

Kjernekraft

**- en nødvendighet for
fremtidens Norge**

JAN EMBLEMSVÅG

MAINTech KONFERANSEN 2026-03-17

Innhold

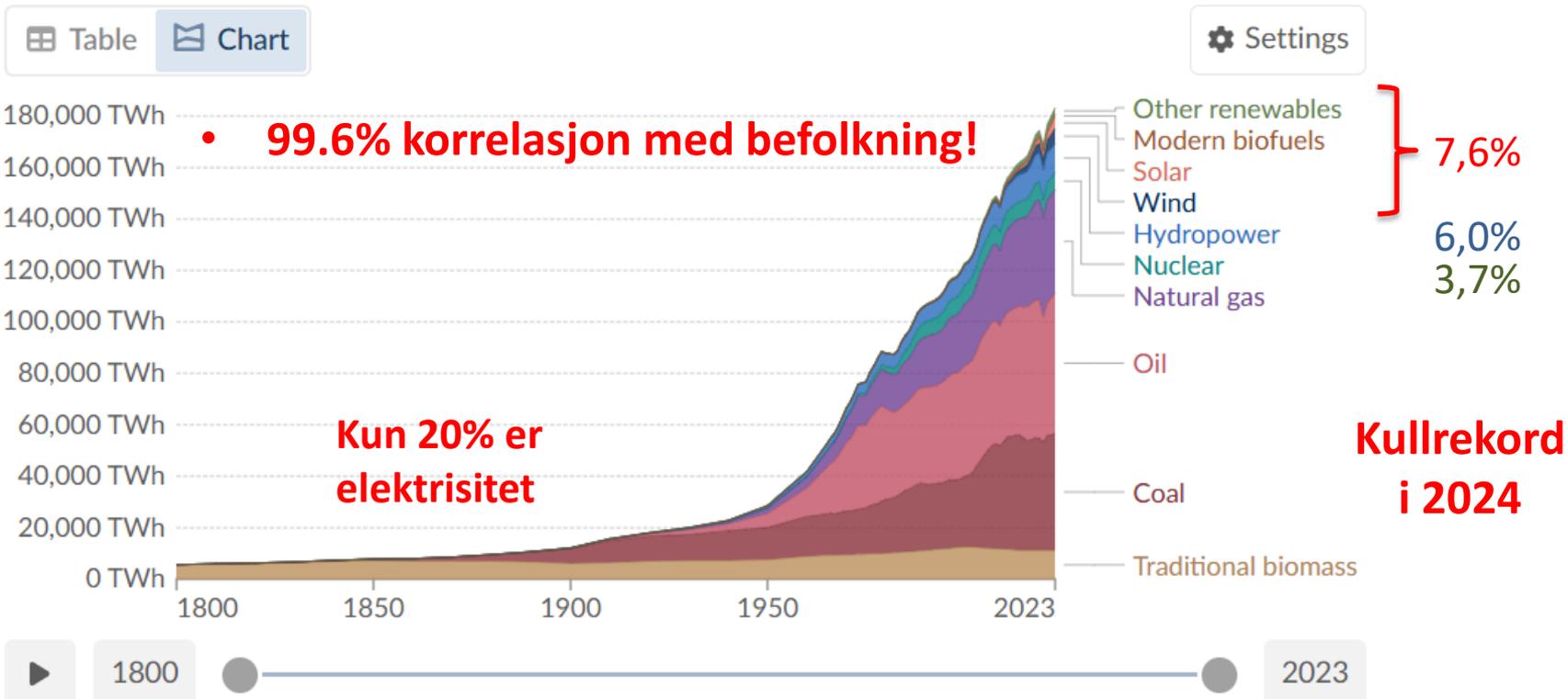
1. Energiomstilling
2. Kjernekraft vs vindkraft
3. Kjernekraft teknologier
4. Energiintensive industrier
5. Vannkraft og kjernekraft



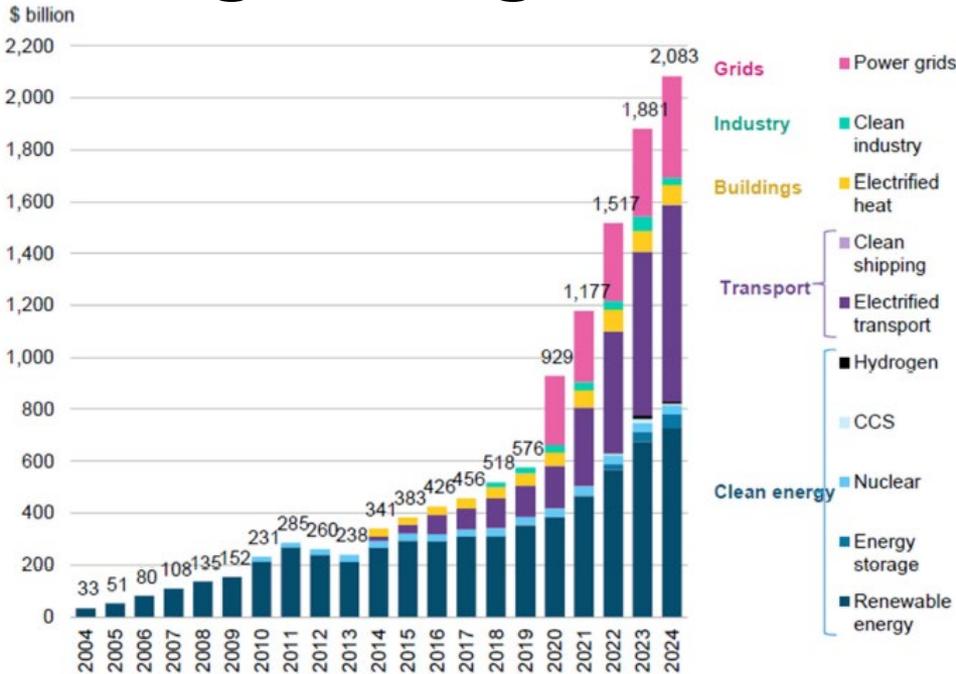
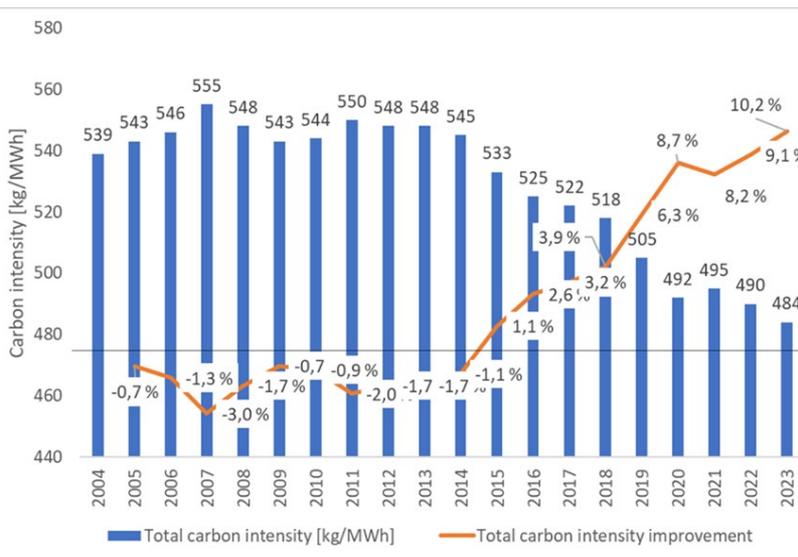
Energiomstillinger handler om skala

