

Kernenergie Trends en Thorium



Prof Jan Leen Kloosterman
Delft University of Technology

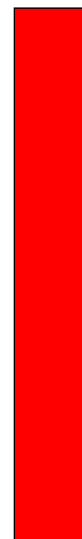


1

Electricity consumption in the Netherlands



Households 23 TWh/a
(1 TWh = 1 billion kWh)



Total 106 TWh/a

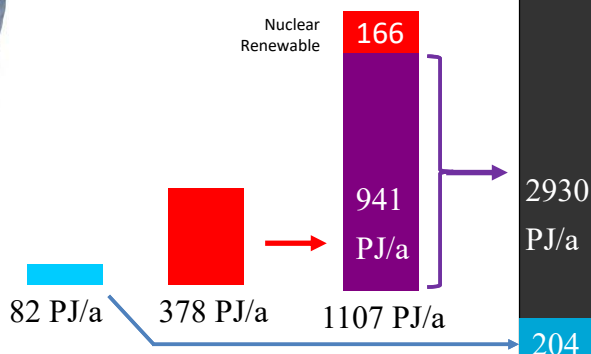
energieinNederland.nl



2

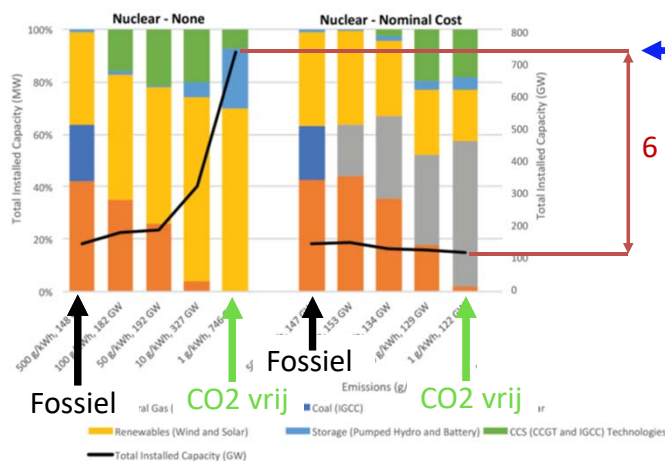
Energy consumption in the Netherlands

Fossil energy consumption 2928 PJ/a
 oil 39%, gas 40%, coal 14%



Kernenergie in de mix

Figure 1.10: Optimal capacity mixes for France



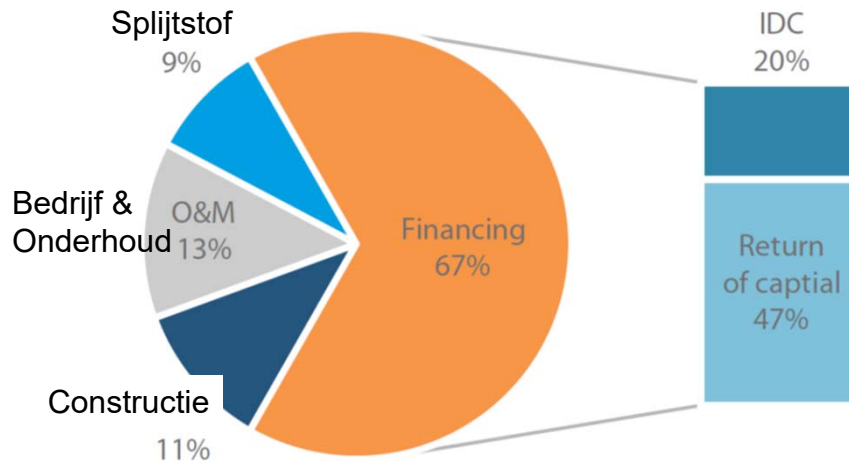
Hoge leveringszekerheid vereist grote productie- en opslagcapaciteit

6

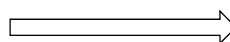
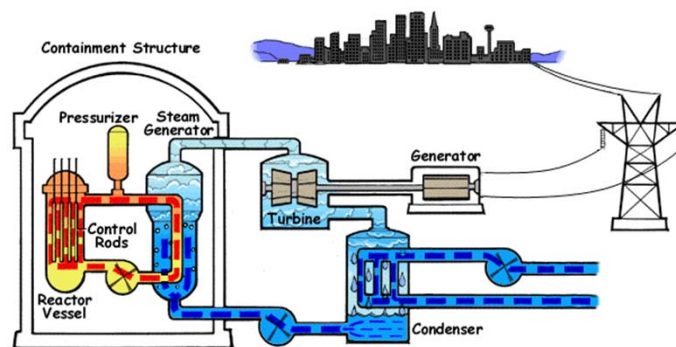


