



AVRUPA'DA JEOTERMAL ÇEVRE RİSKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Geothermal Environmental Risks Assessment In Europe

Philippe DUMAS
Thomas GARABETIAN

ÖZET

Derin jeotermal enerji üretimi sürekli gelişmesine karşın, özellikle bazı bölgelerde karşılaşılan çevresel etkiler performansındaki olumsuz algı, jeotermal enerjinin yükselişini engelleyebilecek durumdadır. Bu nedenle, çevresel etki değerlendirmesi, derin jeotermal kaynakların yayılmasının ön şartıdır. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) kavramı, farklı enerji üretim teknolojilerinin çevresel etkilerinin yaşam döngüsü aşamaları üzerindeki - hammaddelerin çıkarılmasından üretime, nakliyeye, kullanım ve ömrünün sonuna kadar - analizine ve karşılaştırılmasına olanak sağlar.

Avrupa fonları tarafından finanse edilen ve 2018 Kasım'ında başlayan 30 ay süreli GEOENVI projesi hem karar vericiler hem de jeotermal piyasa aktörleriyle birlikte çalışmayı, çevre düzenlemeleri konusunda tavsiyelerde bulunmayı ve jeotermal paydaşların Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi metodolojisi uygulamasını desteklemeyi amaçlamaktadır.

GEOENVI projesinin amacı, çevresel kaygıları hem etkiler hem de riskler açısından cevaplamak, ilk olarak proje geliştiricilerine çevresel etkileri değerlendirmek için uyarlanmış bir metodoloji belirleyerek ve işletilen veya geliştirilmekte olan jeotermal projelerin çevresel etkilerini ve risklerini değerlendirmektir.

Proje, çevresel etkileri değerlendirmek için basitleştirilmiş YDD modellerini geliştirmeyi ve son olarak çevresel kaygılarla doğru şekilde iletişim kurmayı, karar vericilere uyumlaştırılmış Avrupa çevre düzenlemeleri hakkında önerilerde bulunmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: jeotermal, pazar geliştirme, yenilenebilir enerji, çevre, düzenleme.

ABSTRACT

Despite its continuous growth, deep geothermal energy production in some regions is confronted with a negative perception, particularly in terms of environmental performance, which could seriously hamper its market uptake. Thus, environmental impact assessment is a prerequisite to the deployment of the deep geothermal resources. The concept of Life Cycle Assessment (LCA) allows analysis and comparison of the environmental impacts of different energy production technologies over their life cycle stages – from extraction of raw materials to production, transport, use and end-of-life.

Financed by European funds, GEOENVI project, starting in November 2018 for 30 months, aims at engaging with both decision-makers and geothermal market actors, to adopt recommendations on environmental regulations and to promote the LCA methodology implementation by geothermal stakeholders.

The objective of the GEOENVI project is to answer environmental concerns in terms of both impacts and risks, by first setting an adapted methodology for assessing environment impacts to the project developers, and by assessing the environmental impacts and risks of geothermal projects operational or in development in Europe.

The project aims at proposing recommendations on harmonised European environmental regulations to the decision-makers, at elaborating simplified LCA models to assess environmental impacts and finally at communicating properly on environmental concerns.

Key Words: geothermal;market development, renewable energy, environment, regulation.

1. GİRİŞ

Jeotermal enerji Avrupa'da hızla gelişen yenilenebilir enerji kaynağıdır. Elektrik üretiminde, binalarda yenilenebilir ısıtma ve soğutma sağlamak için, bölgesel ısıtmada, endüstriyel süreçlerde veya tarım için kullanılabilir. Jeotermal enerjinin Avrupa'da gelişmesinde bir zorluk, sektörümüzün enerji karışımına katkısını gösteren, yenilenebilir temelli karbonun azaltılması yaklaşımıdır. Avrupa'daki kaynaklar jeotermalin büyük miktarda güç ve ısı kaynağı olmasına olanak sağlayabilecektir. Özellikle ısı için jeotermal enerji kullanımı tüm Avrupa'da yavaş ama sürekli artmaktadır.