Primary energy is calculated based on the 'substitution method' which takes account of the inefficiencies in fossil fuel production by converting non-fossil energy into the energy inputs required if they had the same conversion losses as fossil fuels.

Our World in Data



Hittil er resultatene begredelige

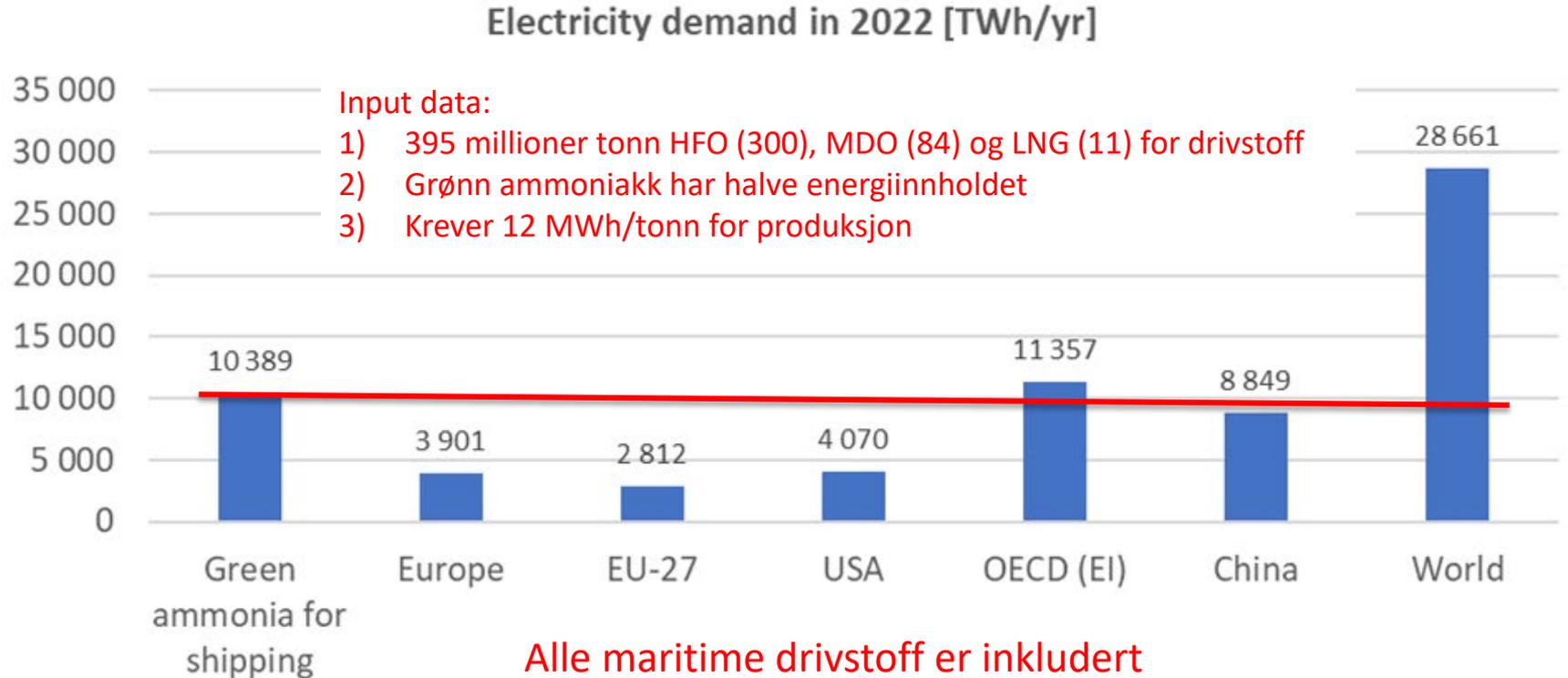


- 11.600 mrd dollar på 20 år
- Vil koste over 70.000 mrd dollar
- 190 år til 2050 målet på 50% reduksjon (eks befolkningsvekst)

