deja un dialog cu autoritățile municipale din Timișoara, pentru a explora modalitățile de implementare a tehnologiei cu circuit închis, pentru a oferi utilizatorilor finali servicii de încălzire bazate pe energie geotermală. Aceste orașe sunt deosebit de interesate să își schimbe în întregime sistemele de încălzire de la combustibili fosili la surse de energie regenerabilă, comunitățile locale fiind tot mai vocale în acest sens.

Harta de mai jos evidențiază energia termică vândută în 2021, precum și zonele explorate până în prezent, cu gradienții termici de putere și căldură aferenți.

Energia termică vândută în 2021 și zonele explorate



5. Oportunități de actualizare a cadrului legislativ actual

5.1. Elemente care lipsesc din legislația actuală

În prezent, explorarea și exploatarea resurselor minerale, inclusiv a energiei geotermale, este reglementată de Legea Minelor nr. 85/2003. Resursele minerale reglementate de această lege includ, printre altele, **apele geotermale și gazele aferente,** precum și apele minerale terapeutice și resturile minerale reziduale.

Definiția căldurii geotermale este o problemă esențială pentru reglementarea adecvată a sectorului. În acest context, este necesar ca legiuitorii să decidă dacă energia geotermală se înscrie în definiția "resurselor minerale" sau dacă ar trebui să fie considerată o caracteristică specifică a pământului. **Această distincție este fundamentală atât pentru stabilirea regimului de proprietate, cât și pentru stabilirea unui cadru de reglementare, autorizare și monitorizare adecvată a operațiunilor legate de captarea căldurii geotermale.**

Pe baza analizei legislației în vigoare, se poate concluziona că orice nouă încercare de reglementare a definiției căldurii geotermale va necesita elaborarea unor norme care să se subsumeze definiției utilizate de Legea Minelor nr. 85/2003. În plus, Agenția Națională pentru Resurse Minerale (ANRM) este autoritatea cu experiență aprofundată în reglementarea exploatării energiei geotermale și, în special, în ceea ce privește reglementarea operațiunilor de foraj subteran implicate.

Astfel, ANRE nu are competențe în ceea ce privește extracția resurselor minerale din subteran, dar ANRM are. Aceste elemente sunt specificate în Legea Minelor 85/2003 și în Legea Petrolului 238/2004.

În același timp, **energia pământului nu poate fi inclusă în definiția petrolului sau a rezervelor de petrol.** În plus, în timp ce în cazul țițeiului, resursa reglementată poate fi măsurată în termeni cantitativi, acest lucru nu este aplicabil căldurii geotermale. Aceasta din urmă nu poate fi determinată în termeni cantitativi, deoarece această resursă nu este extrasă din subteran, ci doar utilizată ca sistem de recirculare.

Pe aceeași linie de argumentare, este de remarcat faptul că extracția de petrol este reglementată printr-un sistem bazat pe contracte de concesiune petrolieră, pe un model specific, cu riscuri financiare asumate. Acest model este conceput pentru a facilita operațiunile extractive extensive. Cu toate acestea, acest model nu este aplicabil în prezent și energiei geotermale. Una dintre **barierele semnificative** care limitează utilizarea pe scară largă a energiei geotermale este legată de **costurile de capital inițiale semnificative** care trebuie acoperite într-o etapă inițială de dezvoltare, caracterizată de o mare incertitudine în ceea ce privește succesul proiectului.

În acest context, este de remarcat faptul că, în ultimii ani, în cadrul legislativ românesc s-a evidențiat un număr excesiv de norme legislative, ceea ce a dus la **o lipsă semnificativă de predictibilitate.** Concomitent, numărul mare de decizii pronunțate de Înalta Curte de Casație și Justiție indică faptul că acest fenomen legislativ poate conduce la interpretări contrastante ale unei norme, dispozițiile paralele devenind o normalitate.

De exemplu, Legea 123/2012 reglementează operațiunile de cogenerare a energiei electrice și termice, prin reglementarea producției, transportului, distribuției și furnizării de energie electrică. În același timp, titlul II al acestei legi reglementează activitățile privind producția, transportul, distribuția, furnizarea și depozitarea gazelor naturale și a gazelor naturale lichefiate (GNL), precum și accesul pe piață, criteriile și procedurile aplicabile pentru acordarea autorizațiilor și licențelor în sectorul gazelor naturale. În temeiul acestei legi, autoritatea de reglementare în domeniul energiei electrice și al gazelor naturale este Autoritatea Națională de Reglementare în Domeniul Energiei (ANRE), care reglementează, de asemenea, funcționarea sectorului energiei electrice, termice și al gazelor naturale.