Genel olarak Avrupa'da jeotermal enerji kullanımı, ülke ve teknolojiye bağlı olarak değişen oranlarda artmaktadır. Bu bildiri 2018'deki jeotermal pazarının durumunu ana hatlarıyla ortaya koyacaktır. Jeotermal enerji kullanımı yüksek riskli bir konu olarak ortaya çıkmakta, jeotermal enerji ile birlikte anılan çevresel riskleri değerlendirme ve azaltma sorusu gittikçe büyüyen bir sorun olmaktadır. Aşağıdaki yazılı bildiri, Ufuk 2020 altında finanse edilen GEOENVI projesinin bu sorunu nasıl ele aldığını gösterecektir.

2. AVRUPA'DA JEOTERMAL ÇEVRESEL RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Derin jeotermal pazar gelişiminde en önemli engellerden biri çevresel kaygılardır. Jeotermal güvenli, güvenilir ve çevresel olarak iyi bir yenilenebilir enerji kaynağı olmalıdır. Ancak, derin jeotermal santral inşası gibi tüm insan faaliyetleri bir şekilde doğayı etkilemektedir. Bütün alt yapı projelerinin çevresel etkisi doğru bir şekilde düşünülmelidir ve çevresel mevzuatlar jeotermalin gelişimi için önemli araçlardır. Jeotermal sektörün böyle sürdürülebilir gelişimi kamu kabulünü kolaylaştıracaktır.

GEOENVI projesi Kasım 2018'de başladı, 30 ay boyunca Ufuk 2020 altında Avrupa Birliği tarafından finanse edilecektir. Konsorsiyum 16 ortaktan oluşmakta, bunlar altı ülkeden (Belçika, Fransa, Macaristan, İzlanda, İtalya, Türkiye) endüstri birlikleri, proje geliştiriciler, kamu araştırma yetkililerini içermektedir. Proje derin jeotermal pazarın çevresel etkilerine odaklanarak, yararlarını vurgulama, kaygılara yönelik çözümler ve araçları analiz etmeyi amaçlamaktadır. Jeotermal kaynaklardan güç (esas olarak) ve ısı üretimi her hangi bir çevre matrisinde (hava, su, zemin, ekosistemler) etki yapabilir.

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi çevresel etkilerin miktarını belirleme ve hesaplama yaklaşımı olarak ortaya çıkmıştır[1]. Aslen, var olan projelerin şimdiki ya da geçmiş etkilerine odaklanan Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi daha sonuca yönelik bir yapıyla gelecekteki etkileri değerlendirmeye de başlamıştır. YDD, politikalar formüle etme ve çevresel düzenlemeler yaratmada karar almaya yardım etmek için değerli bir araçtır [2]. YDD'den gelen bilgiler etiket, standart, vergilendirme, teşvikler vs gibi ekonomik aktörler ve tüketicileri ilgilendiren farklı politika türevlerini tasarlamakta faydalıdır. Ayrıca ilgili çevresel tahribatin maliyetini yansıtan enerji fiyatlarını oluşturmakta yardımcı olur [3]. YDD'nin benimsenmesinin bir örneği biofuel ve biolikit üretimi sürdürülebilir kriterini saptamak için AB yenilenebilir enerji yönergesinde (EU 2009) vardır. Bu yönerge biofuel ve biolikitlerin kullanımından sera gazı emisyonu tasarruf gerekliliğini ve aynı zamanda yaşam döngüsü esnasında CO2 emisyonu miktarının nasıl belirleneceği hakkında detaylı kurallar ve kılavuzları tanımlar. Yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel etkisinin belirlenmesi gerekli iken, problem genellikle yürütme kısmında olur çünkü asıl veri ya bulunmamaktadır ya da toplanması çok zaman gerektirmektedir [4]. Bu da yükü, kılavuzları uyum ve inceleme için kullanan pratisyenler ya da raporörlerin sırtına yükler. Böylece, veri tabanı ve yazılım paketleri pratisyenler için en erişilebilir çözümdür.