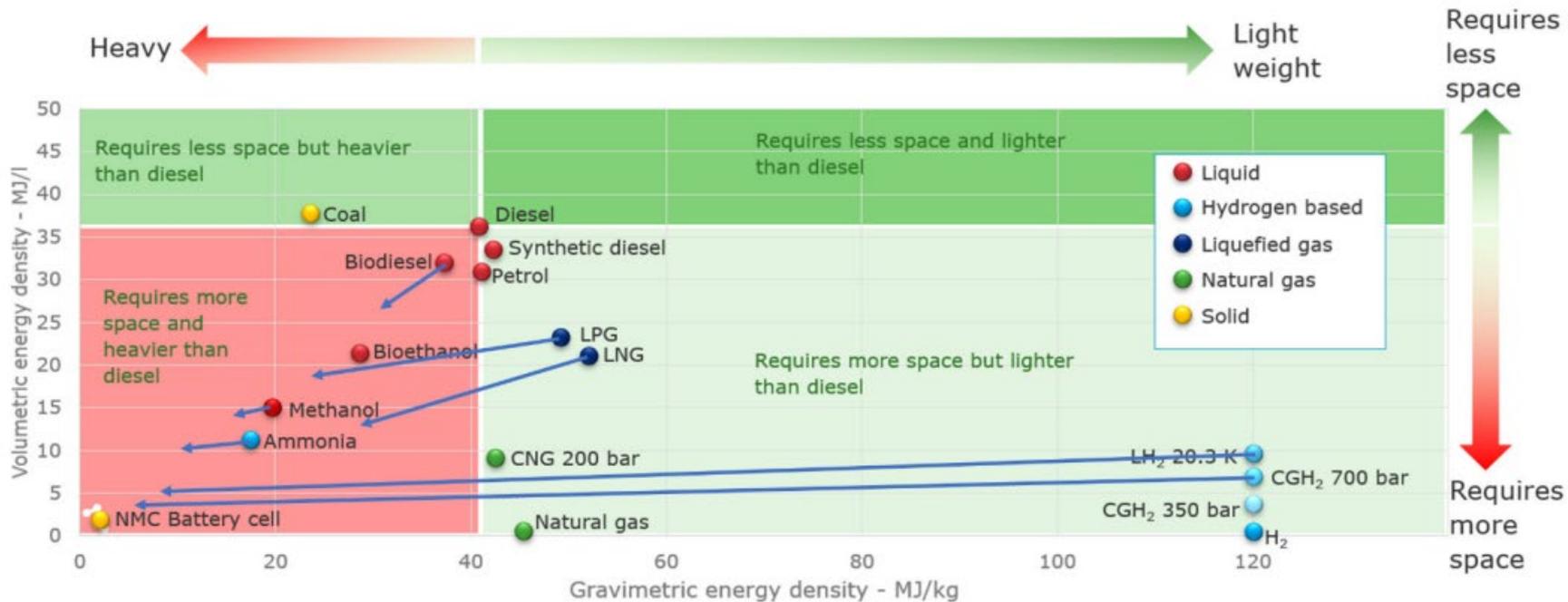
Source: BloombergNEF. Note: Start years differ by sector but all sectors are present from 2020 onwards; see [Methodology](#) for more detail. Most notably, nuclear figures start in 2015 and power grids in 2020. CCS refers to carbon capture and storage.

Source: Emblemsvåg, Jan. (2023) What if the world had invested in nuclear power instead of variable renewable energy sources? International Journal of Sustainable Energy. doi.org/10.1080/14786451.2025.2586924.

Varme og drivstoff er vanskelig...

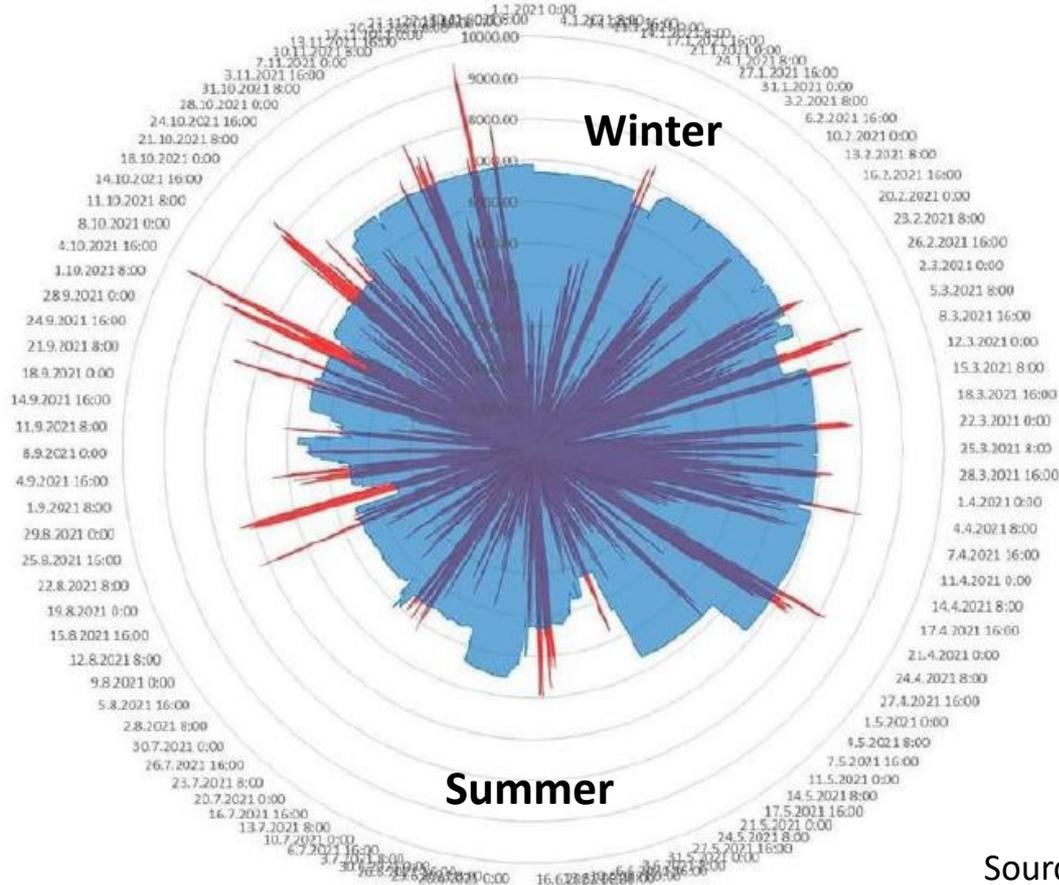


Energitetthet er nøkkelen



Hvis H₂ pilen er 1 meter lang på denne figuren, da er uran 32 km unna og thorium 38 km unna

