

Hogne Nersund Larsen  
Edgar Hertwich

# ENERGIBRUK OG KLIMAGASSUTSLIPP I TRONDHEIM

En kartlegging av energibruk  
og klimagassutslipp i  
Trondheim, med fokus på  
kommunens egen aktivitet  
gjennom direkte og indirekte  
klimagassutslipp

NTNU 

Program for industriell økologi  
Sammendrag av rapport nr: 2/2007

Reports and Working Papers from

**Norwegian University of Science and Technology (NTNU)  
Industrial Ecology Programme (IndEcol)**

**This is a summary of :**

*Report no.2/2007*

*ISSN 1501-6153*

*ISBN 978-82-79-48062-4 (trykt)*

*ISBN 978-82-79-48063-1 (pdf)*

**The complete report is available from:**

**<http://www.indecol.ntnu.no/publications.php>**

Editor-in-chief:

Professor Edgar Hertwich, Programme Leader, IndEcol

Editors:

Researcher Øivind Hagen, SINTEF Technology and society, IFIM

Associate Professor Anders Strømman, Dep. of Energy and Process  
Engineering

Design and layout:

Elin Mathiassen, Coordinator, IndEcol

**Reports and Working Papers may be downloaded from the  
IndEcol web site:**

Industrial Ecology Programme (IndEcol)

NTNU

NO-7491 Trondheim, Norway

Tel.: + 47 73598940

Fax.: + 47 73598943

E-mail: [indecol@indecol.ntnu.no](mailto:indecol@indecol.ntnu.no)

Web: [www.indecol.ntnu.no](http://www.indecol.ntnu.no)