Yenilenebilir enerjiye geldiğimizde, YDD'nü mevzuatla bütünleştirmek konusunda karmaşıklıklar vardır. ISO 14014 [5]'de tanımlanan YDD standartları yoruma açıktır. İncelemeler arasındaki değerlendirme metodları çevresel etkilerin ayrılması, beraber ürün ve atık tanımları sistem sınırları açısından büyük farklılıklar göstermektedir. Dolayısı ile daha bir örnek sonuçlar elde etmek için bazı kılavuz kurallar belirlenmelidir, bu da yenilenebilir enerji pazarı aktörleri arasında adil bir rekabete yol açacaktır. Dahası bu entegrasyon YDD'nin daha geniş kapsamda, daha pratik bir şekilde ve politika yapıcılar/ karar vericilere veya pratisyenlere daha fazla yük vermeden uygulanmasını gerektirmektedir. Bunun için YDD nin basitleştirilmeye ihtiyacı vardır.

Olası çevresel etkiler olarak aşağıdakileri sayabiliriz:

- Yüzey-görsel etkiler (arazi kullanımı, peyzaj, flora ve fauna);
- Fiziksel etkiler (indüklenmiş depremsellik: kullanımın bütün operasyonel safhalarıyla ilgili mikro depremsellik, rezervuar bağlantısı ve rezervuara tekrar sıvı basma; çökme; jeolojik tehlikeler; yeraltı su kaynaklarının tükenmesi; doğal radyoaktivite)
- Akustik etkiler (sondaj sırasında gürültü, inşaat ve yönetim)
- Termal etkiler (havaya buhar salınımı, sıvı çekme veya basmak için zemin ısıtma ve soğutma)
- Kimyasal etkiler (atmosfere gaz emisyonu, kirlilik ve emisyon; sıvı basma, sıvı ve katı atık bertarafı).

2.1. Riskleri haritalandırma

GEOENVI projesinin ana amaçlarından biri çevresel etki ve risklerin ve algılarının haritalandırılması ve Avrupa'daki çeşitli ülkelerde derin jeotermal santrallerin çevresel ayak izinin nasıl ölçülüp kontrol edildiğini tanımlamaktır.

Etki ve riskleri azaltma ve önlemek için hâlihazırda benimsenen çözümler ve potansiyel ve teknoloji hazır olma durumu incelenecektir. Bazı etki ve riskler ortaktır fakat diğerleri örneğin bölgesel özelliklere (coğrafya, jeoloji, vs.) ya da kullanılan jeotermal teknolojilere dayalıdır. Çevresel kaygıların analizi ana farklılık faktörlerinin belirlenmesine izin verecektir.

Hedef toplumsal kaygılara odaklanmamasına rağmen, proje her hâlükârda toplumun ve karar vericilerin çevresel kaygı algılarına dikkat edecektir. Bazı durumlarda, bir projenin başarı ya da başarısızlığında toplumun çevresel kaygı algıları büyük rol oynayabilmektedir. Çevresel kaygı algılarıyla ilgili olumlu-olumsuz geribildirim analiz edilecek ve diğer ilgili etmenlere de (ülke, teknoloji, yerel içerik örneğin, nüfus yoğunluğu, iş yaratma, enerji politikaları gibi) bakılacaktır.

Sonuç olarak, derin jeotermal enerjinin çevresel yönlerinin ortak anlayışını genişletmek için çevresel etki ve riskler diğer yenilenebilir enerjilerle (ve ilgili diğer alanlarla,) bağlantılı olarak tartışılacaktır

2.2. Paydaşları birleştirme

GEOENVI hem karar vericiler hem de jeotermal pazar aktörlerini bir araya getirerek, mevzuattaki önerileri adapte etmek için ve YDD metodolojisinin jeotermal paydaşları tarafından uygulanmasını sağlamayı amaçlamaktadır. Paydaşlarla birleşme, açık ve FAIR (bulunabilir, erişilebilir, birlikte uygulanabilir, tekrar kullanılabilir) veri yaklaşımıyla bilgi paylaşımını içermektedir. Amaç çevresel kaygıları tartışmak için sakin, şeffaf ve güvenilir bir ortam yaratmaya katkıda bulunmak ve sonuç olarak da gelecekte somut projeleri desteklemektir. Politik karar vericiler, proje geliştiriciler, yatırımcılar, genel toplum ve yerel halkı içeren stratejik gruplarla güçlü etkileşim oluşturmak, çevresel etkileri gidermek açısından gereklidir. Aslında, yenilenebilir enerji büyümesini sürdürülebilirlikle paralel tutmak karar ve politika yapıcıların sorumluluğudur.