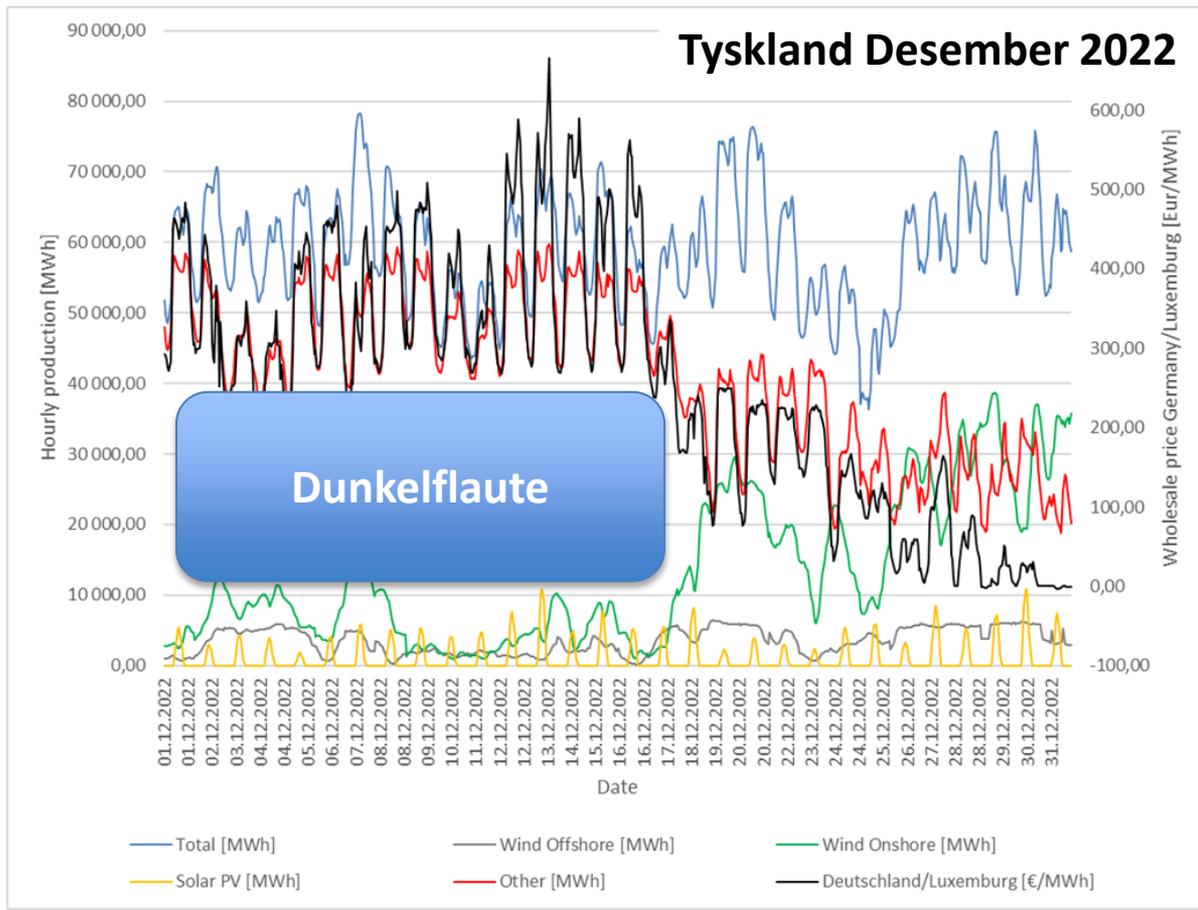
Kjernekraft gir stabilitet – også prisene



Sverige, 2021:

- Aggregert produksjon på 3-dager intervall
- **Blå** er kjernekraft
- **Rød** er vindkraft

Hva skjer når vinden uteblir lenge?



- 16 dager
- Mangler 30 GW hele tiden
- Ca 12 TWh

Hva med batterier?



- Moss Landing Energy Storage Facility, CA
- 3000 MWh
- Trenger 3800 slike anlegg for Dunkelflauten i desember 2022 i Tyskland
- 1200 mrd dollar kostnad pluss kraft
- 10 år levetid
- Over 120 mrd dollar i året i kostnader pluss kraft

Nøkkel risiki folk tenker på

1. **Kostnader** – kjernekraft er for dyrt
2. **Avfall** – avfall er vanskelig og varer veldig lenge
3. **Tid** – vi har ikke tid;
 - a) Tar for lang tid å bygge
 - b) 4th generasjon er for langt opp og fram

4) Hva med fremtidens behov?





Detaljert LCOE per reaktortype

Country	Technology with 60 year life times	Size	Refurbishment and D&D costs			Fuel and waste costs	O&M costs	LCOE			
			3%	7%	10%			3%	5%	7%	10%
		MWe	USD/MWh			\$/MWh	\$/MWh	USD/MWh			
Belgium	Gen III	1 000-1 600	0.46	0.08	0.02	10.46	13.55	51.45	66.13	84.17	116.81
Finland	EPR	1 600	0.44	0.06	0.01	5.09	14.59	48.01	66.52	81.83	115.57
France	EPR (2030)	1 630	0.40	0.06	0.01	9.33	13.33	49.98	64.63	82.64	115.21
Hungary	AES-2006	1 180	1.59	0.26	0.06	9.60	10.40	53.90	70.08	89.94	124.95
Japan	ALWR	1 152	0.42	0.07	0.02	14.15	27.43	62.63	73.80	87.57	112.50
Korea	APR 1400	1 343	0.00	0.00	0.00	8.58	9.65	28.63	34.05	40.42	51.37
Slovakia	VVER 440	535	4.65	1.50	0.83	12.43	10.17	53.90	66.68	83.95	116.48
UK	Multiple PWRs	3 300	0.54	0.09	0.02	11.31	20.93	64.38	80.88	100.75	135.72
US	ABWR	1 400	1.26	0.52	0.26	11.33	11.00	54.34	64.81	77.71	101.76
Non-OECD members											
China	AP 1000	1 250	0.23	0.04	0.01	9.33	7.32	30.77	34.57	47.61	64.40
	CPR 1000	1 080	0.16	0.03	0.01	9.33	6.50	25.59	33.05	37.23	48.83

Source: The Full Costs of Electricity. Provision Nuclear Energy Agency International Workshop 2016, OECD, Paris

APR 1400 ved Barakah 'best practice'

KEPCO bygget på 12 år 4 stk APR 1400 til en verdi på 30 mrd dollar;

- 5,6 GW / 45 TWh pr år
- 60 TWh pr år varme



South Korea would offer the same APR1400 technology used for four units at the Barakah nuclear power station in the United Arab Emirates.