## Sammendrag

### Anbefalinger

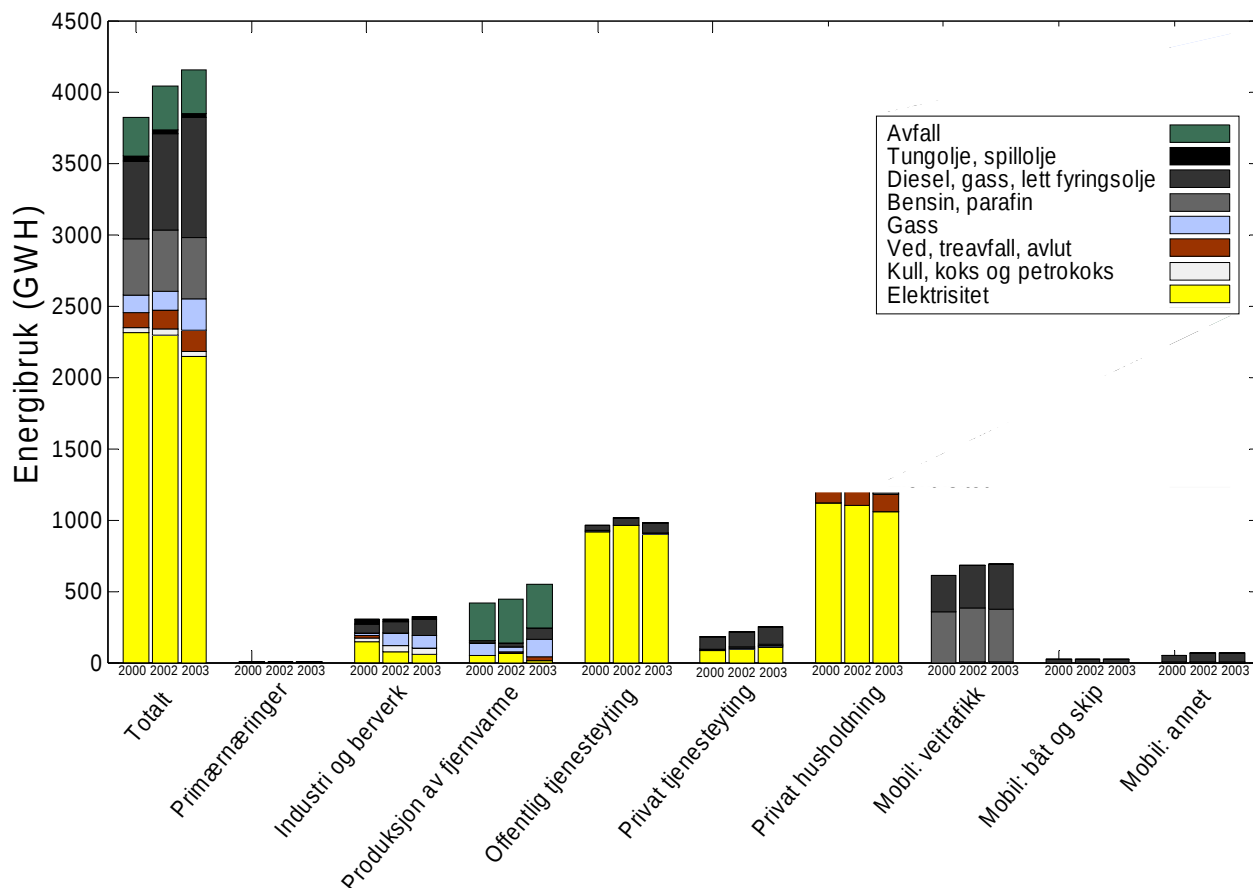
- Statistikk over klimagassutslipp og energibruk innenfor Trondheims kommunegrenser er heftet med stor usikkerhet. En viktig årsak til dette er at det ikke finnes pålitelige datakilder for mobil energibruk/utslipp og for brenselkjøp til tjenesteytende næringer og husholdninger. SSBs beregninger er et bra utgangspunkt for å få en oversikt. Estimatenes er imidlertid for upresise til å fange opp utvikling over tid eller for å måle effekten av lokale tiltak for reduksjon av klimagasser.
- I 2005 forårsaket Trondheim kommunes egen virksomhet utslipp av 123 tusen tonn CO<sub>2</sub> ekvivalenter. Dette inkluderer utslipp knyttet til produksjon av varer og tjenester som kommunen kjøper. Direkte utslipp er bare 7300 tonn (6%), mens innkjøp av elektrisitet, antatt en nordisk produksjonsmiks, er den største enkeltpost med 31%. Andre innkjøp står for 63%. Omtrent 18% av dette er fjernvarme, transporttjenester og andre aktiviteter med utslipp i Trondheim. Vi anbefaler derfor at kommunen utvikler strategier for miljøbevisst innkjøp, både for å velge produkter eller tjenester med lavest mulig livsløpsutslipp, og for å påvirke leverandørenes utslipp gjennom krav om utslippsreduksjoner.
- Skoler, helse og omsorg, og Trondheim bydrift står for de største utslippene, både direkte og indirekte. Tiltak bør fokuseres på disse områder.
- Erstatning av oljefyring med fjernvarme vil kunne redusere kommunens utslipp med 2 tusen tonn. En tilsvarende overgang fra oljefyring til fjernvarme i andre næringer og privathusholdninger vil redusere klimagassutslippene med nesten 20 tusen tonn. Dette bør prioriteres.
- Vi anbefaler en systematisk forbedring av rutiner for datainnhenting og analyse. Metoden og dataverktøy utviklet i prosjektet er egnet for en detaljert og årlig analyse av kommunens egne utslipp i et livsløpsperspektiv, men også for evaluering av tiltak og analyse av prioriterte områder og prosjekter. Vi anbefaler

at innkjøp av energivarer regnskapsføres også i fysiske enheter (liter bensin, kWh etc.).

- Det er mulig å estimere klimagassutslipp til privat sluttbruk i kommunen. En slik beregning kan være et nyttig utgangspunkt både for å undersøke områder hvor kommunen har påvirkningskraft (knyttet til arealplanlegging, infrastruktur, energiforsyning og offentlige tjenester), og som utgangspunkt for ”klimavett” kampanjer.