5.2. Recomandări de actualizare a Legii Minelor 85/2003 pentru a reflecta cerințele tehnologiei sistemelor cu circuit închis

Dacă ne uităm la alte state europene cu interes și experiență în dezvoltarea sistemelor de energie geotermală, merită menționat faptul că Ungaria[3], Germania[4] și Țările de Jos[5] au reglementat deja exploatarea energiei geotermale în cadrul legilor miniere respective. Aceste exemple ar putea servi drept referință pentru viitoarele încercări de reglementare a utilizării energiei geotermale.

În plus, având în vedere specificitatea investițiilor necesare în acest sector și a operațiunilor implicate, care ar putea face obiectul unei propuneri legislative care vizează reglementarea energiei geotermale, **Legea Minelor 85/2003 ar putea permite astfel de investiții.** Dispozițiile Legii Minelor sunt suficient de cuprinzătoare pentru a permite punerea în aplicare a activităților conexe. Prin urmare, **nu este necesar să se elaboreze un nou cadru juridic suplimentar** pentru a reglementa energia geotermală.

Cu toate acestea, **actuala Lege a Minelor 85/2003 are nevoie de câteva completări** pentru a încuraja investițiile semnificative pe termen lung în explorarea și exploatarea energiei geotermale în România.

În acest context, se recomandă **o abordare legislativă unică pentru reglementarea energiei geotermale, legată de Legea Minelor 85/2003,** care reprezintă cadrul legislativ principal, și nu de alte acte legislative existente.

În plus, pentru a sprijini dezvoltarea proiectelor de energie geotermală pe termen lung în România, **propunerile de revizuire a Legii Minelor ar trebui să prevadă următoarele:**

- O definiție clară a energiei geotermale
- Un proces de autorizare simplificat/unic, cu criterii transparente pentru cererile investitorilor
- Acces facil la procedurile de autorizare și termene rezonabile
- Extinderea terminologiei utilizate în lege pentru a include în mod explicit căldura geotermală, energia geotermală și exploatarea apei geotermale printre resursele care pot fi exploatate în temeiul acestui act normativ
- Perioade extinse, de până la 30 de ani, pentru **permisele de foraj** acordate pentru proiecte de energie geotermală
- Eliminarea sarcinii fiscale asociate cu documentația de reglementare.

Prelungirea la treizeci de ani a perioadelor prevăzute de lege pentru permisele de foraj este necesară, având în vedere că proiectele în circuit închis necesită cel puțin trei ani de la stadiul inițial de dezvoltare până când devin pe deplin operaționale. De asemenea, componenta de costuri inițiale semnificative asumate de entitățile care dezvoltă proiectul este un factor important care trebuie luat în considerare.

De asemenea, revizuirea prevederilor din Legea 123/2012 în ceea ce privește extracția și exploatarea energiei geotermale nu este oportună din mai multe motive:

- Acest act legislativ reglementează în principal activitățile de producție, transport, distribuție și furnizare de energie electrică și gaze naturale și nu include nicio referire la exploatarea resurselor subterane.
- În al doilea rând, competențele ANRE nu acoperă exploatarea resurselor subterane.
- Procedurile de autorizare pentru resursele subterane și terminologia aferentă sunt prevăzute în textul Legii Minelor 85/2003 și în Legea 238/2004.
- Legea 220/2008 pentru stabilirea sistemului de promovare a producerii energiei din surse regenerabile de energie nu reglementează exploatarea surselor din care se obține energia și nu conține prevederi cu privire la două proceduri de autorizare pentru exploatarea resurselor energetice.

În plus, la 18 ianuarie 2024, plenul Parlamentului European a votat cu 531 din 553 de voturi în favoarea **Rezoluției** 2023/2111 (INI), care solicită stabilirea unei strategii europene privind energia geotermală. Rezoluția solicită: (1) Comisiei Europene să pregătească o strategie geotermală a UE care să ofere linii directoare concrete statelor membre și administrațiilor locale pentru a accelera implementarea energiei geotermale în scopul decarbonizării încălzirii; (2) Comisiei să elaboreze această strategie pe baza unei "evaluări cuprinzătoare a potențialului energiei

3 Legea XLVIII din 1993 privind mineritul (Legea minelor).

4 Legea federală privind mineritul din 13 august 1980 (Monitorul Oficial Federal I, p. 1310), modificată ultima dată prin articolul 1 din Legea din 14 iunie 2021 (Monitorul Oficial Federal I, p. 1760).

5 The Mining Act (Mijnbouwwet), https://www.nlog.nl/sites/default/files/2018-11/2018-11-04%20%20Translation%20MBW%20English%20%20MINING%20ACT%20OF%20THE%20NETHERLANDS%20PDF.pdf.

geotermale în subsolul superficial, mediu, adânc și ultraprofund din toate cele 27 de state membre"; (3) înființarea unei Alianțe Industriale Geotermale, compusă din statele membre, entitățile care facilitează adoptarea energiei geotermale, reprezentanți ai industriei, mediul academic și societatea civilă, pentru a promova cele mai bune practici și a pune în aplicare "viitoarea strategie geotermală".