Pareto estimerer at 40 TWh i Norge med dagens planer vil koste 420 mrd kroner

Avfall er **KUN** et politiske problem

- Alt sivile atomavfall I USA passer på en “football field, 10 yards deep”
- 29.847 TWh produsert ved utgangen av 2022 med 0,49% fisjonering
- Over 95% av energien er tilbake
- 986.778 TWh ved 18% fisjonering
- Gen IV reaktorer kan hente det ut
- Kan drive USA i 260/60 år
- Kan drive Norge i over 6000 år



Verdi på 49.000 mrd
USD @ 50 øre/kWh



Dekommisjonering er **IKKE** vanskelig

Oyster Creek 650 MW



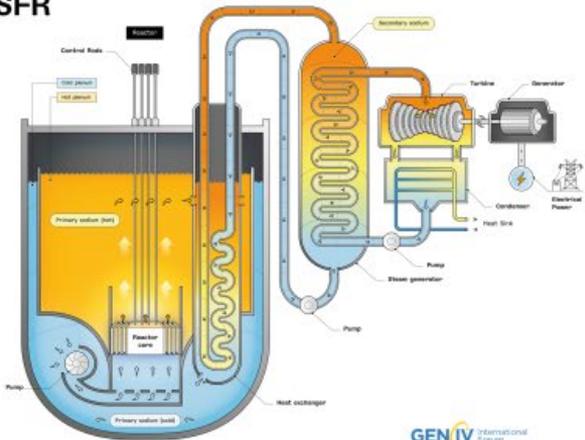
- 8 år med Holtec
- 2300 tonn
- 884 millioner dollar
- Tilbake til naturen innen 2080

Pilgrim 677 MW



- 8 år med Holtec
- 2100 tonn
- 1130 millioner dollar
- Tilbake til naturen innen 2080