Sonuç olarak, jeotermal enerji projelerinin çevresel risk ve etkileri azaltılmalı ve projeden yerel toplumlara gelen faydalar artırılmalıdır. Bu hedeflerin nasıl gerçekleştiğini ölçmek için bir izleme aracı geliştirilecektir.

Karar vericilerle bağlantı için en iyi strateji var olan çevresel mevzuatları uyumlandırma ve güçlendirmedir. Değişikliği kolaylaştırmak için, yaşam döngüsü düşüncesini adapte etmek, ilgili ulusal ve yerel yetkilileri (çevre bakanlıkları, madencilik yetkilileri) birleştirmektir. Bu noktada jeotermal enerjide güçlü aktiviteleri olan konsorsiyumun dışındaki diğer ilgili ülkeler (Almanya, Hollanda, vb) kapsamın içine dahil edileceklerdir. Enerji veya çevre bakanlıkları, maden yetkilileri, kamu fonlayıcı, yerel yetkililer gibi karar vericiler haritalandırılacaktır. Dahası, etkin bir angajman için var olan ilgili düzenlemeleri inceleyerek ve mevzuatın sahiplerini belirleyerek, onların etkisini veya yetkisini belirleyerek ve konsorsiyum ülkelerinde değişikliğe açık olup olmadıklarına bakılarak önceliklendirme stratejisi oluşturmak önemlidir. Bunların belirlenmesi, angajman çabalarında değişiklikleri uygulamada daha etkili noktalara odaklanmayı sağlar.

SONUÇ

Jeotermal enerji güç, ısı ve soğutma için yeryüzündeki ısıyı kullanır. Avrupa'da her yerde kullanılan fakat büyük miktarda peyzajda gizli, temiz, yenilenebilir ve tutarlı bir kaynaktır.

Sağlanan enerji sürekli, temel yük ve esnek, elektrik ve termal şebekelerde dengeleme için ideal bir kaynaktır, böylece enerji güvenliğini iyileştirir. Kurulumlar yerel ekonomilere ve enerji sistemlerine açık bir etki yapar; her düzeyde istihdam oluşturulur ve sürdürülebilir ve yerel esnekliği geliştirerek, merkezi ve merkezi olmayan sistemler üzerinde çok ihtiyaç duyulan bağlantıyı oluşturur.

Piyasa gelişimine eşlik etmek için, GEOENVI projesi etkiler ve riskler bağlamında, öncelikle proje geliştiriciler için çevre etkilerini değerlendirmekte uyumlandırılmış bir metodoloji oluşturarak ve Avrupa'da gelişmekte olan veya operasyonda olan jeotermal projelerin çevresel etki ve risklerini değerlendirerek çevresel kaygılara cevap vermeyi hedeflemektedir.

Proje karar yapıcılara uyumlandırılmış Avrupa çevre mevzuatı hakkında önerilerde bulunmayı, çevresel etkileri değerlendirmek için basitleştirilmiş YDD modellerini detaylandırmayı ve son olarak da çevresel kaygılar hakkında uygun iletişimi amaçlamaktadır.

REFERENCES

- [1] McManus, M. C., Taylor, C. M., Mohr, A., Whittaker, C., Scown, C. D., Borrion, A. L., Glithero N. J., Yin, Y. Challenge clusters facing LCA in environmental decision-making — what we can learn from biofuels, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20:1399–1414, (2015).
- [2] Grisel, L. and Osset, P.: L'Analyse du Cycle de Vie d'un produit ou d'un service. Applications et mise en pratique, *AFNOR*, Paris, (2004).
- [3] Bicalho.T: Les limites de l'ACV. Etude de la soutenabilité d'un biodiesel issu de l'huile de palme brésilienne. Gestion et management. *Université Paris Dauphine - Paris IX*, 2014.
- [4] Hetherington AC, Borrion AL, Griffiths OG, McManus MC: Use of LCA as a development tool within early research: challenges and issues across different sectors. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 19:130–143, (2014).
- [5] ISO14040:2006, Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework, *International Organisation for standardization*, (2006).



