

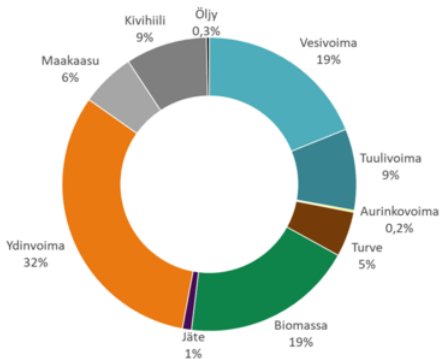
FY2: Energiantuotanto

Tapio Hansson

Voimalaitokset

- ▶ Suurin osa energiantuotannosta perustuu hyvin yksinkertaiseen periaatteeseen: Pyöritä generaattoria, joka muuttaa liike-energiaa sähköksi.
- ▶ Pyörittäminen toteutetaan usein keittämällä vettä, josta muodostuva höyry ohjataan pyörittämään turbiinia (perinteiset lämpövoimalat ja ydinvoimalat).
- ▶ Toinen vaihtoehto on hyödyntää luonnossa tapahtuvaa virtausta (vesivoima ja tuulivoima).

Sähköntuotanto energialähteittäin 2018 67 TWh

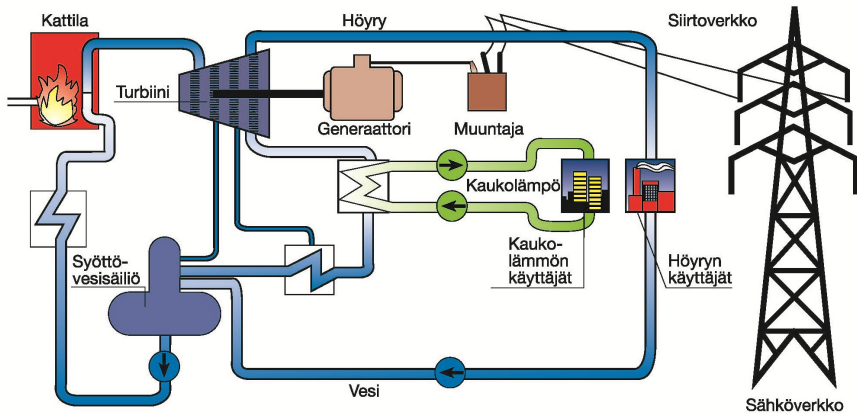


Uusiutuvat: 47 %

Hiilidioksidineutraalit: 79 %

Kotimaiset: 53 %

Moderni sähkö-kaukolämpövoimala

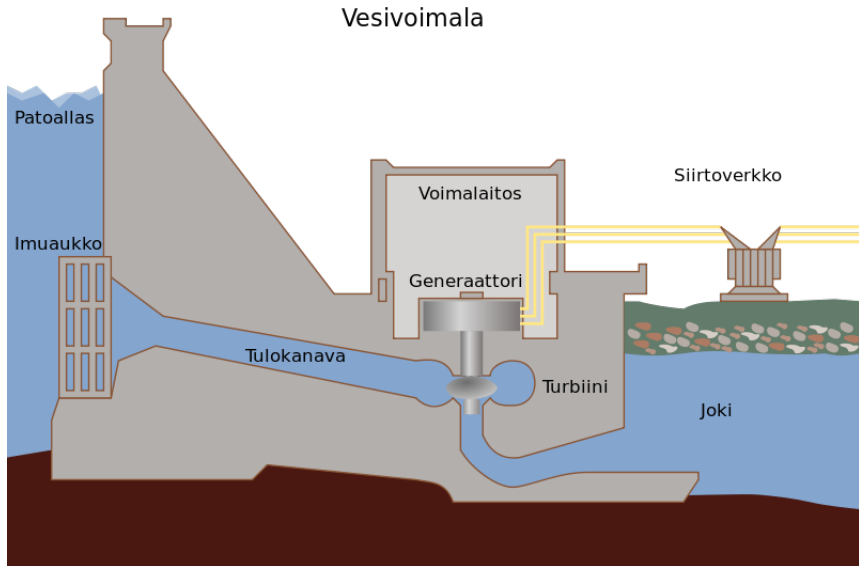


kuva: energiateollisuus

Polttoaineet

- ▶ Tyypillinen lämpövoimalaitos perustuu veden lämmittämiseen jollain polttoaineella.
- ▶ Fossiilisia polttoaineita ovat
 - ▶ Kivihiili
 - ▶ Maaöljy (benssiini, diesel, polttoöljy)
 - ▶ Maakaasu
 - ▶ Turve
- ▶ Biopolttoaineita ovat mm.
 - ▶ Puu
 - ▶ Sahajäte
 - ▶ Biodiesel (kasviöljy esim. rypsi ja soiapavusta)
 - ▶ Bioetanoli (maissi- ja sokeriruoko)

Vesivoimala



kuva: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hydroelectric_dam-fi.svg

Tuulipuisto



kuva: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Windräder_bei_Poppenwurth.JPG

Ydinvoimalaitokset

- ▶ Ydinvoimalaitoksissa pyritään tuottamaan lämpöä ydinreaktion avulla.
- ▶ Nykyisin käytössä on ainoastaan fissioon perustuvia voimalaitoksia.