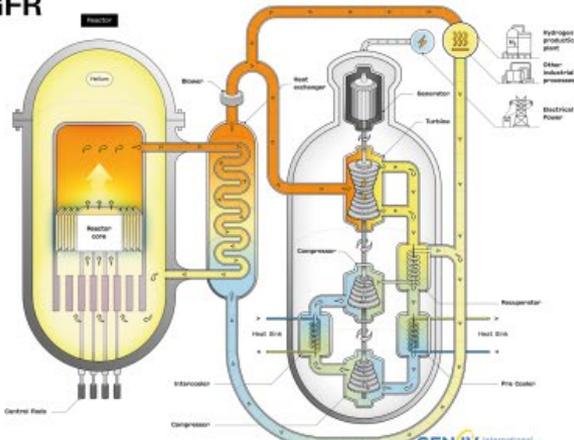
SFR



Sodium-cooled Fast Reactor

GEN IV International Forum
Expertise | Collaboration | Excellence

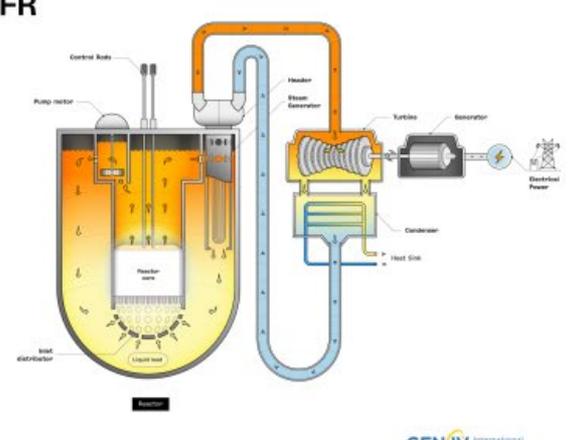
GFR



Gas-cooled Fast Reactor

GEN IV International Forum
Expertise | Collaboration | Excellence

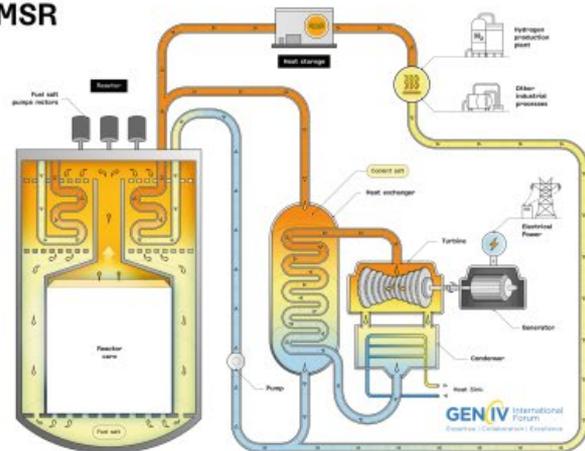
LFR



Lead-cooled Fast Reactor

GEN IV International Forum
Expertise | Collaboration | Excellence

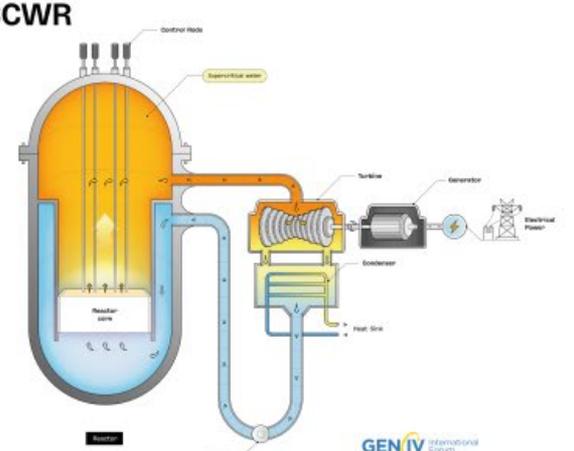
MSR



Molten Salt Reactor

GEN IV International Forum
Expertise | Collaboration | Excellence

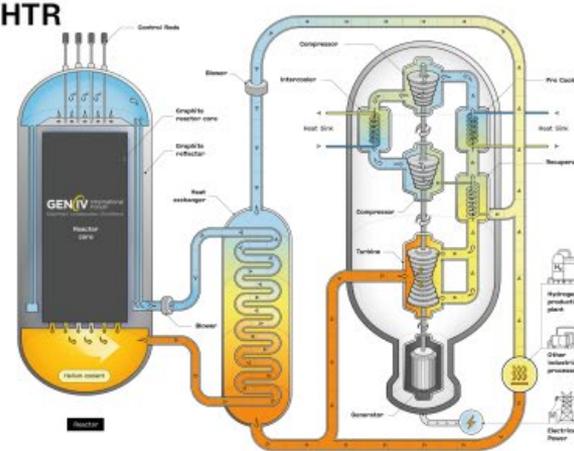
SCWR



SuperCritical-Water-Cooled Reactor

GEN IV International Forum
Expertise | Collaboration | Excellence

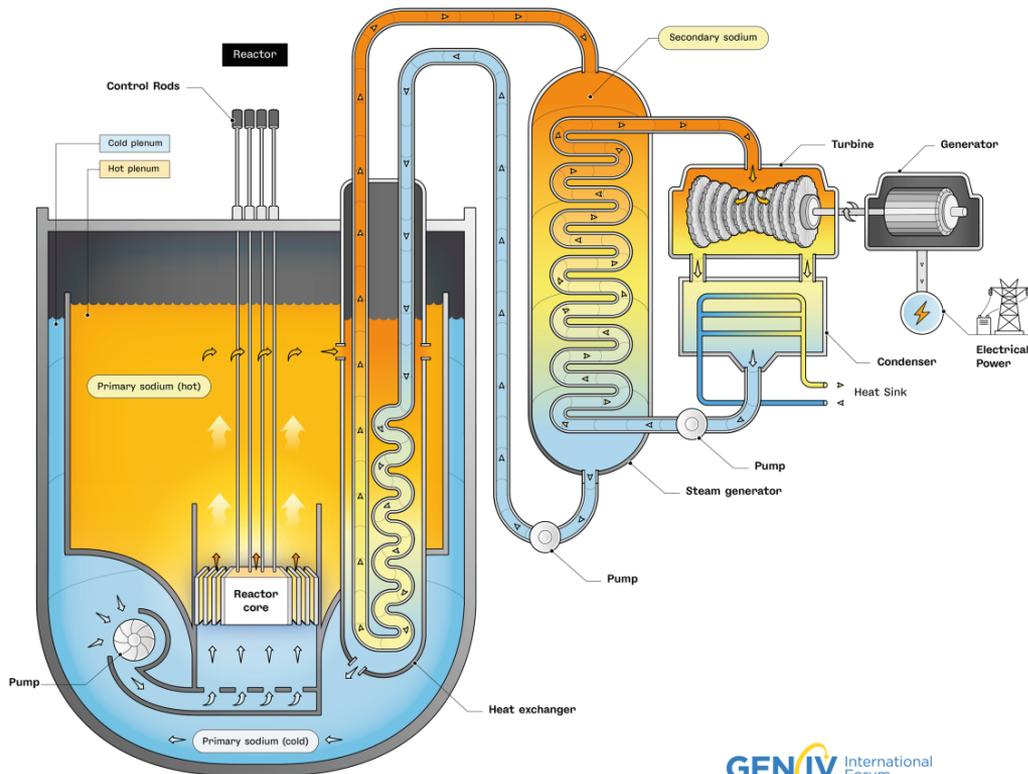
VHTR



Very-High-Temperature Reactor

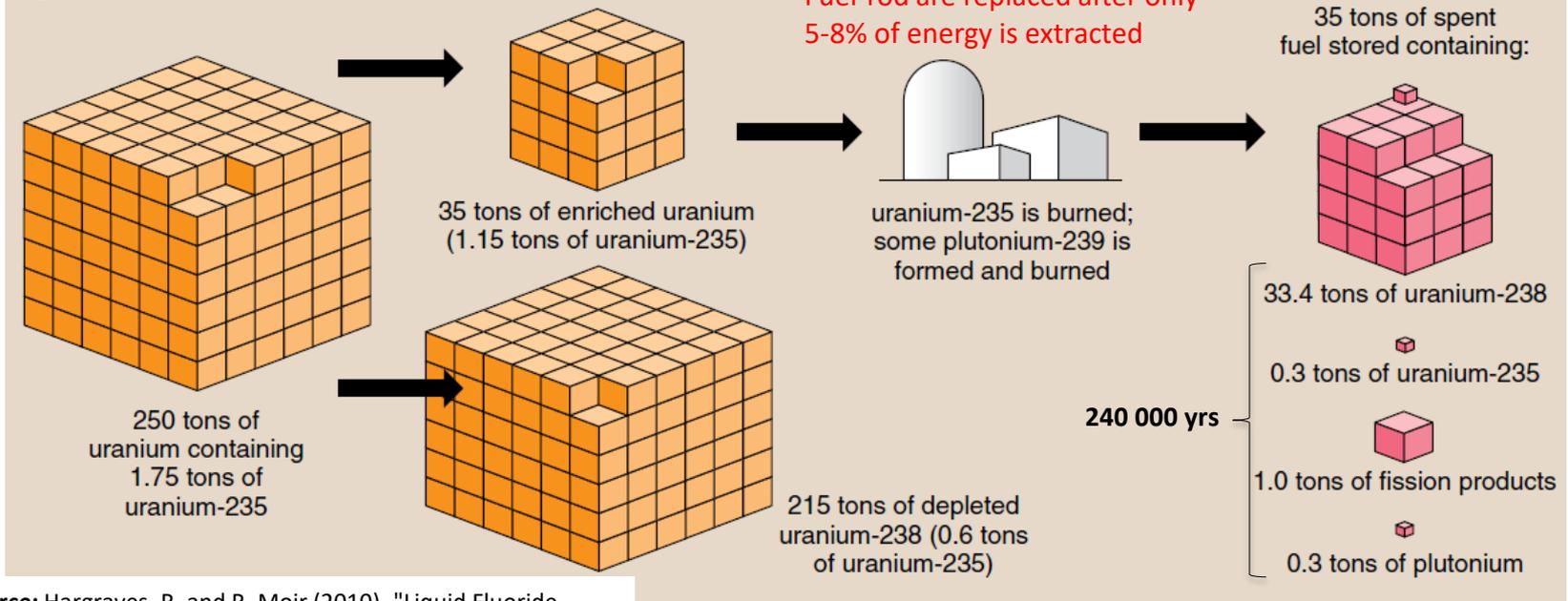
GEN IV International Forum
Expertise | Collaboration | Excellence