### **Energibruk i et geografisk perspektiv**

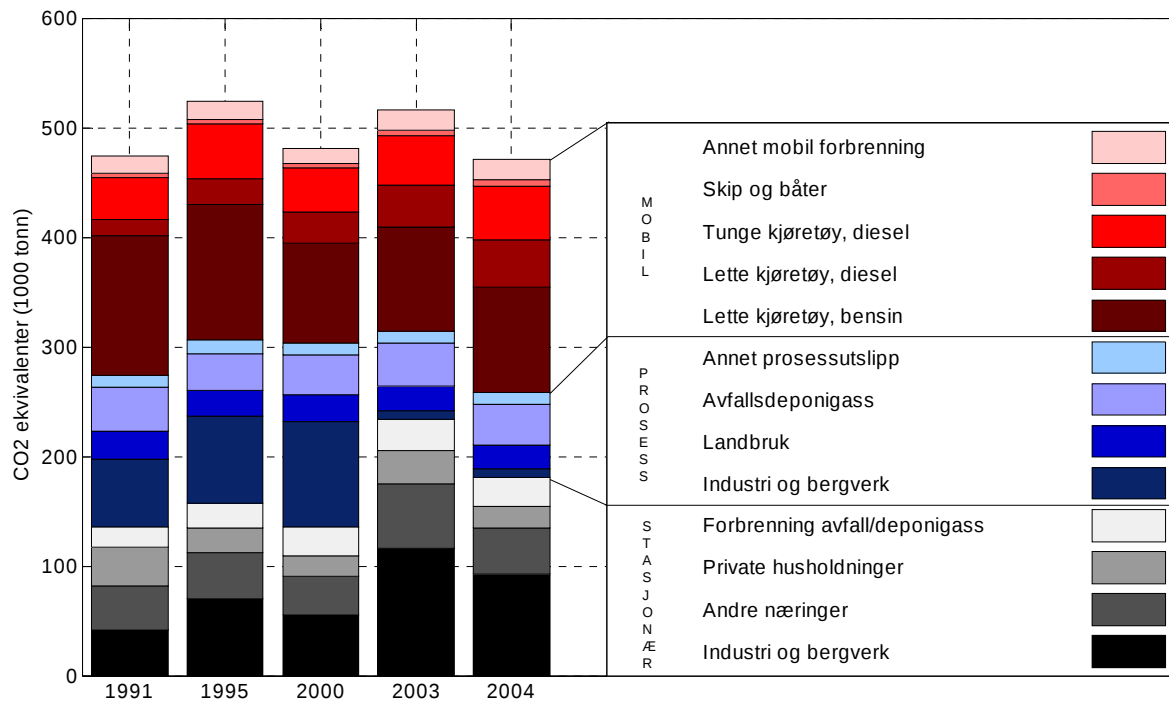
Trondheims energibruk er ca. 4 TWh/år, eller 1,8% av Norges samlede energibruk. I perioden 2001-2003 var 56% av energi brukt i Trondheim elektrisitet, 34% fossil brensel, og 10% avfall og biomasse. I perioden var vekstraten 5% per år. Elektrisitetsforbruk bidrar ikke til utslipp i *Trondheim*, og biomasse og den delen av avfallet som ansees som fornybar er ikke inkludert i beregninger av CO<sub>2</sub>-utslipp. Figur E-1 viser at private husholdninger og offentlig tjenesteyting er de største energibrukerne, mens trafikk og industri bidrar mest til bruk av fossilt brensel.



**Figur E-1:** Forbruk av energi for årene 2000, 2002 og 2003 (kilde: SSB og TEV). Det mangler datagrunnlag for å konstruere en konsistent tidsserie med både elektrisitet og brensel for et lengre tidsrom.

Trondheims klimagassutslipp ligger i størrelsesorden 500.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år, ca. 1 % av Norges utslipp, i følge SSB. Utslipet varierer gjennom årene og var i 2004 omtrent det samme som i 1991. Med fortsatt drift av Lilleby smelteverk ville totale klimagassutslipp økt betydelig. Det er verdt å merke seg at utslippene økte relativt lite fra 1991 til 2000, til tross for økende utslipp fra prosessindustrien. SSB sine tall indikerer at klimagassutslippet fra lette kjøretøy ikke har økt fra 1991 til 2004, men disse estimatene er basert på trafikktegninger som fanger opp trafikk bare på noen få, utvalgte punkter. En vesentlig befolkningsvekst, økt bilhold i perioden, stabil reisemiddelfordeling, betydelig vekst i transportutslippene på nasjonalt nivå og i de andre storbyene tilsier økte

