

# **Environmental impacts and risks of renewable energy production and use**

**Uusi Energia  
Akademiohjelman avajaisseminaari  
30.3.2015**

Pekka Leskinen, research professor, head of group

Anne Holma, researcher

Finnish Environment Institute

## Contents:

- UUSRISKI-project and the objectives.
- Assumptions and limitations.
- Results and conclusions.
- What to do in the future?

## The UUSRISKI -project

- Funded by several ministries in Finland (Ministry of the Environment, Ministry of Agriculture and Forestry, and Ministry of Employment and the Economy).
- Finnish Environment Institute, Finnish Forest Research Institute, Agrifood Research Finland, and Technical Research Centre of Finland.
- 2012-2013.
- The general aim was to give an overall picture of risks and environmental impacts of renewable energy.

## Background

- National renewable energy action plan: Finland increase the share of renewable energy to 38% from end use of energy by 2020.
- Environmental risks can be avoided, if they are identified as early as possible.
- The aim is to avoid conflicts between energy policy, and objectives for nature and environment protection.

## National renewable energy objectives 2020 (TEM, 30.6.2010) compared to production levels 2010

Energy source	2010 (TWh)	Target 2020 (TWh)
Forest chips in CHP and heat production	14	25
Pellets	0.7	2
Residential wood combustion	12	12
Wind power	0.3	6
Hydro power	12.7	14
Biogas	0.5	0.7
Liquid biofuels in transportation		7
Agricultural biomass	yht. 0.6	Use is increased
Heat pumps	3.1	8
Waste fuels	1.7	2
Other renewables. including solar power	0.4	0.4

## The scope of the project

- Evaluation of potential risks and harmful environmental impacts when implementing the action plan for 2020.
- No new research, but based on existing literature and knowledge.
- Literature review and expert judgement.
- Positive impacts e.g. to employment and economy were excluded.
- Forest energy, wind, biofuels, biogas, hydro power, agricultural energy, heat pumps, solar energy.

The following environmental impacts:

- Climate change
- Ozone depletion
- Acidification
- Tropospheric ozone formation
- Particulate matter formation: impacts on public health and short-term climate effects
- Eutrophication
- Toxicity
- Impacts on biodiversity
- Soil depletion and soil quality (including organic matter, erosion, nutrient balance, salinization and compaction)
- Water use
- Land use
- Abiotic resource depletion
- Radiation
- Plant pests and diseases

- In addition:
  - Noise
  - Odour
  - Shading and shadow flicker
  - Aesthetic impacts and impacts on scenery
  - Health impacts (including occupational health)
  - Impacts on recreational use
  
- LCA, all phases included:
  - Raw material production
  - Refining
  - Energy production
  - Disposal of the raw material or technology, waste treatment (recycling, deposition)



## Steps of the project (in brief)

1. Literature review of quantitative impact assessments.
2. Additional qualitative impact assessments (expert judgements) since no comprehensive quantitative data available for all production systems and impact categories. In addition, problems with comparability.

## Results

Final report (available in Finnish):

Pekka Leskinen, Anne Holma, Kaisa Manninen, Taija Sinkko, Karri Pasanen, Mirja Rantala ja Laura Sokka 2014. Uusiutuvan energian tuotannon ja käytön ympäristövaikutukset ja –riskit Kirjallisuuskatsaus ja asiantuntija-arvio. Ympäristöministeriön raportteja 9/2014.

