

# HIILIVOIMA JA HAPPAMAT SATEET

## Johdanto

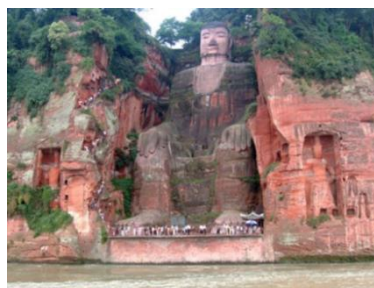
Happosateesta alettiin huolestua 1960-luvulla. Pohjois-Euroopassa, Yhdysvalloissa ja Kanadassa havaittiin järvieliöiden kuolevan ja metsien vahingoittuvan happosateiden seurauksena. Vaikka useissa maissa happamien päästöjen kontrolloinnissa on edistytty, happamat sateet ovat yhä ongelma maailmanlaajuisesti. Happamat sateet ovat nyt ongelma kehittyvissä maissa, erityisesti Aasiassa ja Tyynenmeren alueella.

Tutkijat ovat todenneet, että fossiilisten polttoaineiden polttaminen aiheuttaa happamia sateita. Viimeisten vuosikymmenten aikana kivihiilikäyttöisten voimaloiden määrä on jatkuvasti lisääntynyt Aasiassa. Tässä työssä pyritään vastaamaan seuraavaan kysymykseen:

## Kuinka voimme selittää kivihiilen palamisen roolin happamassa sateessa?



Happaman sateen vaikutuksia Jizeran metsässä, Tsekin tasavallassa.



Leshan buddha Kiinassa tuhoutuu hitaasti happamassa sateessa.

Vastataksesi kysymykseen sinun täytyy:

- Tutkia, mitä hapanta sateita on ja kuinka happamia päästöjä voidaan seurata.
- Selvittää kivihiilien kemiallinen koostumus ja kemialliset reaktiot, joita tapahtuu kivihiilen palaessa.
- Suunnitella ja toteuttaa koe, jossa mallinnetaan kivihiilen palamista laboratoriossa ja tutkitaan polttamisen suhdetta happamiin sateisiin.
- Arvioida saatuja tuloksia ja tehdä johtopäätökset siitä mikä vastaus kysymykseen on.

## Hapan sade ja pH-mittaukset

### Mitä tiedämme happamasta sateesta?

Hapan sade tarkoittaa sadevettä tai muuta kosteuden tiivistymää, joka on epätavallisen hapanta – sen pH on epätavallisen alhainen. Hapan sade voi vahingoittaa sekä eläviä olentoja että rakennuksia. Happamuuden ja emäksisyyden suuruuden mittaamiseen käytetään pH-asteikkoa. Vesiliuoksissa  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$ . Myös lämpötila vaikuttaa pH-arvoon: liuoksessa, jonka lämpötila on 25 °C  $\text{pH} = 7$ , eli neutraali. Happaman liuoksen  $\text{pH} < 7$  ja emäksisen liuoksen  $\text{pH} > 7$ .

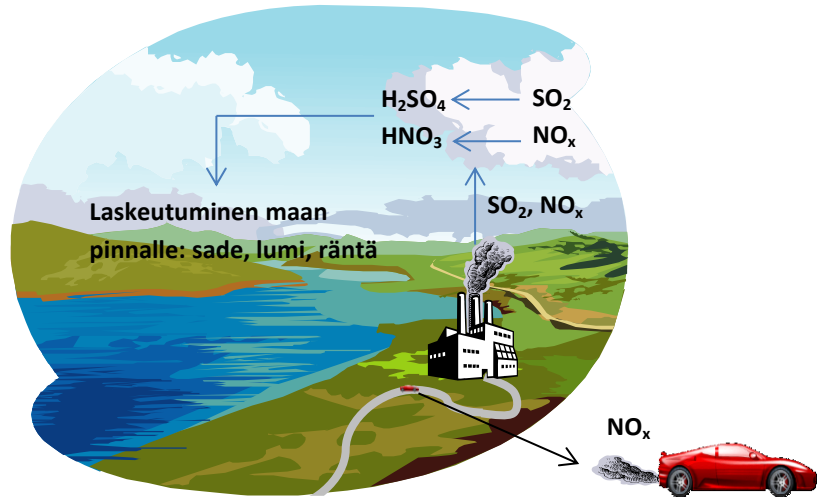
Cite this work as:

Tortosa, Montserrat, Rasal, Esther (2014). Coal Power and Acid Rain. pp. 1-10. Available at <http://comblab.uab.cat>

This work is under a Creative Commons License BY-NC-SA 4.0 Attribution-Non Commercial-Share Alike.