- ▶ Fuusiovoimaloita kehitetään kaiken aikaa ja prototyypppejä on jo käytössä.
- ▶ Fissioydinvoima kuormittaa ilmastoa hyvin vähän, sillä itse energian tuotanto on puhdasta. Haasteet ovat uraanin louhinnassa ja radioaktiivisen jätteen käsittelyssä.
- ▶ Fuusiovoimalaitos on vielä puhtaampi, sillä polttoainetta ei tarvitse louhia, eikä lopputuotteena synny mitään radioaktiivista.

Fissiovoimala

- ▶ Tyypillisen voimalan toimintakaavio:
<http://www.fennovoima.fi/userData/fennovoima/ydinvoima/laitosten-toimintakaaviot.jpg>.
- ▶ Ydinreaktiolla lämmitetään vettä, joka voimalatyypistä riippuen joko ohjataan turbiinille, tai lämmittämään sekundaarista vesikiertoa, joka pyörittää turvbiinia.
- ▶ Turbiinin jälkeen höyry ohjataan lauhduttimeen, joka jäähdytetään esimerkiksi merivedellä. Lauhdevesi ei ole missään kosketuksessa radioaktiivista ainesta sisältävän kierron kanssa.

Voimalaitoksia

- ▶ Suomessa on tällä hetkellä neljä energiantuotantokäytössä olevaa reaktoria, joista kaksi on Loviisassa ja kaksi on Olkiluodossa. Olkiluotoon on rakennettu kolmatta jo uskomattoman kauan (aloitettu 2005) ja Pyhäjoelle ollaan alkamassa rakentamaan uutta voimalaa.
- ▶ Olkiluodon kaksi reaktoria ovat *kiehutusvesireaktoreita* ja kolmas, sekä molemmat Loviisan reaktorit ovat *painevesireaktoreita*.
- ▶ Suomen sähkönkulutuksesta n. 27% katetaan ydinvoimalla (2013).
- ▶ Maailman sähkönkulutuksesta hieman yli 10% tuotetaan ydinvoimalla. Selvästi suurin osa, n. 40 % tuotetaan hiilen ja turpeen poltolla (IEA 2012).