# Impacts wrt 2020 targets:

	Ilmastonmuutos (CO2, CH4, N2O, F-kaasut)	Otosonikato (stratosf.) (ODP-aineet, F-kaasut)	Happamoituminen (NOx, SO2, NH3)	Pienhiukkaset (vaikutukset kansanterveyteen)	Pienhiukkasten vaikutukset ilmastoon	Alilimäkehän otsoni (NO2, NH3, VOC, NMVOC, terveys, kasvilisuus)	Vesistöjen rehevöityminen	Toksisuus-vaikutukset (ml. Elotot)	Valuutukset monimuotoisuuden	Organinen aines	Erosio	Rainnetaset	Suoloatuminen	Tiivistyminen	Veden kulutus, vesipääajäki	Maankäyttö (maapinta-ala resurssina)	Uusiutumattomien luonnonvarojen käyttö (metallit, mineraalit, fossiiliset polttoaineet)	Säteily	Kaivutuloaineet ja taudit	Melu	Haju	Varjostus ja välilehdittä	Maisemahaitta	Esteellinen häiriö	Terveysvaikutukset (sis. hyönteisyhteisö)	Luonnon värikäyttö
Lämpöalot + metsähake	merkittävä	ei merkittävä	Jonkin verran merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	
CHP + metsähake (+ turve)	merkittävä	ei merkittävä	Jonkin verran merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	
Pelletituotanto: metsäbiomassa + poltto	merkittävä	ei merkittävä	Jonkin verran merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	
Puun pienpolto	merkittävä	ei merkittävä	Jonkin verran merkittävä	erittäin merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	
Pyrolyysi + metsähake, CHP-integroitu tuotanto	merkittävä	ei merkittävä	Jonkin verran merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	
Opysdiesel (N&E&L, HVO)	merkittävä	ei merkittävä	Jonkin verran merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	erittäin merkittävä	jonkin verran merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	
Opysdiesel (RME)	merkittävä	ei merkittävä	Jonkin verran merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	erittäin merkittävä	jonkin verran merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	
Palmuöljydiesel	merkittävä	ei merkittävä	Jonkin verran merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	erittäin merkittävä	jonkin verran merkittävä	merkittävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä
Ohra- ja vehnäetanol	merkittävä	ei merkittävä	Jonkin verran merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	erittäin merkittävä	jonkin verran merkittävä	merkittävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä	Merkitävä
Biokaasu	ei merkittävä / jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	Jonkin verran merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä / Merkitävä	ei merkittävä	merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	
Ruokohelpi	merkittävä	ei merkittävä	Jonkin verran merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	Merkitävä	jonkin verran merkittävä	merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	
Taivoima	ei merkittävä / jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä / jonkin verran merkittävä	ei merkittävä / jonkin verran merkittävä	ei merkittävä / jonkin verran merkittävä	ei merkittävä / jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	
Vesivoima	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	merkittävä	ei merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	
Maalämpöpumppu	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	Jonkin verran merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	
Ilmalämpöpumppu	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	Jonkin verran merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	
Kierähyönteispöytä	merkittävä	ei merkittävä	merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	jonkin verran merkittävä	merkittävä	merkittävä	jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	
Aurinkolämpökäsitimet	ei merkittävä / jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä / jonkin verran merkittävä	ei merkittävä / jonkin verran merkittävä	ei merkittävä / jonkin verran merkittävä	ei merkittävä / jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	
Aurinkopaneelit	ei merkittävä / jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä / jonkin verran merkittävä	ei merkittävä / jonkin verran merkittävä	ei merkittävä / jonkin verran merkittävä	ei merkittävä / jonkin verran merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	ei merkittävä	

## Main conclusion

- Negative environmental impacts of renewable energy production according to 2020 objectives can be controlled, but new research on selected topics is needed.

## Climate impacts of forest bioenergy

- Climate impacts of forest bioenergy production can be analysed from several viewpoints:
  - What is the time scale? (20, 50, 80, 100, 300, ... yr).
  - What is the spatial scale? Single forest compartment, regional, national?
  - These subjective choices will have significant impacts to the results.

## Biodiversity impacts of forest bioenergy

- According to current knowledge, the use of forest biomass for energy according to objectives set for 2020 does not significantly increase the negative biodiversity impacts compared to regular pulp and timber production.
- If objectives are further increased, some difficulties may occur.
- Also more information is needed on long term impacts.

## Agricultural energy

- Eutrophication of water systems can be a problem, but no additional impacts compared to other regular crop farming.
- Considerable CO<sub>2</sub> impacts may occur, if nitrogen fertilizers are used, or peatlands used for cultivation.
- However, current areas of production are relatively small so that the overall impacts are not significant.

## Biogas

- Environmental impacts depend on utilized raw materials.
  - Lowest climate impact is for biogas from manure
  - biogas from biowaste has low climate impact, but grass cultivation has more impacts.
- Utilization of digestate as fertilizer improves the situation.



## Wind power, heat pumps, solar energy, hydropower

- The literature review indicates that the life cycle emissions related to the production of wind power are fairly small.
- For wind power, the negative impacts are mainly local (noise, shading, negative scenic values, biodiversity).
- No significant impacts for heat pumps and solar energy.
  - the main risk related to large-scale production of solar panels is the availability of critical minerals needed in their production
- Possible new hydropower plants would potentially have large impacts on climate change, land use and biodiversity

## What is missing?

- More information applicable in Finland.
- Information gaps with respect to certain production system/impact category -combinations.
- Comparability of different data-sources:
  - Differences between individual LCA-studies wrt. system boundaries, allocations, time scale etc.
- Assessment of impacts as a part of the overall energy system, instead of marginal impacts for different production forms.
- In addition to environmental impacts, how about impacts to employment, regional economy etc? What is the overall balance?