MIT, The Future of Nuclear Energy in a Carbon-Constrained World, 2018

Uitsplitsing van kosten kernenergie



Pressurized Water Reactors (PWR) Drukwaterreactoren

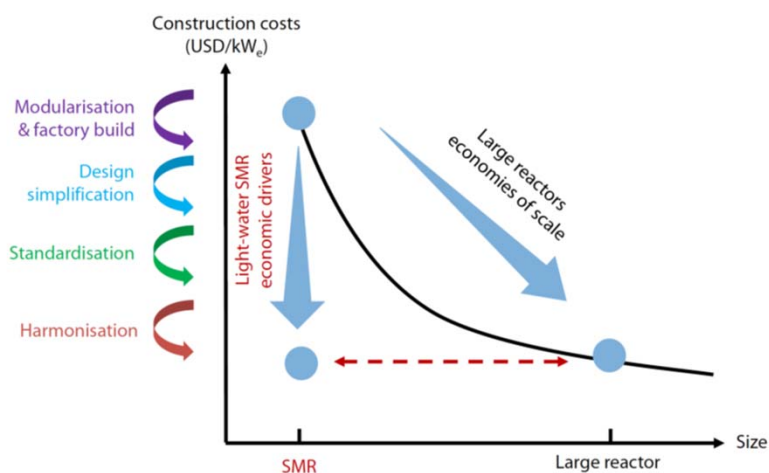


Ontwerprandvoorwaarden voor nieuwe kerncentrales

Beschermingsmaatregel	Evacuatie zone (< 3 km)	Schulzone < 5 km)	Buiten de Schulzone
Permanente evacuatie	Nee	Nee	Nee
Evacuatie	Kan nodig zijn	Nee	Nee
Schulen	Kan nodig zijn	Kan nodig zijn	Nee
Jodiumprofylaxe ⁸	Kan nodig zijn	Kan nodig zijn	Nee

Ontwerprandvoorwaarden voor een kernsmeltongeval dat niet praktisch uitgesloten kan worden (DSR, ANVS, 2015)
Actuele interventiewaarden zijn gebaseerd op Nationaal Crisisplan Stralingsincidenten en regionale crisisplannen.

Small Modular Reactors (SMR) Kleine modulaire reactoren



Akademik Lomonosov

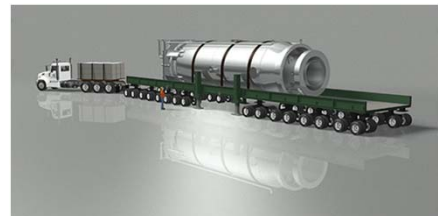


© Merkushev Aleksandr
MarineTraffic.com

NuScale Small Modular Reactor



77 MWe per module
1 module per 200.000 huishoudens
4, 6 of 12 modules geschakeld



U-Battery

(TU Delft – University Manchester – Urenco – KW, commerciële ontwikkeling door Urenco c.s.)

The Urenco-led U-Battery consortium has completed the first stage of Canadian Nuclear Laboratories' (CNL) invitation to site a first-of-a-kind small modular reactor (SMR) at the Chalk River site. It is the fourth reactor design to do so.

Key to Layout

1. Turbine Generator
2. Heat Exchanger
3. Reactor
4. Maintenance Floor
5. Used Fuel Cartridge Store
6. Fuel Store Ventilation
7. Fuel Handling Facility
8. Control Room



A vision of a U-Battery plant (Image: Urenco)

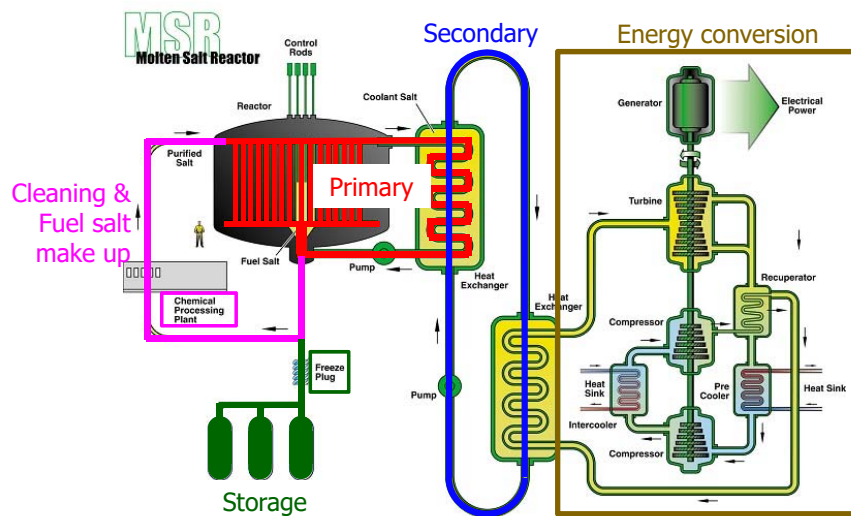
10 MW warmte
 4 MW elektriciteit
 (10.000 huishoudens)
 10 jaar continue bedrijf
 Inherent veilig

At a Glance

- Single unit - U-Battery produces 10MWt which can be delivered in a CoGen configuration with up to 4MWe electricity or 750°C process heat.
- Gas cooled - Helium in primary circuit, nitrogen in secondary circuit.
- High integrity TRISO fuel - Enables simplicity of design.
- Construction - Adaptable configuration to meet local needs. It can be installed above or below ground level.
- Flexible - Installation can be single or in multiple units.



Molten Salt Reactor (MSR)



MSR Start ups



And more

13

Conclusies

- ‘Economy of scale’ voor grootschalige elektriciteitsproductie
- Nieuwe generatie licht-water reactoren zijn zeer veilig en voordelig in de mix
- ‘Economy of number’ (SMR) in opkomst
- Gesmolten zout reactoren (MSR)
 - Lange termijn optie, grootschalig pas na 2050
 - Vernietigen lang-levend kernafval (plutonium)
 - Produceren veel minder lang-levend afval (thorium)



14

Stelling

Mensen die op voorhand
kernenergie uitsluiten
nemen het klimaatprobleem
niet serieus.