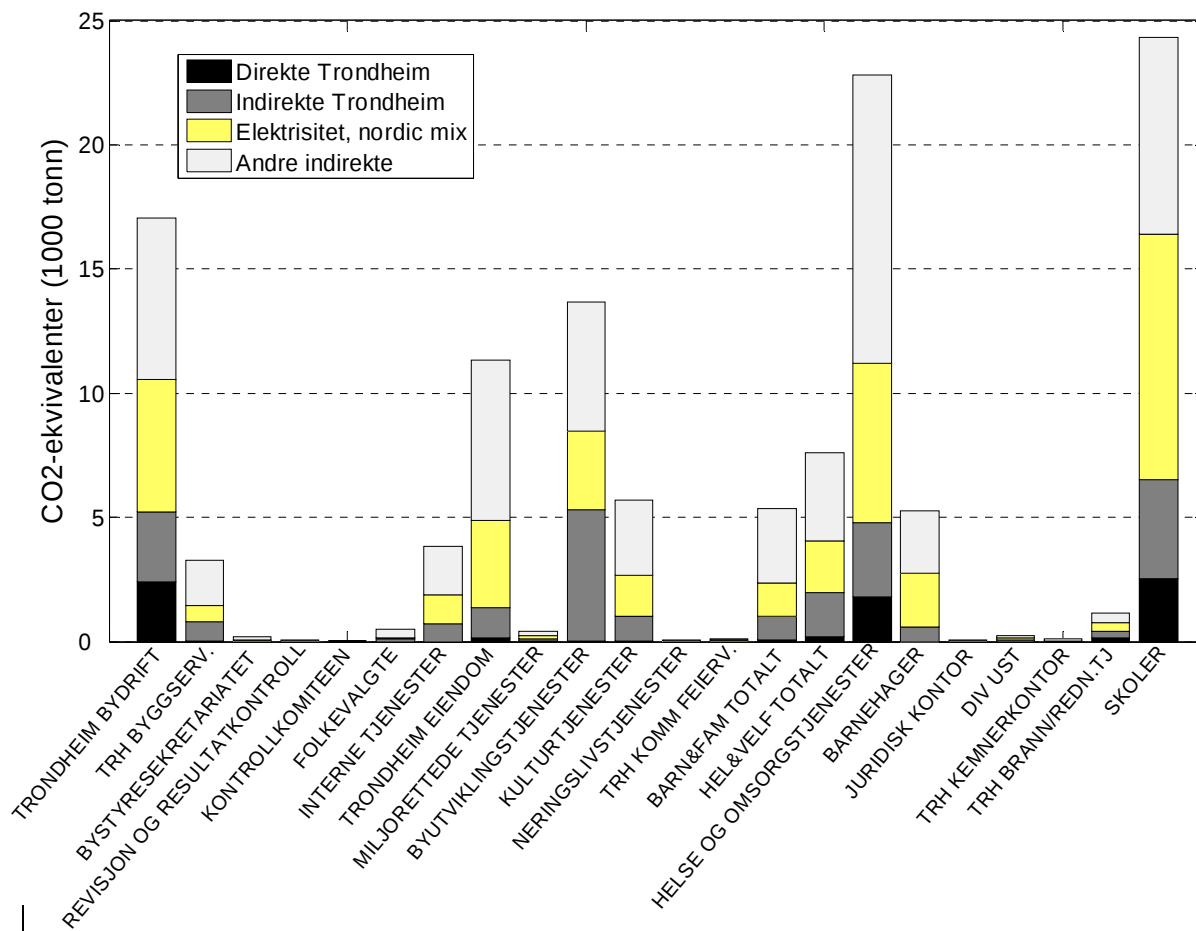
klimagassutslipp fra lette kjøretøyer også i Trondheim. I følge Byplan har den største trafikkveksten foregått i de ytre delene av byen, og innføringen av det sonebaserte bomsystemet i 98 førte til at bilister fant seg andre kjøreruter. Til slutt kan vi merke oss økningen av stasjonære utslipp i 2003 som hovedsakelig skyldes høye strømpriser, noe som medførte en økning i bruk av fyringsolje.