ÖZGEÇMİŞ

Philippe DUMAS

İlk olarak Avrupa Birliği ilişkileri için Brüksel'de bir Avrupa mühendislik şirketinin temsilci olarak çalıştı. (2000-2007). Jeotermal enerji ile ilk bağlantısı EGEC ile oldu, Avrupa projeleri proje yöneticisi olarak başladı. Bir çok yayının yazar ve eş yazarıdır; konferanslar, çalıştaylar ve seminerlere sıklıkla katkı vermektedir; 2000'den bugüne kadar AB fonlu araştırma ve promosyon projelerinde aktif olarak yer almıştır.

Eylül,2008'den beri Brüksel'de EGEC genel sekreteridir ve kurumu yönetmektedir: Avrupa Jeotermal Enerji Konseyi (EGEC) uluslararası bir dernek(topluluk)tir. Mayıs, 1998'de kurulmuş ve Belçika, Brüksel merkezlidir. Avrupa'da jeotermal alanında çalışmakta, EGEC 120 den fazla şirket ve organizasyonu içermekte, 22 Avrupa ülkesinden 500 den fazla işletmeyi temsil etmektedir.

EGEC'in ana amacı jeotermal enerji için pazar gelişimini teşvik etmek ve Avrupa'daki iş koşullarının gelişmesi için çalışmaktır.

Thomas GARABETIAN

2016'dan beri EGEC'de çalışmaktadır. Avrupa politikalarına odaklanarak, jeotermal enerji sektörünü Avrupa kurumlarına temsil etmektedir. EGEC'in savunuculuk stratejisini geliştirmeye ve taşımaya katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, EGEC'in, özellikle jeotermal enerjinin finansmanı konusunda, Avrupa projelerine katılmasına katkıda bulunmuştur.

Thomas, EGEC'e katılmadan önce, yerel yönetimler ve Avrupa enerji şehirleri üzerine çalışmıştır. Ayrıca, iklim değişikliğine adaptasyon ve ekonomi üzerine İklim Ekonomisi Enstitüsü'nde çalışmıştır. Thomas, Paris Uluslararası Bilimler Fakültesi Po Paris'ten Enerji ekonomisi dalında yüksek lisans derecesi almıştır.

Avrupa Jeotermal Enerji Konseyi EGEC, 1998'de Avrupa jeotermal endüstrisini tanıtmak ve politikalarını şekillendirmek, iş koşullarını iyileştirmek suretiyle hem Avrupa'da hem de dünyadaki gelişimini sağlamak amacıyla kurulan,daha fazla araştırma ve gelişmeyi desteklemeyi hedefleyen, 120 ülkeden oluşan, kar amacı gütmeyen bir uluslararası organizasyondur.



GEOHERMAL ENVIRONMENTAL RISKS ASSESSMENT IN EUROPE

Avrupa'da Jeotermal Çevre Risklerinin Değerlendirilmesi

Philippe DUMAS
Thomas GARABETIAN

ABSTRACT

Despite its continuous growth, deep geothermal energy production in some regions is confronted with a negative perception, particularly in terms of environmental performance, which could seriously hamper its market uptake. Thus, environmental impact assessment is a prerequisite to the deployment of the deep geothermal resources. The concept of Life Cycle Assessment (LCA) allows analysis and comparison of the environmental impacts of different energy production technologies over their life cycle stages – from extraction of raw materials to production, transport, use and end-of-life.

Financed by European funds, GEOENVI project, starting in November 2018 for 30 months, aims at engaging with both decision-makers and geothermal market actors, to adopt recommendations on environmental regulations and to promote the LCA methodology implementation by geothermal stakeholders.

The objective of the GEOENVI project is to answer environmental concerns in terms of both impacts and risks, by first setting an adapted methodology for assessing environment impacts to the project developers, and by assessing the environmental impacts and risks of geothermal projects operational or in development in Europe.

The project aims at proposing recommendations on harmonised European environmental regulations to the decision-makers, at elaborating simplified LCA models to assess environmental impacts and finally at communicating properly on environmental concerns.

