

Technology transfer and learning under the Kyoto Regime : exploring the technological impact of CDM projects in developing countries

Citation for published version (APA):

Doranova, A. (2010). *Technology transfer and learning under the Kyoto Regime : exploring the technological impact of CDM projects in developing countries*. Universitaire Pers Maastricht.

Document status and date:

Published: 01/01/2010

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Summary of the dissertation

TECHNOLOGY TRANSFER AND LEARNING UNDER THE KYOTO REGIME: Exploring the technological impact of CDM projects in developing countries

Climate change mitigation is currently one of the most important issues on the international political agenda and the foremost concern is about further economic growth and impact of these processes on global warming. While the most economically advanced countries are held responsible for triggering global climate change, international economic forecasts point at the rapid economic growth of developing countries, which will increase overall energy consumption and associated carbon emissions in the next decades. Therefore the debate has been increasingly focusing on designating an active role to developing countries in the post Kyoto regime and directing them towards a more climate friendly growth trajectory by stimulating adoption and diffusion of cleaner technologies.

The dissertation sheds light on perspectives related to sustainable and technological development opportunities of developing countries under the climate change mitigation agenda. Central in the present research is the Clean Development Mechanism (CDM), one of the mechanisms of the Kyoto Protocol facilitating generation of tradable emission credits by implementing carbon emission reduction projects in developing countries. In addition to the primary goal of reducing greenhouse gases (GHG), CDM is also expected to simultaneously assist developing countries by promoting transfer of modern GHG abatement technologies. Despite being frequently claimed the potential of technology transfer via CDM projects has been under-investigated in the academic area.

The thesis is an effort to filling this gap by studying the technology-sustainable development aspects of the CDM projects, with a particular focus on technological learning and capability building. We base our approach on the argument that technology cannot be transferred easily and costless among countries, and more important, a successful technology adoption requires recipients to have capabilities to assess the need for, select, import, assimilate, adapt, and develop the appropriate technologies. Therefore, the sustainability of technological development is ensured only if these capabilities are in place.

In our research we have considered the complexity of the issue and in order to avoid a one sided perspective we have studied it from macro and micro level angles. The macro view allows assessing climate change mitigation relevant technological knowledge available in the developing countries, which is important in order to understand the local technological conditions in which CDM initiatives emerge, as well as to understand the role of technological knowledge in CDM framework. The micro

level perspective is very helpful in understanding the impact of CDM projects on knowledge and expertise building within the context of organizations and companies dealing with these projects. Targeting to study very specific outcomes on the level of concrete companies is an advantage of the micro level approach. In the end it is the companies which are the final users of technology, and who channel its final environmental, societal and economical impact into society.

The body of this dissertation consists of three parts, the first being introductory, second and third parts being empirical that contain analysis on macro and micro level. In part one consisting of Chapters 1 and 2 we give an introductory overview of the CDM framework of the Kyoto Protocol and technological development issues debated in relevance to it, presented the analytical framework used in studying the technological development dimension of CDM, along with research questions leading our study. Chapter 2 introduces sources of data used in the research founding this dissertation. In fact we used two major sources which allowed us to build two databases: one based on CDM project design documents and another based on a survey of CDM project host companies. In Chapter 2 we describe the ways the data were collected and check the representativeness of the survey sample.

Part two of the dissertation, consisting of Chapters 3 and 4, presents a macro level view on interplay between country level knowledge base and technology flows in CDM projects. Analysis in these chapters is of an exploratory nature. It is based on the database of 497 projects implemented in 41 developing countries collected through careful revision of CDM project design documents. A description of the data is presented in Chapter 3. The data shows an interesting trend in CDM related technology sourcing: despite the extensively highlighted north-south technology transfer potential, the majority of CDM projects appear to rely on domestic technology sources. In Chapter 4 we attempt to explain this trend. We introduced country knowledge base related indicators for measuring CDM recipient countries' existing scientific and applied knowledge in climate friendly technologies and investigated their relevance in the CDM case. Thus the central research question in that context is whether existing technological knowledge in the country shapes the technology sourcing patterns in CDM projects. Results of the econometric analysis showed that the countries' technological knowledge base to a certain extent determines technology sourcing patterns in CDM projects, and more specifically a better knowledge base seems to be positively associated with a preference for local technologies. The role of practical knowledge has proved to be more significant than scientific knowledge. The conclusion is that countries with a higher experience in the development and application of technologies tend to rely more on their own technology or collaborate with foreign partners in compiling the technological facility, rather than to purely rely on imported technology.