**Figur E-2:** Klimagassutslipp Trondheim kommune i CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (kilde: SSB)

## Energibruk og klimagassutslipp i et livsløpsperspektiv

Vi har utviklet et dataverktøy for analyse av klimagassutslipp for Trondheim kommunes egen virksomhet. Figur E-3 viser utslippene til ulike kommunale enheter. Dette inkluderer direkte utslipp, f.eks. fra forbrenning av fyringsolje og bensin, utslipp ved produksjon av elektrisiteten antatt en nordisk miks, og utslipp knyttet til produksjon av varer og tjenester som kommunen kjøper både i Trondheim og utenfor. Beregningene er basert på data fra kommuneregnskapet og nasjonalregnskapet. En årlig oppdatering av beregninger er mulig og krever både tall fra kommuneregnskapet og oppdatert data fra SSB. Beregningen av utslippet for et nytt år krever kunnskap om både programvare og metoder, men er ikke veldig tidkrevende.



**Figur E-3:** Livsløpsutslipp fra kommunale enheter 2005

I tillegg til å bli ansvarliggjort for de direkte, geografiske utslippene (forbrenning av drivstoff og fyringsolje), vil kommunen i et livsløpsperspektiv få ansvar for de indirekte utslippene, som for eksempel produksjon av den fjernvarmen kommunen benytter i sine bygg. Dette betyr altså at også indirekte utslipp kan forekomme i Trondheim kommune geografisk. Resultatene viser at indirekte utslipp (dvs. utslipp knyttet til framstilling av varer og tjenester kjøpt av kommunen) er mye mer viktig en direkte utslipp. Forbruk av elektrisitet er sentralt i de fleste enhetene ved antagelsen om en nordisk produksjonsmiks.

### **Datakvalitet og valg av perspektiv**

Uansett hvilket perspektiv som velges er det gjennomgående vansker i beregning av klimagassutslipp på kommunenivå: Statistikk for energibruk, trafikk, forbruk etc. foreligger først og fremst på nasjonalt nivå, og ikke på kommunenivå. Det finnes noen unntak, men generelt eksisterer det færre og dårligere data på kommunenivå, og statistiske feilmarginer er betydelig høyere. Statistisk sentralbyrå (SSB) har utviklet metoder for å allokere nasjonalt energibruk til kommunene basert på fordelingsnøkler, for eksempel ”antall husstander med oljefyring i kommunen” eller ”antall ansatte i tjenesteytende næring.” En slik tilnærming er nokså usikker, og metoden er ikke egnet til å vise effekten av målrettede tiltak, f.eks. ENØK-tiltak i oljefyrte hus. Vi anbefaler at SSB gjennomfører et pilotprosjekt for å teste innhenting av mer detaljerte tall på forbruk av fossilt brensel både i bygningssektoren og til transport.

Et geografisk perspektiv på utslipp gjør resultatet avhengig av lokalisering av industri. Flytting av en industribedrift til en nabokommune eller til utlandet bidrar til lokal utslippsreduksjon, men bidrar ikke til å redusere klimabelastningen globalt. Det er videre uønsket at en lokal klimapolitikk har målsetninger som er i strid med lokal næringspolitikk. Derfor er det fornuftig å bruke et livsløpsperspektiv, hvor all klimagassutslipp tilskrives forbruk, ikke produksjon.

I nasjonalregnskapet finnes det både offentlig og privat sluttbruk. Mye av kommunens innkjøp regnes som offentlig sluttbruk, mens husholdningers forbruk utgjør privat

sluttbruk. I rapporten illustrerer vi livsløpsperspektivet gjennom å benytte innkjøpene i kommuneregnskapet til å kalkulere livsløpsutslippene til Trondheim kommune. En beregning av utslippet knyttet til Trondheims husholdninger gjenstår.