Key Words: geothermal;market development, renewable energy, environment, regulation.

ÖZET

Derin jeotermal enerji üretimi sürekli gelişmesine karşın, özellikle bazı bölgelerde karşılaşılan çevresel etkiler performansındaki olumsuz algı, jeotermal enerjinin yükselişini engelleyebilecek durumdadır. Bu nedenle, çevresel etki değerlendirmesi, derin jeotermal kaynakların yayılmasının ön şartıdır. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) kavramı, farklı enerji üretim teknolojilerinin çevresel etkilerinin yaşam döngüsü aşamaları üzerindeki - hammaddelerin çıkarılmasından üretime, nakliyeye, kullanım ve ömrünün sonuna kadar - analizine ve karşılaştırılmasına olanak sağlar.

Avrupa fonları tarafından finanse edilen GEOENVI projesi, 2018 Kasım'ında başlayan 30 aylık GEOENVI projesi hem karar vericiler hem de jeotermal piyasa aktörleriyle birlikte çalışmayı, çevre düzenlemeleri konusunda tavsiyelerde bulunmayı ve jeotermal paydaşların Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi metodolojisi uygulamasını desteklemeyi amaçlamaktadır.

GEOENVI projesinin amacı, çevresel kaygıları hem etkiler hem de riskler açısından cevaplamak, ilk olarak proje geliştiricilerine çevresel etkileri değerlendirmek için uyarlanmış bir metodoloji belirleyerek ve işletilen veya geliştirilmekte olan jeotermal projelerin çevresel etkilerini ve risklerini değerlendirmektir.



Proje, çevresel etkileri değerlendirmek için basitleştirilmiş YDD modellerini geliştirmeyi ve son olarak çevresel kaygılarla doğru şekilde iletişim kurmayı, karar vericilere uyumlaştırılmış Avrupa çevre düzenlemeleri hakkında önerilerde bulunmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: jeotermal, pazar geliştirme, yenilenebilir enerji, çevre, düzenleme.

1. INTRODUCTION

Geothermal energy is a rapidly growing renewable energy source in Europe. It can be used for electricity production and to supply renewable heating and cooling in buildings, district heating, industrial processes or for agriculture. One challenge to the development of geothermal in Europe is the demonstration that the contribution of our sector to the energy mix, a decarbonised approach based on renewables, is now much greater and more than a niche market. The resources in Europe will allow geothermal to cover a large share of power and heat. The use of geothermal energy, particularly for heat, is slowly but steadily increasing across Europe.

Overall the use of geothermal energy in Europe is growing, at various rates depending on country and technology considered. The paper below will outline the state of the geothermal market in 2018.

Emerging as a high stake topic for geothermal energy deployment, the question of assessing and mitigating the environmental risks associated with geothermal energy is an ever growing one. The below paper will show how the GEOENVI Project, financed under Horizon 2020, aims to tackle this issue.

2. GEOTHERMAL ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT IN EUROPE

Environmental concerns are one of the important barriers for deep geothermal market development. Geothermal should be a safe, reliable, and environmentally benign renewable energy source. However, all man-kind activities have somehow an impact on nature, including the construction of a deep geothermal plant. The environmental impact of all infrastructure projects should be rightly considered, and environmental regulations are important tools for the development of geothermal. Such a sustainable development of the geothermal sector would facilitate public acceptance.

The GEOENVI project started in November 2018, it is financed by the European Union under Horizon 2020 for a duration of 30 months. The consortium comprises 16 partners, from industry associations to project developers, including Public research authorities, from 6 countries (Belgium, France, Hungary, Iceland, Italy, Turkey). The project aims at analysing and proposing solutions and tools for addressing concerns and highlighting benefits for the deep geothermal market uptake focusing on the environmental impacts. Power (mainly) and heat production from geothermal resources may have an impact on any environmental matrix (air, water, ground, ecosystems).