Part three includes Chapters 5, 6 and 7, and presents a micro level view on technological learning taking place under CDM projects. The focus here is on CDM project host companies and their learning. Technological learning impact is measured through progress in a range of technological capabilities. The analysis is based on data collected through a survey of 104 CDM project host companies. Chapter 5 describes the data collected through the survey and analyzes technological learning patterns and trends at aggregated and disaggregated levels, and for each country and subgroups. The following Chapters 6 and 7 try to explain technological learning performances of project host companies. In pursuing the analysis we benefited extensively from the organizational learning literature which has proven to be a very enriching complement to the international technology transfer literature.

Chapter 6 aims to investigate how the project host organization's absorptive capacity can explain technological learning dynamics resulting from CDM projects. Because the absorptive capacity of a company is a complex multidimensional phenomenon, we attempt to capture a few elements of it, namely the company's prior knowledge in technology applied in CDM project, human resources, and training efforts leading to building the internal knowledge of an organization. Besides we consider factors such as characteristics of a technology acquirer organization that may determine learning outcomes. We also investigate the exogenous effect of institutional factors working as an enabling environment for building organizational absorptive capacity and technological learning as an end result. The important result of the study is that the prior knowledge about the technology proves to be the most important element of the CDM project host's absorptive capacity. Thus prior knowledge proved to have the strongest, statistically confirmed effect on learning outcomes. However the results also showed that this effect has diminished with increase in level of prior knowledge, proving an inverted U-shaped curve of learning function.

In Chapter 7 we also study determinants of technological learning by CDM project hosts, but propose a more inclusive framework by considering also the perspective of technology providers and interaction with them. One set of issues we attempt to address concerns technology providers' characteristics and involvement in the project. Another set covers factors associated with the project host company's active position in initiation and implementation of the project and overcoming challenges in technology acquisition and assimilation. Thus the approach in this chapter captures two perspectives of technological learning: "learning through interaction" with a technology provider and "learning by doing" the project and adopting the technology. Results of the study showed a strong effect of learning by doing mode in CDM project based knowledge acquisition, and did not find evidence supporting learning by interaction mode, hence declined the importance of the technology provider's role. It was also proven that a larger component of learning and technology mastering is facilitated through finding solutions to challenges arising during the technology adaptation and

adjustment phase. Thus the finding suggests that more successful project operators learn dominantly through their own experience and dealing with problems they faced during the early stages of technology exploitation.

Overall the thesis has a number of theoretical, empirical, methodological, and policy contributions. In the literature on technology transfer in CDM projects it is novel in using technological capability concepts and organizational learning theories. Originality is also in presenting a new set of factors that can explain why CDM project recipient countries rely on local or imported technologies in implementing projects. The study is unique in terms of obtaining and using empirical data from a survey of CDM project operator companies. It also shows a clear methodological contribution in measuring the scientific and practical knowledge in the specific niche of climate friendly technologies for each CDM host country. The overall implication of the study is in highlighting and reassuring the academic discourse on the importance of knowledge and fostering technological capabilities both on national and company level in achieving sustainable and environmentally sound economic progress in the developing world.

Samenvatting van het proefschrift

TECHNOLOGIE-OVERDRACHT EN LEREN IN HET KADER VAN HET KYOTO-PROTOCOL: Verkenning van de technologische impact van CDM-projecten in ontwikkelingslanden

De beperking van klimaatverandering staat momenteel hoog op de internationale politieke agenda en een grote zorg is het effect van economische groei op de opwarming van de aarde. De wereldwijde klimaatverandering is in gang gezet door de economisch meest ontwikkelde landen, maar sommige ontwikkelingslanden maken nu een snelle economische groei door. Hierdoor zal volgens internationale economische prognoses hun energieverbruik en de uitstoot van broeikasgassen in de komende decennia toenemen. Juist daarom richt het debat zich in toenemende mate op het toekennen van een actievere rol aan deze ontwikkelingslanden in het post-Kyoto tijdperk, en wil men hen stimuleren in het gebruik van duurzame energie en de adoptie en overdracht van schone technologieën.