Reports published by  
The Industrial Ecology Programme  
Norwegian University of Science and Technology

|        |                                                                                                                 |                                                                                                                                                          |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1/1999 | Ingvild V. Malvik, Elin Mathiassen, Terje Semb                                                                  | <i>Bærekraftig mobilitet – en visjon for framtiden?</i>                                                                                                  |
| 2/1999 | Jørund Buen, Karl C. Nes, Vidar Furholt, Karine Ulleberg                                                        | <i>Den bærekraftige bilen – finnes den? El-bilen PIVCO CityBee i et industriøkologisk perspektiv</i>                                                     |
| 3/1999 | Hilde Nøsen Opoku                                                                                               | <i>A Grand Objective lost in the Waste Bin? Local Agenda 21 and solid waste reduction in the Norwegian municipality of Trondheim.</i>                    |
| 4/1999 | Martina M. Keitsch, John Hermansen, Audun Øfsti                                                                 | <i>Sustainable Urban Watermanagement based on the Concept of Industrial Ecology</i>                                                                      |
| 5/1999 | Helge Brattebø, Stig Larssæther, Kjetil Røine                                                                   | <i>En sammenstilling av kunnskapsstatus (state-of-the-art) innen feltet industriell økologi</i>                                                          |
| 1/2000 | Helge Brattebø, Ole Jørgen Hanssen (ed.)                                                                        | <i>“Productivity 2005” – Research Plan P-2005 Industrial Ecology</i>                                                                                     |
| 2/2000 | Jørund Buen                                                                                                     | <i>Industriell økologi – Nytter det bare i Nord? Om industriøkologisk kapasitet</i>                                                                      |
| 3/2000 | Kjetil Røine                                                                                                    | <i>Does Industrial Ecology provide any new Perspectives?</i>                                                                                             |
| 4/2000 | Lars Brede Johansen                                                                                             | <i>Eco-efficiency gjennom systemisk miljøstyring</i>                                                                                                     |
| 5/2000 | Galina Gaivoronskaia, Knut Erik Solem                                                                           | <i>The Debate on the Risk of Genetically Modified Food: The Politics of Science</i>                                                                      |
| 6/2000 | Øivind Hagen, Stig Larssæther                                                                                   | <i>The need for cultural innovation to face the environmental challenge in business</i>                                                                  |
| 1/2001 | Johan Thoresen                                                                                                  | <i>P-2005:Implementation and Maintenance of Ecopark co-operation</i>                                                                                     |
| 2/2001 | Annik Magerholm Fet, Lars Brede Johansen                                                                        | <i>Miljøprestasjonsindikatorer og miljøregnskaper ved møbelproduksjon</i>                                                                                |
| 3/2001 | K. Røine, S. Støren, J.T. Solstad, F. Syversen, M. Hagen, S. Steinmo, M.Hermundsgård, M. Westberg, J. Svanqvist | <i>Fra åpne til lukkede material- og produktstrømmer – betraktninger rundt sløyfebegrepet</i>                                                            |
| 4/2001 | Ottar Michelsen, Ingvild Vaggen Malvik                                                                          | <i>Perspektiver ved en bærekraftig utvikling i Jämtland og Trøndelag</i>                                                                                 |
| 1/2002 | Arne Eik, Solveig Steinmo, Håvard Solem, Helge Brattebø, Bernt Saugen                                           | <i>Eco-Efficiency in Recycling Systems. Evaluation Methods &amp; Case Studies for Plastic Packaging</i>                                                  |
| 1/2003 | Kjersti Wæhre                                                                                                   | <i>Miljø som image. Bordet fanger? En kvalitativ studie av sammenhengen mellom image, organisasjonsidentitet og arbeid med ytre miljø i HÅG</i>          |
| 2/2003 | Andreas Brekke, Kine Michelsen                                                                                  | <i>Bruk og nytte av LCA i norske bedrifter</i>                                                                                                           |
| 3/2003 | Thomas Dahl                                                                                                     | <i>Hvilken moral for dagens marked og miljø?</i>                                                                                                         |
| 1/2004 | Chin-Yu Lee, Kjetil Røine                                                                                       | <i>Extended Producer Responsibility Stimulating Technological Changes and Innovation: Case Study in the Norwegian Electrical and Electronic Industry</i> |
| 2/2004 | Lars Thortveit                                                                                                  | <i>Resultatundersøkelsen 2003 for Stiftelsen Miljøfyrtårn</i>                                                                                            |
| 3/2004 | Ottar Michelsen                                                                                                 | <i>Biodiversity indicators and environmental performance evaluations: Outline of a methodology</i>                                                       |
| 4/2004 | Øivind Hagen                                                                                                    | <i>Forutsetninger for radikal innovasjon i etablert virksomhet: Hvordan møte Faktor 10-utfordringen?</i>                                                 |
| 5/2004 | Edgar Hertwich, Michael Katzmayer                                                                               | <i>Examples Of Sustainable Consumption: Review, Classification And Analysis</i>                                                                          |
| 6/2004 | Margit Hermundsgård                                                                                             | <i>Kommunikasjon i tverrfaglig forskningssamarbeid: Kan kunnskapsverktøy hjelpe?</i>                                                                     |
| 7/2004 | Workshop Proceedings SETAC-Europe Meeting Prague Congress Center 21 April 2004                                  | <i>Life-cycle Approaches To Sustainable Consumption: Scope And Feasibility</i>                                                                           |
| 1/2005 | Edgar Hertwich, Tania Briceno, Patrick Hofstetter, Atsushi Inaba (editors)                                      | <i>Proceedings; Sustainable Consumption: The Contribution of Research; Workshop 10-12 February 2005, Gabels Hus, Oslo</i>                                |
| 2/2005 | Lars Thortveit                                                                                                  | <i>Resultatundersøkelsen 2004 for Stiftelsen Miljøfyrtårn</i>                                                                                            |
| 1/2006 | Annik Magerholm Fet, Christofer Skaar, Birte Riddervold                                                         | <i>Miljødatabase og miljødeklarasjoner for møbler</i>                                                                                                    |
| 2/2006 | Annik Magerholm Fet, Elin Mathiassen, Helge Brattebø, Sigurd Støren                                             | <i>P2005- industriell økologi: Sluttrapport</i>                                                                                                          |
| 3/2006 | John Amund Karlsen                                                                                              | <i>Resultatundersøkelsen 2005 for Stiftelsen Miljøfyrtårn</i>                                                                                            |
| 4/2006 | Glen Peters, Christopher Weber, Jingru Liu                                                                      | <i>Construction of Chinese Energy and Emissions Inventory</i>                                                                                            |
| 1/2007 | Martin Myrvang, Anders H. Strømman, Ola Jonassen                                                                | <i>Mongstad Pilot: Utilization of Excess Refinery Heat in Dehydration Processes</i>                                                                      |