LCA (Life Cycle Assessment) has emerged as an approach to quantify and account for environmental impacts [1]. Originally focused on accounting for current or past impacts in existing projects, LCA is becoming forward looking to assess future impacts of a more consequential nature. LCA is a valuable tool to help formulate policies and to help taking decisions in creating environmental regulation [2]. Information from LCA are useful to draft different policy instruments that concern economic actors and consumers, such as label, standard, taxation, incentives, subsidy, etc. It also helps to establish the prices of energy that reflects the cost of the associated environmental damages [3]. One example of adoption of LCA exists in the EU renewable energy directive, (EU 2009) to determine the sustainability criteria for biofuel and bio liquids production. This directive defines the requirement of greenhouse gas emission savings from the use of biofuels and bioliquids and, at the same time, the detailed rules and guidelines on how to quantify their CO₂ emissions during the life cycle. While it is necessary to have

environmental impacts from renewable energy sources identified, the downside is often found in the execution side as primary data is either unavailable or too time consuming to gather [4]. This falls on the burden of the practitioners or the reporters who use the guidelines for compliance and study. Therefore, database and software packages are the most accessible solution for the practitioner.

When it comes to renewable energy, there are complexities in integrating LCA into regulations. LCA standards described in ISO 14040[5] are open for interpretation. The methods of assessment between studies differ considerably in their system boundaries, co-product and waste definitions and methods of allocation of environmental impacts. Therefore some guidelines have to be established in order to achieve more homogenize results which will, in turn, allow a fair competition between renewable energy market actors. Furthermore, this integration equally demands LCA to be implemented in broader context, in a more practical way, and without adding too much burdens to either the policy / decision makers or the practitioners. This is where LCA needs to be simplified.

Among the potential environmental impacts, we can list the followings:

- Surface-visual effects (land use, landscape, flora and fauna);
- Physical effects (induced seismicity: micro-seismicity related to all the operational phases of the exploitation, including reservoir connection and fluid reinjection into the reservoir; subsidence; geological hazards; groundwater resource depletion; natural radioactivity)
- Acoustic effects (noise during drilling, construction and management);
- Thermal effects (release of steam in the air, ground heating and cooling for fluid withdrawal or injection).
- Chemical effects (gaseous emissions into the atmosphere, incondensable gases, pollution and emissions; re-injection of fluids, disposal of liquid and solid waste).

2.1. Mapping the risks

One of the main objectives of the GEOENVI project is to map environmental impacts and risks, as well as their perception and to define how environmental footprint of deep geothermal plants in Europe is measured and controlled in different countries.

Solutions that have already been adopted to reduce or circumvent impacts and risks, and quantify their potential and their technology readiness level will be analysed. Some impacts and risks are common, but some others depend for instance on regional specificities (geography, geology, etc.) or on geothermal technologies deployed. The analysis of environmental concerns will permit the identification of key differentiation factors.

Although the objective does not focus on societal concerns, the project will nevertheless pay attention to the perception of environmental concerns by the society and the decision-makers. It is indeed known that in some cases the public perception of environmental concerns can be of key importance in the success or failure of a project. Experience feedback Partners will (positive and negative ones) concerning the perception of environmental concerns will be analysed, also in relation to other relevant factors (country, technology, local context e.g. population density, job creation, energy policy, etc.).

Finally, in order to broaden the common understanding of environmental aspects of deep geothermal energy, the environmental impacts and risks will be discussed with regard to other renewable energies (and other fields, whenever considered of relevance).

2.2. Engaging stakeholders

GEOENVI aims at engaging with both decision-makers and geothermal market actors, to adopt recommendations on regulations and to see the LCA methodology implemented by geothermal



stakeholders. The engagement with stakeholders includes sharing of knowledge by adopting an open and FAIR (findable, accessible, interoperable, reusable) data approach. The aim is to contribute to the development of a calm, transparent and trustworthy climate to discuss environmental concerns, thus favoring a solid deployment of future projects. It is essential to engage strong interactions with strategic groups, including political decision makers, project developers, investors, the general public, and local communities, in order to remove environmental impacts. Indeed, it is responsibility also of decision and policy makers to ensure that the growth of renewable energy is in line with sustainability.

As a result, the environmental risks and impacts of geothermal energy projects shall be reduced while maximizing the benefits derived from the project to local communities. A monitoring tool will be developed to measure how these objectives have been achieved.