Sodium-cooled Fast Reactor (SFR)



- Kina har satt i drift en SFR 1000, hurtigreaktor
- Den gir omtrent 2,5 – 4 ganger så mye kraft per mengde uran og tilsvarende mindre avfall
- Høyere temperatur (ca 500° C vs 315 °C) gir høyere termodynamisk effektivitet
- Kina sikter mot energiuavhengighet

light water reactor



Source: Hargraves, R. and R. Moir (2010). "Liquid Fluoride Thorium Reactors: An old idea in nuclear power gets reexamined." *American Scientist* 98 (July-August):pp.304-313.

Kommersielle avtaler på SMR

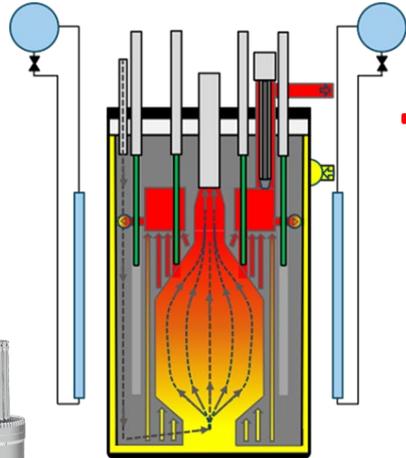
world-nuclear-news.org/Articles/Agreement-signed-for-planned%C2%A0UK-fleet-of-AP300-rea

Agreement signed for planned UK fleet of AP300 reactors

08 February 2024

Share

Westinghouse has signed an agreement with Community Nuclear Power Limited (CNP) for the construction of four AP300 small modular reactors (SMRs) in the North Teesside region of northeast England. It would be the UK's first privately-financed SMR fleet.



world-nuclear-news.org/Articles/Alliance-signs-Canadian-SMR-contract

Alliance signs Canadian SMR contract

30 January 2023

Share

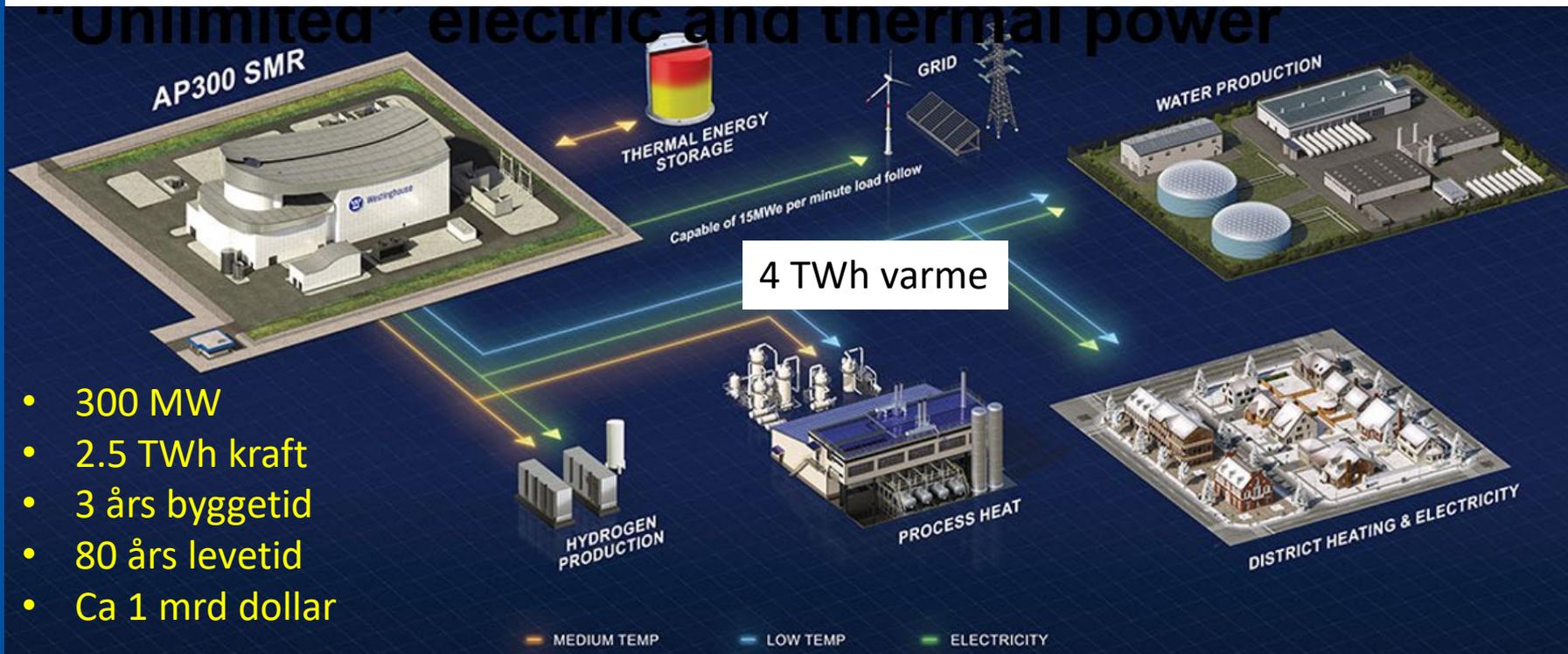
The first commercial contract for a grid-scale small modular reactor (SMR) in North America sees Ontario Power Generation (OPG), GE Hitachi (GEH), SNC-Lavalin and Aecon team up in an innovative integrated project delivery model to develop, engineer and construct a BWRX-300 at OPG's Darlington New Nuclear Project.