More information at <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

	pH	
Akkuhappo	1	<b>Happo</b>
Happosade	2	
	3	
Normaali sade	4	
	5	
Vesi	6	<b>Neutraali</b>
Merivesi	7	
Viemärin avaaja (nesteet)	8	<b>Emäs</b>
	9	
	10	
	11	
	12	
	13	
	14	



Hyödyntäen yllä annettuja tietoja ja aiempia tietojasi, vastaa seuraaviin kysymyksiin:

- Mikä on happo? .....
- Anna esimerkkejä hapoista: .....
- Mikä on hapan sade? .....
- Kuinka hapan sade syntyy? .....
- Kuinka happamuutta mitataan? .....
- Valmistaudu keskustelemaan vastauksistasi koko ryhmän kanssa.

### Happamuuden mittaaminen

pH voidaan mitata kvalitatiivisesti pH-indikaattorin avulla. Indikaattori vaihtaa väriä pH:n muuttuessa. Kvantitatiivisia, tarkempia, pH-arvoja saadaan määritettyä esimerkiksi pH-mittarin avulla. Käyttämällä tietokoneeseen liitettyä pH-mittaria, voidaan myös mitata pH:n muutosta eri ajan hetkinä.

Käytössäsi on tislattua vettä ja seuraavien yhdisteiden laimeita vesiliuoksia ( $c = 0,01 \text{ mol/l}$ ) Mittaa kunkin liuoksen pH käyttämällä sekä indikaattoria että pH-anturia.

#### pH:n mittaaminen indikaattorin avulla

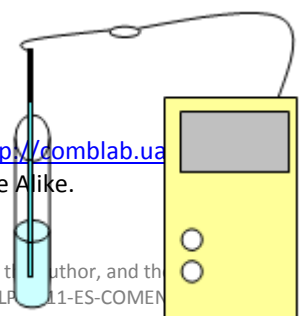
- Mittaa muutama millilitra kutakin tutkittavaa liuosta erillisiin koeputkiin
- Lisää 1-2 tippaa indikaattoria kuhunkin koeputkeen
- Tarkkaile värinmuutosta ja vertaa saatua väriä indikaattorin värikarttaan. Päättele mikä liuoksen pH on.

Indikaattori



#### pH:n mittaaminen pH-anturin avulla

- Mittaa muutama millilitra kutakin tutkittavaa liuosta erillisiin koeputkiin



Cite this work as:

Tortosa, Montserrat, Rasal, Esther (2014). Coal Power and Acid Rain. pp. 1-10. Available at <http://comblab.ua>

This work is under a Creative Commons License BY-NC-SA 4.0 Attribution-Non Commercial-Share Alike.

More information at <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

- Säädä mittausautomaattilaitteesi mittaamaan pH:ta
- Laita pH-elektrodi koeputkeen ja odota että pH-arvo vakiintuu (odota 30–60 sekuntia)
- Puhdista elektrodi ennen seuraavan nesteen pH:n mittaamista

### Tulokset

	Indikaattori		pH-anturi
	Väri	pH	
Tislattu vesi			
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (riikkihappo) 0,01 M			
NaHCO <sub>3</sub> (natriumbikarbonaatti) 0,01 M			
NaCl (natriumkloridi) 0,01 M			
HNO <sub>3</sub> (typpihappo) 0,01 M			
NaOH (natriumhydroksidi) 0,01 M			

Vertaa indikaattorin ja pH-anturin avulla saamiasi tuloksia. Mitä yhteistä niissä on? .....

.....

