

Prof. Tapio Ranta

TENTTI/EXAM Lappeenranta  
11.3.2026

Tentissä ei saa olla mitään kirjallista materiaalia mukana.  
Tentissä saa olla mukana kirjoitusvälineet ja laskin.

Students are not allowed to bring along any written material!  
Calculator and writing instruments are allowed.

**Questions in English in the end.**

1.

- a) Mikä on kaukolämmityksen markkinaosuus lämmityksessä ja millaisia muutostekijöitä on näköpiirissä kaukolämpömarkkinoiden kehittymiselle? Mitä tarkoitetaan kaukolämmön yhteistuotannolla ja mitä hyötyjä sillä saavutetaan? (2p)
- b) Miksi vesivoima on tärkeä sähköntuotantomuoto ja millainen rooli vesivoimalla on suomen sähköntuotannossa? Miten vesivoimalaitoksen teho määräytyy? (2p)
- c) Millaisia varmuusvarastointivälineitä Suomessa on asetettu polttoaineille, mitä polttoaineita ne koskevat ja kuinka varastoinnista aiheutuvia kuluja katetaan? (2p)

2.

- a) Kuinka energian kokonaiskulutus on viime vuosikymmenen aikana kehittynyt Suomessa ja kuinka eri energialähteiden osuus on kehittynyt? Mikä tähän on ollut syynä? (2p)
- b) Millaisia veroluonteisia maksuja sisältyy polttoineen hintaan lämmöntuotannossa/sähköntuotannossa? Miten puupolttoaineiden verotus poikkeaa fossiilisten polttoaineiden verotuksesta? (2p)
- c) Miksi polttoaineille lasketaan CO<sub>2</sub>-päästökerroin, mitä kerrointa käytetään puupolttoaineille? Kuinka CO<sub>2</sub>-päästökerroin määritetään sähköntuotannolle ja kaukolämmöntuotannolle? (2p)

3.

- a) Erään maan primäärienergiankulutus oli 15750 PJ. Ilmoita primäärienergiankulutus yksikössä Mtoe ja TWh. 1 toe = 41,868 GJ. Ilmoita vastaukset ilman desimaaleja. (2p)
- b) Kivihiilen palaessa syntyy hiilidioksidipäästöjä 94,6 gCO<sub>2</sub>/MJ<sub>pa</sub>. Ilmoita ominaishiilidioksidipäästökerroin yksikössä kgCO<sub>2</sub>/MWh<sub>pa</sub>. Kuinka paljon syntyy hiilidioksidipäästöjä tuotettua sähköenergiayksikköä kohden, kun lauhdutusvoimalaitoksen hyötysuhde on 35 %? (2p)

Prof. Tapio Ranta

- c) Kivihiililauhdutusvoimalaitoksella sähköntuotannon polttoainekustannus on 30 €/MWh<sub>sä</sub>. Lauhdutusvoimalaitoksen vuosihyötysuhde on 38 %. Kivihiilen lämpöarvo on 25,5 GJ/t. Mikä on kivihiilen hinta polttoainemegawattituntia ja polttoainetonnia kohden? (2p)

4.

Uuden 1500 MW ydinvoimalaitoksen ominaisinvestointi on 4000 €/kW. Vuotuisiksi käyttö- ja kunnossapitokustannuksiksi on arvioitu 11 €/MWh<sub>sä</sub>. Polttoaineen hinta on 2 €/MWh<sub>pa</sub>. Sähköntuotannon vuosihyötysuhde on 36 % ja sähköä tuotetaan keskimäärin 12 TWh vuodessa. Sähkön myyntihinnaksi on arvioitu 40 €/MWh. Laskentakorkokanta on 5 % ja laitoksen pitoaika 60 vuotta. Tarkastele hankkeen kannattavuutta nykyarvomenetelmällä.