Hvorfor er Tech industrien så aktiv?

- 99,999%
- På global skala er det kun kjernekraft som kan tilby dette
 - estimatene de neste 10 årene er på 1400 – 1800 TWh
- Hvis Norge skal ha sin andel ift sitt BNP andel av OECD BNP, vil Norge trenge 80 TWh
 - Kjernekraft handler om Norges fremtid som digitalt relevant
 - Dette handler om verdi i mye større grad enn kostnader

Kombinasjon av kraft og varme

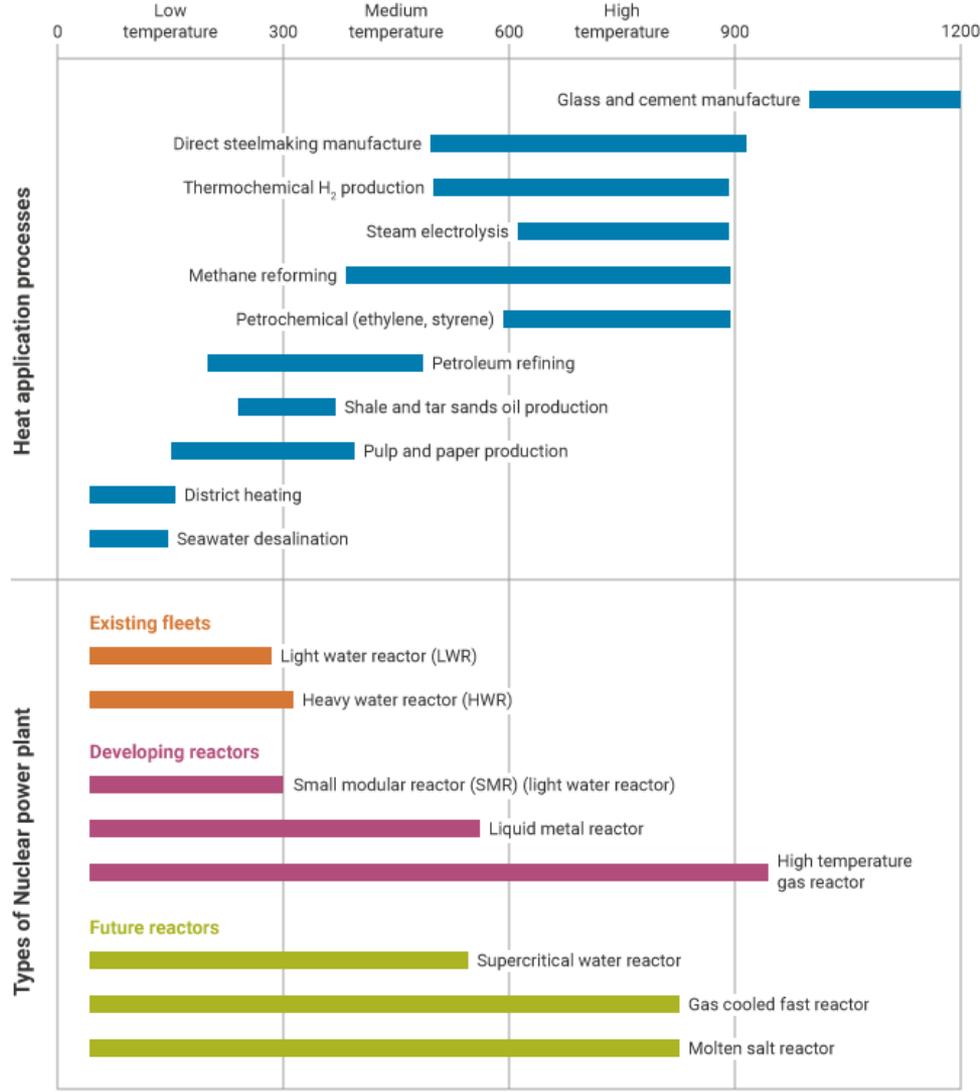


- 300 MW
- 2.5 TWh kraft
- 3 års byggetid
- 80 års levetid
- Ca 1 mrd dollar

Inntil 80% av totalenergien kan utnytted med kjernekraft

Kjerneenergi – svært billig

- Ingen turbiner
- Inntil 950°C
- Ideell for energiintensive industrier
- LCOE vil bli redusert med inntil en faktor på 3



Vannkraft + kjernekraft = Sant

- Kjernekraft holder grunnlasten og vil samtidig gi store mengder varme som kan brukes til mye spennende
- Kjernekraften frigjør vannkraften
- Vannkraften blir den fleksible delen av kraftsystemet
- Trenger ikke noe annet



MEN; vi må handle

**There are risks and costs
to action...**



Takk for meg 😊

Question
and
Answer



Mer informasjon

- Calabrese om stråling - <https://hps.org/hpspublications/historyInt/episodeguide.html>
- Bakgrunnsstråling i USA viser at krefttilfellene er lavere med høyere bakgrunnsstråling – <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33479810/>
- Populærvitenskapelig om stråling rundt omkring i verden - <https://www.youtube.com/watch?v=JpcUCo0ebNA>
- Om Tsjernobylulykken - <https://www.universitetsavisa.no/energi-jan-emblemsvag-kjernekraft/hva-burde-vi-ha-laert-av-tsjernobylulykken/380904>