Miten tulokset eroavat? .....

Luokittele aineet, joiden pH:ta tutkit happoiksi, emäksiksi tai neutraaleiksi .....

.....

## Mistä kivihiili koostuu? Mitä kemiallisia reaktiota kivihiilen palaessa tapahtuu?

Kivihiili koostuu lähinnä hiilestä, tuhkasta, haihtuvista yhdisteistä, kosteudesta ja rikistä. Suurin osa kivihiilestä on hiiltä ja hiilen osuus määrittelee, paljonko energiaa hiilenpoltosta vapautuu. Seuraavissa taulukoissa esitetään tarkemmin kivihiilen ja sen sisältämän tuhkan koostumusta. Haihtuva osuus muodostuu pääasiassa hiilivedyistä.

<b>Hiilen kemiallinen koostumus</b>
-------------------------------------

Cite this work as:

Tortosa, Montserrat, Rasal, Esther (2014). Coal Power and Acid Rain. pp. 1-10. Available at <http://comblab.uab.cat>

This work is under a Creative Commons License BY-NC-SA 4.0 Attribution-Non Commercial-Share Alike.

More information at <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

% kiinteä hiili	93.89
% tuhka	2.10
% haihtuvia orgaanisia yhdisteitä	3.01
% kosteutta	2.94
% rikkiä	1.01

Tuhkan kemiallinen koostumus	
Oksidit	Prosenttiosuus tuhkasta
SiO <sub>2</sub>	10 – 70
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8 - 38
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2 – 50
CaO	0.5 – 30
MgO	0.3 – 8
Na <sub>2</sub> O	0.1 - 8
K <sub>2</sub> O	0.1 - 3
TiO <sub>2</sub>	0.4 – 3.5
SO <sub>3</sub>	0.1 - 30

## Pohdintaa kivihiilen palamisesta

Selitä omin sanoin: onko kivihiili puhdasta ainetta vai seos? .....

.....  
.....

Mitä on palaminen?.....

Mitä kemiallisia reaktioita tapahtuu kivihiilen palaessa? Kirjoita myös ne reaktioyhtälöt, jotka osaat.....

.....  
.....

## **Kivihiilen palamisen mallintaminen laboratoriossa**

Vastataksesi tämän tutkimuksen pääkysymykseen, miten kivihiilen palaminen vaikuttaa happamaan sateeseen, sinun täytyy:

- Valita kemikaalit, joiden avulla mallinnat kivihiiltä (ne muodostavat keinotekoisien kivihiilen)
- Suunnitella koejärjestely, jonka avulla voit tutkia kivihiilen polton vaikutusta happamiin sateisiin
- Suorittaa suunnittelemasi koe
- Arvoida saamiasi tuloksia
- Vastata kysymykseen tulostesi pohjalta

### Kivihiilen mallintaminen

Mitä aineita käytät keinotekoisien kivihiilen valmistamiseen? .....

Kuinka keinotekoisien kivihiilesi palamistuotteet voivat happamoittaa sadevettä? .....

Kuinka tutkit palamisen happamoittamaa vaikutusta?.....

.....

Cite this work as:

Tortosa, Montserrat, Rasal, Esther (2014). Coal Power and Acid Rain. pp. 1-10. Available at <http://comblab.uab.cat>

This work is under a Creative Commons License BY-NC-SA 4.0 Attribution-Non Commercial-Share Alike.

More information at <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

.....

### Koejärjestelyn suunnitteleminen ja ryhmätyöskentely

Kuvaile kokeet, jotka täytyy suorittaa, jotta kunkin kivihiilen osan vaikutus happamiin sateisiin voidaan selvittää. ....

Minkä kivihiilen ainesosan vaikutusta teidän ryhmänne tutkii? .....

Miten voit välttää muiden ainesosien palamisen vaikutuksen tuloksiin? .....

Esitä arvio palamistuotteiden tiheydestä huoneilman tiheyteen verrattuna? .....

Miten palamistuotteet käyttäytyvät? .....

Miten estät muiden muuttujien vaikutuksen koetuloksiisi?