**Program for industriell økologi (IndEcol)** er et tverrfaglig universitetsprogram etablert i 1998 for en periode på minst ti år ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Programmet omfatter et masterprogram opprettet i 2004 og et stort antall doktorgradsprosjekter og forskningsprosjekter rettet mot vareproduserende industri, energi- og byggesektoren. Tverr-faglig forskning og undervisning står sentralt ved IndEcol, og målet er å knytte sammen teknologiske, naturvitenskapelige og samfunnsvitenskapelige bidrag i letingen etter bærekraftige løsninger på produksjon og forbruk av energi og ressurser.

**The Industrial Ecology Programme (IndEcol)** is a multidisciplinary university programme established at the Norwegian University of Science and Technology (NTNU) in 1998 for a period of minimum ten years. It includes a Master of Science programme launched in 2004 and a significant number of doctoral students as well as research projects geared towards Norwegian manufacturing, energy and building industries. The activities at IndEcol have a strong attention to interdisciplinary research and teaching, bridging technology, natural and social sciences in the search for sustainable solutions for production and consumption of energy and resources.



NTNU-IndEcol  
Industrial Ecology Programme  
NO-7491 Trondheim

Tel.: + 47 73 59 89 40  
Fax: + 47 73 59 89 43  
E-mail: [indecoll@indecoll.ntnu.no](mailto:indecoll@indecoll.ntnu.no)  
Web: [www.indecoll.ntnu.no](http://www.indecoll.ntnu.no)