Olkiluoto



kuva: Teollisuuden voima Oy:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EPR_OLK3_TV0_fotomont_2_Vogelperspektive.jpg

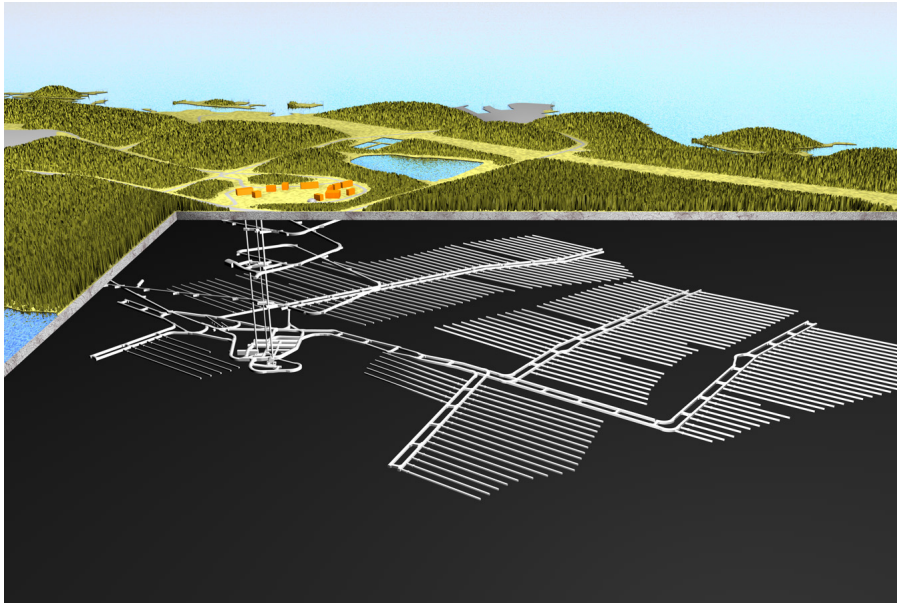


kuva: RIA Novosti: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:RIAN_archive_132603_Nuclear_power_reactor_fuel_assembly.jpg

Jätteen käsittely

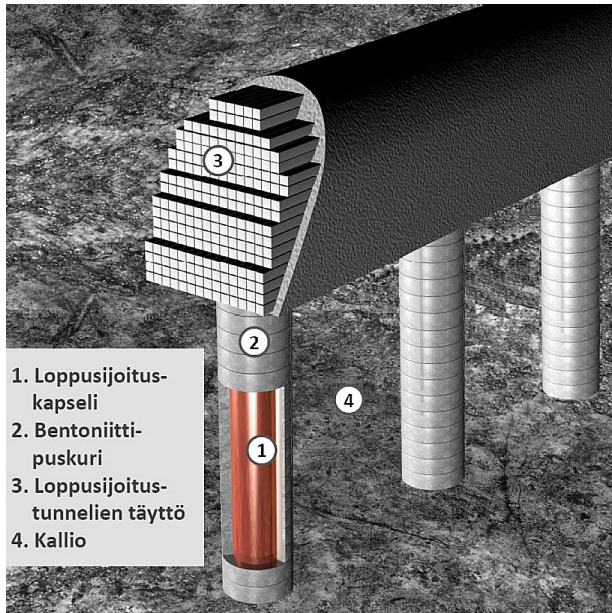
- ▶ Polttoainesauva on yleensä käytössä useita vuosia, kunnes sen U-235-pitoisuus laskee selvästi alle prosenttiin.
- ▶ Tuore ydinjäte on hyvin aktiivista ja kuumenee, joten aluksi se siirretään reaktorin lähellä olevaan vesialtaaseen. Ensimmäisen vuoden aikana aktiivisuus laskee alle sadasosaan alkuperäisestä.
- ▶ Kaikenkaikkiaan sauvoja jäähdytetään vedessä n. 40-60 vuotta.
- ▶ Jälleenkäsittelyllä n. 95% polttoaineesta voitaisiin saada uusiokäyttöön, mutta käsittely on kallista, joten sitä ei tehdä Suomessa.
- ▶ Vastaavasti Suomi on edelläkävijä ydinjätteen loppusijoituksessa.