Selitä ryhmänne koejärjestely ja piirrä siitä kuva:

Oletetut tulokset Kirjoita alle oletuksesi saatavista tuloksista ennen kokeen suorittamista.

Ainesosa .....
Ennuste

Ainesosa .....
Ennuste

Ainesosa .....
Ennuste

Ainesosa .....
Ennuste

Cite this work as:

Tortosa, Montserrat, Rasal, Esther (2014). Coal Power and Acid Rain. pp. 1-10. Available at <http://comblab.uab.cat>

This work is under a Creative Commons License BY-NC-SA 4.0 Attribution-Non Commercial-Share Alike.

More information at <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Mikä on yleinen oletuksesi: miksi kivihiilen polttaminen aiheuttaa happamia sateita? .....

## Kerätyn aineiston arviointia

**Ainesosa:** \_\_\_\_\_

Kuvaile reaktio, syntyikö siinä kaasua? Mistä tiedät syntyikö kaasua? .....

Onko kaasu harvempaa vai tiheämpää kuin ilma? ..... Miksi päättelet niin?

pH alkutilanteessa ..... pH lopputilanteessa .....

Kuinka veden pH on muuttunut sen ollessa kosketuksissa muodostuneen kaasun kanssa? .....

Kuinka tulkitset pH:n muutoksen kokeessasi? .....

Mitä kemiallisia reaktioita kokeessasi tapahtui? Missä vaiheessa koetta ne tapahtuivat? .....

**Ainesosa:** \_\_\_\_\_

Kuvaile reaktio, syntyikö siinä kaasua? Mistä tiedät syntyikö kaasua? .....

Onko kaasu harvempaa vai tiheämpää kuin ilma? ..... Miksi päättelet niin?

pH alkutilanteessa ..... pH lopputilanteessa .....

Kuinka veden pH on muuttunut sen ollessa kosketuksissa muodostuneen kaasun kanssa? .....

Kuinka tulkitset pH:n muutoksen kokeessasi? .....

Mitä kemiallisia reaktioita kokeessasi tapahtui? Missä vaiheessa koetta ne tapahtuivat? .....

## Esitä tuloksesi

Jaa ryhmäsi saamat tulokset koko luokalle. Kirjaa ylös myös muiden saamat tulokset.

Cite this work as:

Tortosa, Montserrat, Rasal, Esther (2014). Coal Power and Acid Rain. pp. 1-10. Available at <http://comblab.uab.cat>

This work is under a Creative Commons License BY-NC-SA 4.0 Attribution-Non Commercial-Share Alike.

More information at <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Tulokset: Kirjoita alle luokan saamat tulokset kivihiilen eri ainesosille:

Ainesosa .....	Ainesosa .....
Ainesosa .....	Ainesosa .....

Kirjoita johtopäätöksesi tutkimuksesta .....

Alkuperäiseen kysymykseen vastaaminen:

**Kuinka kivihiilen polttaminen vaikuttaa happamiin sateisiin?** .....

.....

.....

### Kysymyksiä

- a) Omaan kokeen suunnittelu oli ryhmällemme helppoa.  
1, 2, 3, 4, 5 (1: vahvasti samaa mieltä 5: vahvasti eri mieltä)  
Selitä vastauksesi: .....
- .....
- .....
- b) Käytit tässä työssä kivihiilen sijaan mallia kivihiilestä. Onko käyttämäsi malli mielestäsi hyvä?  
Miksi? .....
- .....
- .....

### Lähteet:

R. Downing, R. Ramankutty, and J. Shah, RINS-ASIA: An Assessment Model for Acid Deposition in Asia (The World Bank, Washington, D.C., 1997), Available at <http://www.wri.org/publication/content/8434> (accessed 9th September 2012)



Cite this work as:

Tortosa, Montserrat, Rasal, Esther (2014). Coal Power and Acid Rain. pp. 1-10. Available at <http://comblab.uab.cat>

This work is under a Creative Commons License BY-NC-SA 4.0 Attribution-Non Commercial-Share Alike.

More information at <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein Project N. 517587-LLP-2011-ES-COMENIUS-CMP