

# Intro till Kärnkraft 4

axel wohlin

June 2022

## Contents

<b>1</b>	<b>Uppgift 1</b>	<b>3</b>
1.1	a . . . . .	3
1.2	b . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Uppgift 2</b>	<b>3</b>
2.1	a . . . . .	3
2.2	b . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Uppgift 3</b>	<b>4</b>
3.1	a . . . . .	4
3.2	b . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Uppgift 4</b>	<b>4</b>
4.1	a . . . . .	4
4.2	b . . . . .	5

# 1 Uppgift 1

## 1.1 a

Styrstavarna används främst för att starta och stoppa fissionsprocessen. Under körning så används dom för att reglera effektkurvan så att man utnyttjar bränslet optimalt. I en kokvatten-reaktor så ser en styrstav ut som ett kryss, gjort utav metall och med små-kanaler fyllda med borkarbid vilket effektivt kan reglera fissionsprocessen. I en kokvatten-reaktor så regleras styrstavarna genom att tryckas in underifrån med hjälp av drivdon, medan i en tryckvatten-reaktor så kan dom föras in ovanifrån. I en tryckvatten-reaktor så ser även styrstavarna annorlunda ut, då de är smalare och cylindriska. Detta är eftersom att de placeras i bränsleelement-”matrisen” i styrstavsledningar. Även materialet som används är annorlunda i en tryckvatten-reaktor och består ofta av en Ag-Ga-In legering. Anledningen till varför styrstavarna ser annorlunda mellan de olika reaktorerna är dels för att neutronerna i reaktorn har olika energi-profiler.

## 1.2 b

Void beräknas som  $void = \frac{Volym_{\text{ånga}}}{Volym_{\text{ånga}} + Volym_{\text{våtska}}}$ , medan ånghalt beräknas som  $\text{ånghalt} = \frac{Massa_{\text{ånga}}}{Volym}$ .

Vi ser här en tydlig skillnad i att void beräknas utifrån ångans volym, medan ånghalt beräknas från dess massa. Detta innebär att void är ett mer betydelsefullt mått i ett reaktor-sammanhang dels eftersom att ångvolymen är tryckberoende, vilket innebär att beroende på arbetstrycket så kommer samma massa ånga ha olika void-koefficienter. Void beskriver också tydligare hur neutroner modereras då detta (ofta) sker med kollisioner med vätekärnor.

# 2 Uppgift 2

## 2.1 a

Nej, eftersom att trycket i vattenrören är betydligt högre än 4kPa så kommer ingen ånga att läcka ut eftersom att trycket utifrån är så mycket större. Istället kommer havsvatten läcka in i kondensorn och troligtvis kommer säkerhetssystemets isolations-kondensor sättas igång fort. Alltså finns det låg risk att en stor mängd ånga skulle läcka ut till omgivningen.

## 2.2 b

$47m^3/s = 4.7 \cdot 10^4 kg/s$  massflöde per år =

$$4.7 \cdot 10^4 kg/s \cdot 365.25 \text{år}/s = 17166750 kg/\text{år}$$

, total volym östersjön =  $20000 \cdot 10^9 m^3 = 2 \cdot 10^{13} m^3 = 2 \cdot 10^{16} kg$ .

$$P = \frac{E}{t_{\text{years}}} = \frac{mc\Delta_{\text{temp}}}{t} = \text{massflow} \cdot c \cdot 10 = 17166750 \cdot 4200 \cdot 10 = 7.210035 \cdot 10^{11} J/\text{year}$$

Nu har vi effekten och ska lösa för tiden det tar att värma Östersjön

$$E_{tot} = m \cdot c \Delta_{temp} = 2 \cdot 10^{16} kg \cdot 4200 \frac{J}{kg \cdot C^\circ} \cdot 0.1 C^\circ = 8.4 \cdot 10^{18} J$$

Nu eftersom att vi har effekten och totala energin som krävs kan vi beräkna tiden

$$E = P \cdot t_{years}, t_{years} = \frac{E}{P} = \frac{8.4 \cdot 10^{18} J}{7.210035 \cdot 10^{11} J/year} = 11650428.8814 years$$

Alltså skulle det ta ganska lång tid att värma upp Östersjön. Om det skulle finnas miljöskaderisk med vattnet som släpps ut så är det troligtvis på en mer "lokal" nivå än hela Östersjön, exempelvis att man kanske skadar akvatiskt liv och vegetation precis där man släpper ut.

### 3 Uppgift 3

#### 3.1 a

Förvärmarna får sin värme ifrån avtappningsånga från olika delar av turbinprocessen. Anledningen varför man inte gör förvärmningen i ett enda stort steg är för att bättra verkningsgraden, detta är eftersom att man vill använda så kall ånga som möjligt. Sedan om man endast hade haft en förvärmare så hade man troligtvis över tid skadat lågtrycks-turbinen, eftersom att ångan som kommer ut ur högtrycksturbinen inte har optimal ånghalt.

#### 3.2 b

I en kokvattenreaktors turbinhall så är ångan som produceras radioaktiv, vilket gör att man behöver genomgå mer säkerhetsåtgärder och har svårare åtkomst till turbinhallen. Detta är inte fallet för en PWR, vilket gör turbinhallen lite mer lättillgänglig under drift.

### 4 Uppgift 4

#### 4.1 a

Detta är värmebalans-ekvationen, där  $x$  är mass-andelen som omvandlas till ånga

$$\dot{Q} = \dot{m}c(t_s - t_{in}) + x \cdot \dot{m}r$$
$$x = \frac{\dot{Q}}{\dot{m}r} - \frac{c(t_s - t_{in})}{r} = \frac{3.9 \cdot 10^9 W}{13100 kg/s \cdot 1505 kJ/kg} - \frac{5,27 kJ/kg \cdot 10}{1505 kJ/kg} = 0.1627972915$$

Detta motsvarar en andel på 16% som omvandlas till ånga.

## 4.2 b

Detta är eftersom att matarvattnet blandas med det återcirkulerande vattnet i fallspalten som är vid mättnadstemperatur, när de blandas i dessa andelar vid bruk får man då ett inloppsvatten med en temperatur på 276C.