Dit proefschrift belicht de kansen van ontwikkelingslanden op het gebied van duurzame- en technologische ontwikkelingen in het kader van de klimaatverandering agenda. Centraal in dit onderzoek staat het clean development mechanism (CDM), één van de drie instrumenten uit het Kyoto-protocol. Via CDM worden emissiereducties gerealiseerd in ontwikkelingslanden, en het draagt bij tot een vermindering van de uitstoot van broeikasgassen (BKG) o.a. door de overdracht van moderne technologie. Het potentieel van technologie overdracht wordt algemeen onderkend, maar is op academisch gebied onvoldoende onderzocht.

Dit proefschrift tracht deze leemte op te vullen door aspecten van technologisch-duurzame ontwikkeling van CDM-projecten te bestuderen, met een bijzondere aandacht voor leren en capaciteitsopbouw op technologisch gebied. We baseren onze aanpak op het argument dat technologie niet eenvoudig en kosteloos kan worden overgedragen tussen landen; de succesvolle adoptie van technologie vereist dat de ontvanger de capaciteiten heeft om te beoordelen aan welke technologieën men behoefte heeft, en om deze te importeren, assimileren, aan te passen, en te ontwikkelen. In dit oogpunt kan de duurzaamheid van technologische ontwikkeling alleen worden gewaarborgd in de aanwezigheid van deze capaciteiten.

In ons onderzoek hebben we de complexiteit van de problematiek overwogen, en bekijken we het geheel vanuit een macro- en micro niveau om een eenzijdig perspectief te vermijden. Op macro niveau beoordelen we de technologische kennis van ontwikkelingslanden op het gebied van de beperking van klimaatverandering, wat inzicht geeft in de lokale technologische omstandigheden waarin CDM-initiatieven tot stand komen en in de rol van technologische kennis in het CDM-raamwerk. Het micro

niveau geeft een beter beeld van de impact van CDM-projecten op de opbouw van kennis en expertise in de context van organisaties en bedrijven die betrokken zijn bij deze projecten. Op dit niveau kunnen we zeer specifieke resultaten van bedrijven bestuderen; uiteindelijk zijn de bedrijven de eindgebruikers van de technologie, en zijn zij degene die de resultaten voor het milieu en op sociaal-economisch gebied verspreiden in de samenleving.

Het proefschrift bestaat uit een inleiding gevolgd door empirische analyses op macro- en micro niveau. In deel I -bestaande uit hoofdstuk 1 en 2- gaven we een inleidend overzicht van het CDM-framework en het Kyoto-protocol, en het gerelateerde debat over technologische ontwikkeling. Verder presenteerden we het analytische raamwerk met de technologische ontwikkeling dimensie van CDM, en de onderzoeksvragen die onze studie leiden. Hoofdstuk 2 introduceert de gebruikte data bronnen, waarvan twee als invoer hebben gediend voor de constructie van onze eigen databases: CDM project documentatie, en een enquête onder de zogenaamde CDM "gastheer" bedrijven (zij die de projecten uitvoeren). Verder beschrijven we de wijze waarop de data werd verzameld en controleren we de representativiteit van de doelgroep benaderd in de enquête.