- a) Laske vuotuiset kokonaiskustannukset (käyttö ja polttoaine) (2p)  
b) Laske hankkeen nykyarvo. Onko hanke kannattava? (2p)  
c) Mikä on minimisähköhintaa, jolla hanke on kannattava? (2p)

Prof. Tapio Ranta

## Energiatalouden peruskäsitteitä

### Nykyarvo $v_{n,i}$

Maksujen oletetaan tapahtuvan kulloinkin kysymyksessä olevan vuoden lopussa

$$\text{Yhtälö} \quad v_{n,i} = \frac{1}{(1+i)^n}$$

Esimerkki: 8 % laskentakorolla kymmenen vuoden päässä olevan yhden rahayksikön arvo on 0,46.

n/i	5 %	6 %	7 %	8 %	10 %	12 %	15 %	20 %
1	0,95238	0,94340	0,93458	0,92593	0,90909	0,89286	0,86957	0,83333
2	0,90703	0,89000	0,87344	0,85734	0,82645	0,79719	0,75614	0,69444
5	0,78353	0,74726	0,71299	0,68058	0,62092	0,56743	0,49718	0,40188
10	0,61391	0,55839	0,50835	0,46319	0,38554	0,32197	0,24718	0,16151
20	0,37689	0,31180	0,25842	0,21455	0,14864	0,10367	0,06110	0,02608

### Jaksollisten suoritusten nykyarvo $a_{n,i}$

Jaksollisten suoritusten oletetaan tapahtuvan kulloinkin kysymyksessä olevan vuoden lopussa

$$\text{Yhtälö} \quad a_{n,i} = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

Esimerkki: 8 % laskentakorolla kymmenen vuoden ajan maksettujen yhden rahayksikön suuruisen maksujen yhteenlaskettu nykyarvo on 6,7.

n/i	5 %	6 %	7 %	8 %	10 %	12 %	15 %	20 %
1	0,95238	0,94340	0,93458	0,92593	0,90909	0,89286	0,86957	0,83333
2	1,85941	1,83339	1,80802	1,78326	1,73554	1,69005	1,62571	1,52778
5	4,32948	4,21236	4,10020	3,99271	3,79079	3,60478	3,35216	2,99061
10	7,72173	7,36009	7,02358	6,71008	6,14457	5,65022	5,01877	4,19247
20	12,46221	11,46992	10,59401	9,81815	8,51356	7,46944	6,25933	4,86958

### Annuiteettitekijä $c_{n,i}$

Suorituksen arvo nykyhetkellä muutettuna vuosittaisiksi maksuiksi

$$\text{Yhtälö} \quad c_{n,i} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Esimerkki: 8 % laskentakorolla yhden rahayksikön suuruisen pääoman lyhennys ja korko yhteensä on vuosittain 0,149, kun maksuaika on 10 vuotta.

n/i	5 %	6 %	7 %	8 %	10 %	12 %	15 %	20 %
1	1,05000	1,06000	1,07000	1,08000	1,10000	1,12000	1,15000	1,20000
2	0,53780	0,54544	0,55309	0,56077	0,57619	0,59170	0,61512	0,65455
5	0,23097	0,23740	0,24389	0,25046	0,26380	0,27741	0,29832	0,33438
10	0,12950	0,13587	0,14238	0,14903	0,16275	0,17698	0,19925	0,23852
20	0,08024	0,08718	0,09439	0,10185	0,11746	0,13388	0,15976	0,20536

Prof. Tapio Ranta

1.

- a) What is district heating's market share in heating and what kind of change factors are on the horizon for the development of the district heating market? What is meant by district heating cogeneration and what benefits are achieved with it? (2p)
- b) Why is hydropower an important form of electricity production and what role does hydropower play in Finland's electricity production? How is the power of a hydropower plant determined? (2p)
- c) What kind of stockpile obligations have been set for fuels in Finland, which fuels do they apply to and how are the costs of storage covered? (2p)

2.