In order to engage with decision-makers, the best strategy to harmonize and empower the existing environmental regulations, adapting life cycle thinking is also engaging the relevant national and local authorities (e.g. environment ministries, mining authorities) in order to facilitate the change. At this point, other relevant countries outside the consortium that has strong activity in geothermal energy (Germany, the Netherlands, etc) are going to be included in the scope. Decision makers such as energy or environmental ministries, mining authorities, public funding, local authorities are going to be mapped. Furthermore, for an efficient engagement, it is important to set some prioritization strategy by analysing relevant existing regulations, and identifying the owners of the regulations, their level of influence or authority and their openness to changes in the countries of the consortium. By having them identified, engagement efforts could be focused to the ones having higher influence to the success of changes implementation.

CONCLUSION

Geothermal energy uses the heat from the earth to deliver power, heat, and cold. It is a clean, renewable, stable resource, used everywhere in Europe, but largely hidden within the landscape.

The energy provided is steady, baseload and flexible, making it an ideal source for balancing electricity and thermal grids, thereby improving energy security. Installations have a clear impact on local economies and energy systems; jobs at all levels are created and sustained, and by developing local flexibility, it creates a much-needed link between centralised and decentralised systems.

To accompany the market development, the GEOENVI project aims to answer environmental concerns in terms of both impacts and risks, by first setting an adapted methodology for assessing environment impacts to the project developers, and by assessing the environmental impacts and risks of geothermal projects operational or in development in Europe.

The project aims at proposing recommendations on harmonised European environmental regulations to the decision-makers, at elaborating simplified LCA models to assess environmental impacts and finally at communicating properly on environmental concerns.

REFERENCES

- [1] Mcmanus, M. C., Taylor, C. M., Mohr, A., Whittaker, C., Scown, C. D., Borrion, A. L., Glithero N. J., Yin, Y. Challenge clusters facing LCA in environmental decision-making — what we can learn from biofuels, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20:1399–1414, (2015).
- [2] Grisel, L. and Osset, P.: L'Analyse du Cycle de Vie d'un produit ou d'un service. Applications et mise en pratique, *AFNOR*, Paris, (2004).
- [3] Bicalho.T: Les limites de l'ACV. Etude de la soutenabilité d'un biodiesel issu de l'huile de palme brésilienne. Gestion et management. *Université Paris Dauphine - Paris IX*, 2014.



- [4] Hetherington AC, Borrion AL, Griffiths OG, McManus MC: Use of LCA as a development tool within early research: challenges and issues across different sectors. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 19:130–143, (2014).
- [5] ISO14040:2006, Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework, *International Organisation for standardization*, (2006).

CURRICULUM VITAE

Philippe DUMAS

He first worked in a European engineering company as representative in Brussels for EU affairs (2000-2007). Firstly involved in geothermal energy with EGEC, starting as project manager for European projects. Author and co-author of several publications; frequent contributor to conferences, workshops and seminars; active in a number of EU-funded research and promotion projects from 2000 until today.

Since September 2008, He's the EGEC Secretary general in Brussels managing the association:

The European Geothermal Energy Council (EGEC) is an international association, founded in May 1998 and based in Brussels, Belgium. EGEC unites more than 120 companies and organizations, representing more than 500 entities from 22 European countries, working in the geothermal field in Europe.

The main goal of EGEC is to foster market development for geothermal energy and to work for improvement of business conditions in Europe.

Thomas GARABETIAN

Thomas Garabetian is working at EGEC since 2016, focusing on European policies, representing the geothermal energy sector to the European institutions, contributing to the development and carrying EGEC's advocacy strategy. He also contributed to EGEC's involvement in European projects, in particular regarding the financing of geothermal energy.

Before joining EGEC, Thomas worked on European affairs for local authorities in energy transition at Energy Cities. He also has a background in the economics of climate change adaptation at the Institute for Climate Economics. Thomas holds a Master's degree in Energy economics from the Paris School of International Affairs of Sciences Po Paris.

EGEC, the European Geothermal Energy Council, is a non-profit international organization with more than 120 members across 28 countries, founded in 1998 to promote the European geothermal industry and enable its development both in Europe and worldwide, by shaping policy, improving business condition, and driving more research and development.