Hoofdstuk 3 en 4 maken deel uit van deel II van het proefschrift, welke de wisselwerking tussen de knowledge base op nationaal niveau en technologie flows in CDM-projecten bekijkt vanuit het macro niveau. De analyse in deze hoofdstukken is van verkennende aard en is gebaseerd op een database van 497 projecten in 41 (ontwikkelings)landen. Deze database is tot stand gekomen d.m.v. een zorgvuldige inspectie van CDM-project documentatie. Hoofdstuk 3 geeft een gedetailleerde beschrijving van de data. Deze toont een interessante trend voor de sourcing van CDM-gelateerde technologie: ondanks het veelgeprezen potentieel van Noord-Zuid technologie overdracht lijkt de meerderheid van de CDM-projecten te vertrouwen op binnenlandse bronnen. In hoofdstuk 4 proberen we deze trend te verklaren a.d.h.v. indicatoren voor wetenschappelijke en toegepaste kennis in klimaatvriendelijke technologieën en hun relevantie m.b.t. CDM. De centrale onderzoeksvraag in dit verband is of bestaande technologische kennis vorm geeft aan de technologie sourcing patronen in CDM-projecten. Resultaten van de econometrische analyse toonde aan dat de technologische knowledge base van een land in bepaalde mate deze patronen bepaalt, en dat een sterkere knowledge base positief is geassocieerd met een voorkeur voor binnenlandse technologie. Praktische kennis blijkt belangrijker dan wetenschappelijke kennis. De conclusie is dat landen met meer ervaring in de ontwikkeling en toepassing van technologieën eerder geneigd zijn om op hun eigen technologie te vertrouwen, of om samen te werken met buitenlandse partners bij de constructie van de technische installatie, i.p.v. de technologie in zijn geheel te importeren.

Deel III behandelt op micro niveau het concept van leren in technologisch oogpunt dat gebeurt in CDM-project in de hoofdstukken 5, 6, en 7. De nadruk ligt hier op de CDM gastheer bedrijven en hun leertraject. Het effect van leren wordt gemeten a.d.h.v. vooruitgang in een reeks van technologische vaardigheden. De analyse is gebaseerd op de gegevens verzameld via een enquête onder 104 CDM gastheer bedrijven.

Hoofdstuk 5 beschrijft de enquête data, en analyseert trends en patronen van "technologisch leren" op een geaggregeerd en gedesaggregeerd niveau, en per land en subgroep. De hoofdstukken 6 en 7 proberen de leerprestaties van gastheer bedrijven te verklaren. In onze analyse hebben we uitvoerig gebruik gemaakt van de literatuur op het gebied van organisatorisch leren, welke heeft bewezen een uiterst verrijkende aanvulling te zijn op de internationale technologie overdracht literatuur.

Hoofdstuk 6 onderzoekt hoe de absorptie capaciteit van de gastheer de dynamiek van technologisch leren voortvloeiend uit CDM-projecten kan verklaren. Omdat de absorptiecapaciteit van een onderneming een complex multidimensioneel verschijnsel is, proberen we om enkele elementen ervan vast te leggen, namelijk de bestaande kennis m.b.t. technologie toegepast in CDM-projecten, human resources, en training die leidt tot kennis opbouw binnen de organisatie. Verder houden we ook rekening met factoren zoals de karakteristieken van de technologie verwervende organisatie die het leer resultaat kunnen beïnvloeden. Tevens onderzoeken we het exogene effect van institutionele factoren die dienst doen als een gunstig klimaat voor het opbouwen van organisatorische absorptiecapaciteit met technologisch leren als eindresultaat. Onze conclusie is dat bestaande technologische kennis het belangrijkste element is van de absorptiecapaciteit van de gastheer; bestaande kennis heeft het sterkste, statistisch bevestigde effect op leerresultaten. Een kanttekening hierbij is dat dit effect kleiner wordt naarmate het niveau van de kennis stijgt, wat wijst op een omgekeerde U-vormige curve voor de leer functie.

In hoofdstuk 7 bestuderen we nogmaals de determinanten van technologisch leren van gastheren, maar ditmaal gebruiken we een alomvattend raamwerk door ook het perspectief van en de interactie met de technologie leveranciers te beschouwen. Aandachtspunten zijn de karakteristieken van technologie leveranciers en hun betrokkenheid bij het project. Andere punten omvatten factoren geassocieerd met de actieve rol van de gastheer bij de initiatie en implementatie van het project, en het overwinnen van uitdagingen m.b.t. de acquisitie en assimilatie van technologie. Dit hoofdstuk toont twee perspectieven van technologisch leren: "leren door interactie" (met de leverancier), "leren door te doen" (het project op zich, en de adoptie van de technologie). Resultaten toonden een sterk effect van "leren door te doen" in CDM-project gerelateerde kennis verwerving, en vonden geen bewijs voor "leren door interactie" waarmee het belang van de leverancier ondergeschikt blijkt. Tevens werd bewezen dat een groot component van leren en het beheersen van de technologie