ONKALO



kuva: Posiva Oy

Moniesteperiaate



kuva: Posiva Oy

Loppusijoituskapseli

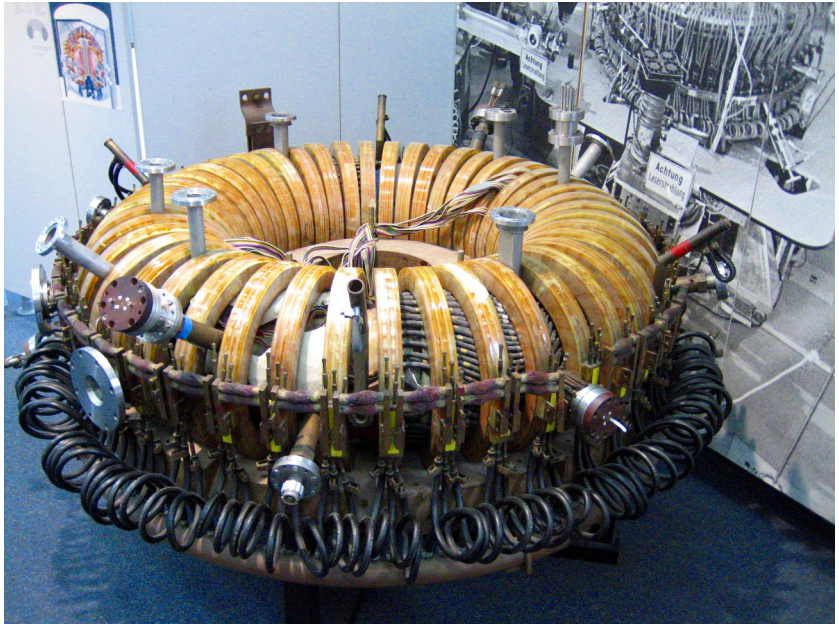


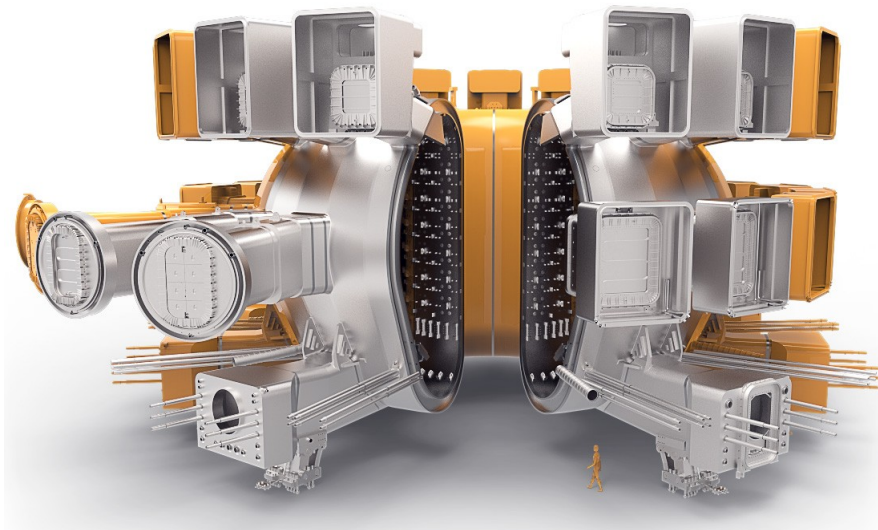
kuva: Posiva Oy

Fuusioreaktori

- ▶ Fuusioydinvoimasta puuttuvat käytännössä kaikki fissioydinvoimalan ongelmat.
- ▶ Fuusion ongelma on se, että se saadaan käyttöön vasta 10 vuoden päästä.
- ▶ Tällä hetkellä kehitettävien fuusiovoimaloiden perusideana on niinkutsuttu TOKAMAK (toroidal'naya kamera s magnitnymi katushkami — toroidal chamber with magnetic coils.)
- ▶ Tokamakissa plasmaa halluitaan suurilla magneeteilla ja se kiertää munkkirinkilän (toroidi) muotoisessa kammiossa.
- ▶ Fuusiossa vapautuvat neutronit ja protonit muuntavat reaktorin rakenteita hiljalleen hieman radioaktiivisiksi, mikä aiheuttaa myös fuusiovoimaloiden rakenteista hitusen ydinjätettä. Käytännössä siitä ei kuitenkaan muodostu ongelmaa.