De asemenea, rezoluția invită statele membre să exploreze soluții de reducere a riscurilor financiare adecvate pentru majoritatea piețelor lor locale, precum subvențiile, împrumuturile convertibile în subvenții, garanțiile susținute de stat, asigurările de explorare și mecanismele de acoperire. În plus, rezoluția notează că un sistem de atenuare a riscurilor financiare al UE "ar fi deosebit de util pentru piețele mai puțin mature în ceea ce privește sectorul geotermal", încurajând totodată statele membre să analizeze potențialele stimulente financiare pentru a reduce acest decalaj.

Concluzii

Pentru România, o țară cu o vastă experiență, capital uman și know-how specializat în explorarea și exploatarea petrolului și a gazelor naturale, existența unor situri geotermale semnificative în apropierea graniței vestice, precum și în apropierea Bucureștiului, prezintă oportunități ample de utilizare a acestei resurse curate.

La nivel local, din ce în ce mai multe comunități sunt interesate de utilizarea energiei geotermale pentru a-și încălzi locuințele.

Energia geotermală este evidențiată în cea mai recentă versiune a **Planului Național Integrat în domeniul Energiei și Schimbărilor Climatice** (PNIESC), ca o tehnologie inovatoare bazată pe surse de energie regenerabilă. Rolul tot mai important al acestui tip de energie este menționat și în **Strategia pe termen lung a României pentru reducerea emisiilor**.

În acest context, tehnologia inovatoare în buclă închisă aduce cu ea mai multe avantaje cheie, în comparație cu sistemele tradiționale în buclă deschisă. Cel mai important este că tehnologia cu circuit închis poate fi extinsă la nivel global, iar utilizarea sa pe scară largă și în România ar putea permite mai multor municipalități din județul Ilfov și din vestul țării să încălzească zone rezidențiale extinse cu energie geotermală.

Tehnologia cu buclă închisă are mult mai multe avantaje în comparație cu cea tradițională (tehnologie cu buclă deschisă), deoarece nu implică extragerea de resurse, eliminarea fluidelor, utilizarea de metale rare, costuri operaționale eficiente pe termen lung și nu generează emisii în timpul funcționării.

Din punctul de vedere al investitorilor, una dintre **barierele importante** care limitează utilizarea pe scară largă a energiei geotermale este legată de **costurile inițiale foarte ridicate de capital** care trebuie acoperite într-o etapă inițială de dezvoltare, caracterizată de o mare incertitudine în ceea ce privește succesul proiectului.

Dacă ne uităm la alte state europene cu interes și experiență în dezvoltarea sistemelor de energie geotermală, merită menționat faptul că **Ungaria[6], Germania[7] și Țările de Jos[8] au reglementat deja exploatarea energiei geotermale prin legile locale ale Minelor.** Aceste exemple ar putea servi drept referință pentru viitoarele încercări de reglementare a utilizării energiei geotermale.

Abundența de norme legislative din ultimii ani a generat situații care lasă loc la interpretări contrastante ale aceleiași norme, în unele cazuri și la suprapunerea competențelor diferitelor autorități din sectorul energetic.

Pentru a stimula în continuare investițiile semnificative în sectorul **energiei geotermale, România ar trebui să se concentreze, în viitoarele sale încercări de reglementare a utilizării energiei geotermale, pe referirea la Legea Minelor ca unic cadru legislativ fundamental,** pentru a evita crearea de noi paralelisme legislative.

Pentru a sprijini dezvoltarea proiectelor de energie geotermală pe termen lung în România, **propunerile de revizuire a Legii Minelor ar trebui să prevadă următoarele:**

- O definiție clară a energiei geotermale
- Un proces de autorizare simplificat/unic, cu criterii transparente pentru cererile investitorilor
- Acces facil la procedurile de autorizare și termene rezonabile
- Extinderea terminologiei utilizate în lege pentru a include în mod explicit căldura geotermală, energia geotermală și exploatarea apei geotermale printre resursele care pot fi exploatate în temeiul acestui act legislativ
- Perioade extinse, de până la 30 de ani, pentru **permisele de foraj** acordate pentru proiecte de energie geotermală
- Eliminarea sarcinii fiscale asociate cu documentația de reglementare.

6 Legea XLVIII din 1993 privind mineritul (Legea minelor).

7 Legea federală privind mineritul din 13 august 1980 (Monitorul Oficial Federal I, p. 1310), modificată ultima dată prin articolul 1 din Legea din 14 iunie 2021 (Monitorul Oficial Federal I, p. 1760).

8 The Mining Act (Mijnbouwwet), https://www.nlog.nl/sites/default/files/2018-11/2018-11-04%20%20Translation%20MBW%20English%20%20MINING%20ACT%20OF%20THE%20NETHERLANDS%20PDF.pdf.