- a) How has total energy consumption developed in Finland over the past decade and how has the share of different energy sources developed? What has been the reason for this? (2p)
- b) What types of tax-related payments are included in the price of fuel in heat production/electricity production? How does the taxation of wood fuels differ from the taxation of fossil fuels? (2p)
- c) Why is the CO<sub>2</sub> emission coefficient calculated for fuels? Which coefficient is used for wood fuels? How is the CO<sub>2</sub> emission factor determined for electricity production and district heat production? (2p)

- a) 3 A country's primary energy consumption is 15750 PJ. Calculate it in terms of Mtoe and TWh.  
1 toe = 41,868 GJ. (2p)
- b) Emission factor of burning coal is 94,6 gCO<sub>2</sub>/MJ<sub>fu</sub>. Calculate it in terms of kgCO<sub>2</sub>/MWh<sub>fu</sub>. What is the emission factor in terms of kg/MWh<sub>el</sub>, when electric efficiency of condensing powerplant is 35 %? (2p)
- c) Price of fuel in terms of electricity production in a coal-fired powerplant is 30 €/MWh<sub>el</sub>. The electric efficiency of condensing powerplant is 38 %. Heating value of coal is 25,5 GJ/tons. What is the price of energy in terms of MWh<sub>fu</sub> and tons? (2p)

4. Specific investment cost of a new 1500 MW nuclear powerplant is 4000 €/kW. An average yearly operation and maintenance (O&M) cost is 11 €/MWh<sub>el</sub>. The price of fuel is 2€/MWh<sub>fu</sub>. The average yearly electricity production is 12 TWh with the plant efficiency of 36%. The selling price of electricity is 40 €/MWh. The interest rate is 5 % and lifetime of the plant is expected to be 60 years. Calculate the followings using net present value (NPV) method.

- a) Calculate the total yearly costs (O&M and fuel) (2p)
- b) Calculate NPV. Is the project profitable (2p)
- c) What is the minimum selling price of electricity with which the project makes break even? (2p)

Prof. Tapio Ranta

## Energy Economics Fundamentals

### Present value factor $v_{n,i}$

Every payment is assumed to happen in the end of the year at issue.

Equation: 
$$v_{n,i} = \frac{1}{(1+i)^n}$$

Example: The present value of one monetary unit ten years from now with 8 % rate of interest is about 0,46.

n/i	5 %	6 %	7 %	8 %	10 %	12 %	15 %	20 %
1	0,95238	0,94340	0,93458	0,92593	0,90909	0,89286	0,86957	0,83333
2	0,90703	0,89000	0,87344	0,85734	0,82645	0,79719	0,75614	0,69444
5	0,78353	0,74726	0,71299	0,68058	0,62092	0,56743	0,49718	0,40188
10	0,61391	0,55839	0,50835	0,46319	0,38554	0,32197	0,24718	0,16151
20	0,37689	0,31180	0,25842	0,21455	0,14864	0,10367	0,06110	0,02608

### Present value factor of periodic payments $a_{n,i}$

Every payment is assumed to happen in the end of the year at issue.

Equation: 
$$a_{n,i} = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

Example: The combined present value of the series of one monetary unit annual payments for 10 years based on a 5 % rate of interest is about 6,7.

n/i	5 %	6 %	7 %	8 %	10 %	12 %	15 %	20 %
1	0,95238	0,94340	0,93458	0,92593	0,90909	0,89286	0,86957	0,83333
2	1,85941	1,83339	1,80802	1,78326	1,73554	1,69005	1,62571	1,52778
5	4,32948	4,21236	4,10020	3,99271	3,79079	3,60478	3,35216	2,99061
10	7,72173	7,36009	7,02358	6,71008	6,14457	5,65022	5,01877	4,19247
20	12,46221	11,46992	10,59401	9,81815	8,51356	7,46944	6,25933	4,86958

### Annuity factor $c_{n,i}$

The value of payment at present is changed to annual payments.

Equation: 
$$c_{n,i} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Example: If one monetary unit present payment is changed to annual payments for 10 years using 8 % rate of interest the annual loan payment and interest make together about 0,149 annually.

n/i	5 %	6 %	7 %	8 %	10 %	12 %	15 %	20 %
1	1,05000	1,06000	1,07000	1,08000	1,10000	1,12000	1,15000	1,20000
2	0,53780	0,54544	0,55309	0,56077	0,57619	0,59170	0,61512	0,65455
5	0,23097	0,23740	0,24389	0,25046	0,26380	0,27741	0,29832	0,33438
10	0,12950	0,13587	0,14238	0,14903	0,16275	0,17698	0,19925	0,23852
20	0,08024	0,08718	0,09439	0,10185	0,11746	0,13388	0,15976	0,20536