Tokamak

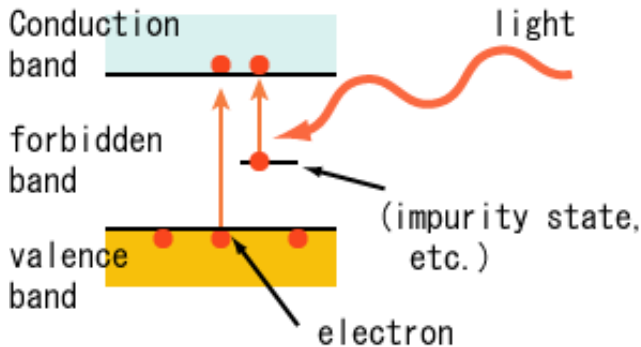




kuva: ITER Organization, <http://www.iter.org/>

Toimiva fuusioreaktori: Aurinko

- ▶ Periaatteessa kaikki polttoaineet, tuuli ja vesivoima ovat kaikki peräisin Auringosta.
- ▶ Auringon säteilyenergiaa voidaan kuitenkin hyödyntää suoraankin.
- ▶ Aurinkokeräimellä lämpöenergiaa kohdistetaan esim. vesisäiliöön.
- ▶ Aurinkopaneelilla voidaan muuntaa säteilyä sähkövirraksi.



Aurinkovoimala

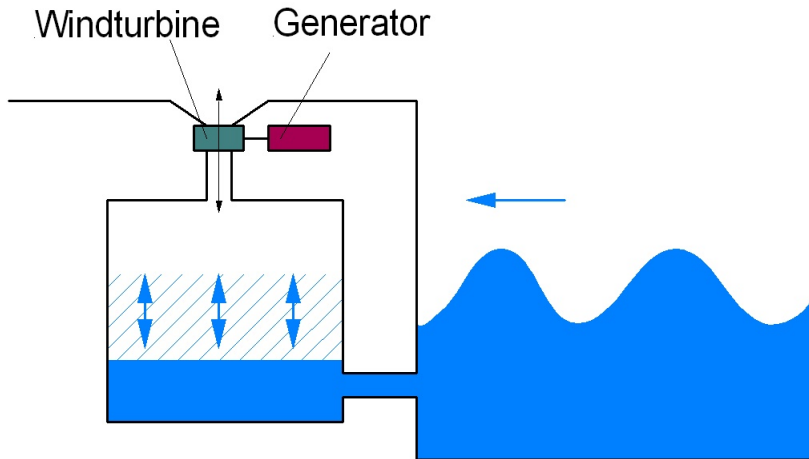


kuva: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mityaevo_Solar_Park_2012.jpg

Pienen mittakaavan juttuja

- ▶ Uusia energiantuotantomenetelmiä etsitään jatkuvasti.
- ▶ Esim. meriveden aaltojen energiaa pyritään saamaan talteen aaltovoimalassa. Menetelmä on vielä kehitysasteella, mutta lupaavia koetuloksia on saatu aikaan.
- ▶ Lämpöpumpulla voidaan lämpöä saada talteen varsin matalista lämpötiloista, kuten maasta, johon on asennettu lämpöputkia, tai talosta jo kertaalleen lämmitetystä poistoilmasta.
- ▶ Geoterminen energia on peräisin maapallon sisällä tapahtuvista radioaktiivisista hajoamisista, joiden vuoksi syvällä Maan kuoressa on kuuma.

Aaltovoimala



Geotherminen energia

